DIVERSIFICACION 2002

VII CONGRESO INTERNACIONAL SOBRE AZUCAR Y DERIVADOS DE LA CAÑA

MEMORIAS

ALGUNAS MANIFESTACIONES DE LAS RELACIONES HOIEPEDANTE: PATÓGENO *LEIFSONIA XYLI Subsp XYLI* – CAÑA DE AZÚCAR

Tamayo Isaac, Mónica
González Hernández, Roberto

Instituto Nacional de Investigaciones de la Caña de Azúcar.
E mail: roberto@inica.edu.cu

ABSTRACT

Complexity, high distribution and field diagnostic troubles of Ratoon stunting disease (RSD) of sugarcane *Leifsonia xyli subsp xyli* have conduced to deficient resistance evaluations and some other registrations, many times contradictories. RSD is not easily observed by external symptoms, and effective diagnostic methods are very expensive, but assays carried out in Cuba and many other countries have showed important yield losses on account of this disease.

This test was conducted to determine possible relationships between RSD bacterial concentration (BC) in sugarcane stalk, and some yield compounds, considering different age varieties, to be used in resistance evaluation and some other disease characterization for field management. BC in sugarcane stalk is increased from 5 to 9 month of plant age; after that it is established or decreases. Nevertheless, BC is increased from plant cane to consecutive crops and, both, stalks length and wide are affected in the same way that BC is increasing

INTRODUCCIÓN

El raquitismo de los retoños (RSD), una enfermedad a la que se le asignan pérdidas superiores al 30% (Chinea y Rodríguez, 1994), a veces asintomática y fácil forma de propagación, ha alcanzado una diseminación generalizada en las plantaciones cañeras de Cuba, incluyendo todas las categorías de semilla certificada (González, et al 2001).

Los estudios desarrollados en Cuba han posibilitado conocer el comportamiento de la enfermedad en nuestras condiciones, evaluar la respuesta del germoplasma cubano bajo condiciones de infección natural y establecer estrategias de manejo en general (Chinea et al, 2000), sin embargo, se carece de estudios epifitiológicos y otros que permitan adecuar los actuales métodos de evaluación de resistencia, especialmente el establecimiento de escalas sobre la base de las relaciones Hospedante: Patógeno y su afectación sobre los rendimientos, aspectos que constituyen los propósitos trazados en el desarrollo del presente trabajo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Dado que no se tenía referencia de estudios anteriores en este sentido en Cuba y considerando éste un trabajo de orientación inicial, se procedió a seleccionar para el estudio

a variedades establecidas en la producción, de manera que se asegurara contar con plantaciones bien difundidas en áreas de producción y con varias cepas y edades de la plantación en la provincia de Santiago de Cuba (C87-51, Ja60-5, C1051-73, C323-68 y C266-70). Todas las muestras se tomaron de áreas de producción.

Se consideraron las edades de plantación agrupadas en 5-6, 7-8, 9-10 y 11-12 meses, en caña planta y otros retoños, aunque finalmente por dificultades en las observaciones, se analizan más detalladamente los datos del cuarto (IV) retoño, que se repite en 4 de las variedades seleccionadas.

A cada muestra de dos tallos se le medió la altura y el grosor antes de practicar la extracción del jugo para la observación microscópica (contraste de fase) y después se llevó al laboratorio de análisis azucarero para registrar los datos de algunos componentes del rendimiento industrial (Brix, Pol en Caña y Pol en Jugo) y mediante un análisis de Componentes Principales de observaron las correlaciones totales; finalmente se determinó además la diferencia entre variedades mediante pruebas de Newman Keuls al 5 % de probabilidad del error.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Leifsonia xyli subsp xyli, agente causal del raquitismo de los retoños (RSD) aumenta su concentración en el tallo desde los 5 hasta los 9-10 meses de edad de la planta (figura. 1), con la única excepción de la variedad C87-51, que manifiesta una concentración más alta a los 8-9 meses de edad, lo que parece una tendencia estable de esa variedad, por cuanto se manifiesta así en todos los retoños estudiados. Se pudo apreciar que a la misma edad de la plantación hay marcadas diferencias entre variedades, lo que expresa la posibilidad de empleo de este análisis en el posible comportamiento de las mismas ante RSD. (fig. 2). La figura muestra además cómo la BC se incrementa en los retoños sucesivos.

El efecto del RSD sobre las plantaciones parece estar dado mucho más por la disminución de la altura y el grosor del tallo y quizás algún otro componente del rendimiento agrícola, que por lo que pueda ocurrir en la calidad del jugo. Así, la matriz de correlaciones totales del análisis de Componentes Principales (Tabla I), descarta las tres variables que expresan relación con el rendimiento industrial (Brix, Pol en Jugo y Pol en Caña), en tanto que expresa muy bien el efecto que hay sobre el grosor y la altura del tallo, variables que se explican porcentualmente bien en la primera componente.

El efecto de la concentración de bacterias sobre componentes del rendimiento es marcado (figura. 3), lo que ocurre en todas las variedades estudiadas. Debe significarse que en todos los casos, el efecto sobre el grosor es superior al que ejerce la bacteria sobre la altura del tallo, lo quedó evidenciado en el Análisis de Componentes Principales, así como que los valores comienzan a descender cuando la concentración de esporas supera los 2.0-2.5 $x10^7$ células bacterianas por mililitro de jugo, después de una dilución 1:50.

A pesar de que las observaciones son insuficientes para poder modelar las relaciones encontradas entre la concentración de células bacterianas en el tallo y los componentes del rendimiento agrícola, es significativo que en todas las cepas y variedades se comience a apreciar un decrecimiento de estas variables a partir de una concentración dada, índice que significaría de gran valor para el establecimientos de una escala de evaluación de

resistencia varietal, basada en el efecto sobre el rendimiento, establecimiento del umbral de selección en diferentes etapas del esquema de obtención de variedades y otros propósitos..

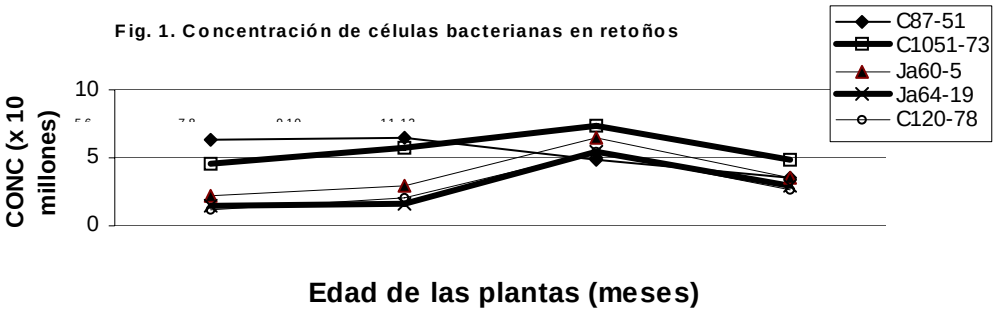


Fig. 2. Variaciòn de la Concentración por cepas y edades

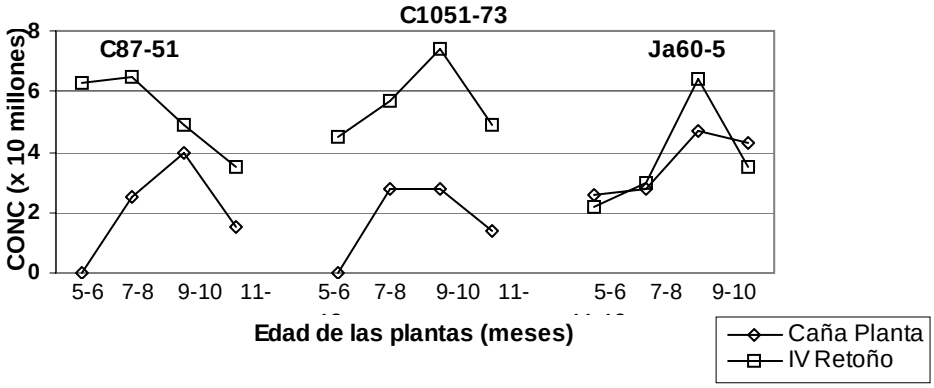


Fig. 3. Relación entre la concentración de células bacterianas y componentes del rendimiento

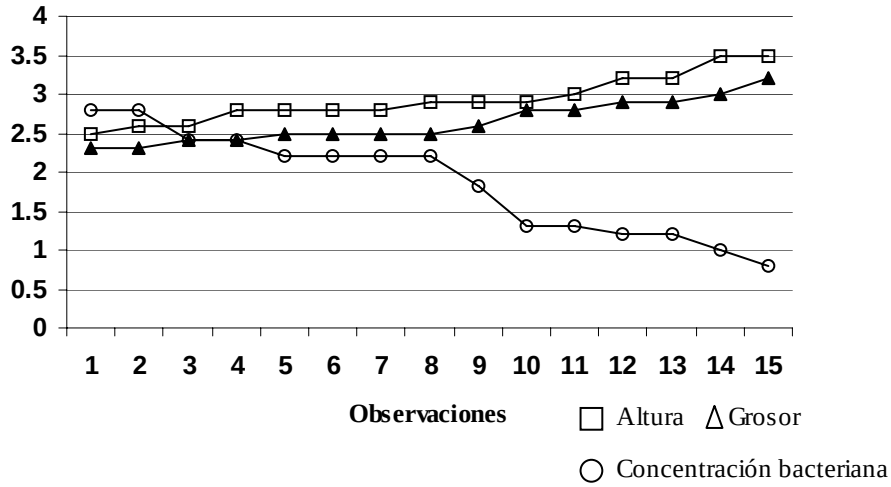


Tabla 1. Matriz de correlaciones totales de la concentración de células bacterianas en el tallo y componentes del rendimiento

VARIABLE	CONC	POL JUGO	EDAD	CEPA	POL CAÑA	BRIX	GROS	ALT
CONC	-							
POL JUGO	0.31	-						
EDAD	**0.85 ****	0.97 ***	-					
CEPA	**0.76***	0.23	0.12	-				
POL CAÑA	0.33	0.91 ***	0.96 ***	0.06	-			
BRIX	0.26	0.84 **	0.98 ***	0.13	0.83 **	-		
GROSOR	**-0.81 ****	0.19	0.89 **	-0.28	0.18	0.11	-	
ALTURA	**-0.61 ***	0.16	0.98 ***	-0.25	0.16	0.07	0.57	-

Valores y vectores propios del análisis de componentes principales

Componentes	**1**	**2**	**3**
Valores	5.9338	0.6623	0.1916
Variables	(6%)	(2.7%)	(1.4%)
CONC	0.5822	0.3654	0.2278
EDAD	0.4921	0.11244	0.0874
GROSOR	-0.5015	- 0.1754	-0.0076
ALTURA	-0.5020	-0.1702	0.0069

REFERENCIAS

Chinea, A. y Eida Rodríguez. (1994). "Enfermedades de la caña de azúcar en Cuba". Publicaciones IM**AGO**, 100 pp.

Chinea, A, Matos, Madyu y colectivo de autores. (2000). Fuentes de resistencia al raquitismo de los retoños de la caña de azúcar. *Informe Final Proyecto de Investigaciones*, INICA., 89 pp.

González, R. Labrada y A. Rodríguez, (2001). Estrategias de resistencia a enfermedades de la caña de azúcar en Cuba. En: *Seminario Internacional de Sanidad Vegetal*, IV, Varadero, Cuba, Resumen P 67.

ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN DE TIERRAS DEDICADAS AL CULTIVO DE LA CAÑA DE AZÚCAR EN LA PROVINCIA CAMAGÜEY

Pérez , Arleni *
García, Eugenio *
Segrera, Saddys **
Montero, Ricardo ***
Benítez, Ledya **
Ponce, Daniel **

* Estación Territorial de Investigaciones de la Caña de Azúcar Camagüey
Batey Las Mercedes. Florida. Camagüey
E.mail: *director@epica.cm.minaz.cu*

** Instituto Nacional de Investigaciones de la Caña de Azúcar
Ave. Van Troi 17 203, CP 19210,. Boyeros. Ciudad de La Habana
E.mail: *saddys@inica.edu.cu; ledya@inica.edu.cu; dponce@yahoo.com*

*** Estación Provincial de Suelos MINAGRI
Cacocum 11. Rpto. Puerto Príncipe. Camagüey
E.mail:chaly@caonao.inf.cmw.cu

ABSTRACT

The main objective of this work is to paper is to analyze the results obtained after made the land physical aptitude evaluation dedicated to sugar cane cultivation in Camagüey province at the moment, as a way of protecting soil resource and as well as to diversify sugar production. FAO methodology was used for land use evaluation in the implementation of this effort and several automated systems were used, which speeded up data compilation and to get the results that we have today. The results were 83% of the area presents perspectives for sugar cane cultivation, due to their aptitude levels, and the 17 % is no apt. The utility of land use evaluation work constitutes an important tool for decision-making and in this way, approaches are contributed for the diversification process that MINAZ intensifies. The farmers have a database and computer systems once concluded the work, which constitute the base in decision-making in sugar cane cultivation management and then, open up ways to insert and employ of other technologies like geographic information systems (GIS) and precision agriculture (PA) developing in Cuba.

INTRODUCCIÓN

Las decisiones sobre el empleo de la tierra han constituido siempre parte del proceso de evolución de la sociedad humana. En el mundo más poblado y complejo de nuestros

días, frecuentemente se producen cambios por el uso de la tierra por el proceso de planificación del empleo de las mismas. Tal planificación tiene lugar en todas las partes del mundo, en los países tanto desarrollados como en desarrollo. Puede tener por objeto dedicar los recursos ambientales a nuevas clases de utilización productiva (FAO,1976).

La evaluación de tierras se refiere a la evaluación de su rendimiento cuando se utilizan para fines concretos. Supone la ejecución e interpretación de reconocimientos básicos del clima, suelos, vegetación y otros aspectos de la tierra en función de los requisitos de otras formas posibles de uso. Para que tenga valor en la planificación, el margen de usos de la tierra considerados debe limitarse a aquellos pertinentes al contexto físico, económico y social de la zona considerada y en las comparaciones deben incorporarse consideraciones de tipo económico.

Los trabajos nacionales más relevantes para evaluar la calidad de la tierra dedicada al cultivo de la caña de azúcar y otros han sido realizados por la Dirección Nacional de Suelos y Fertilizantes; (Mesa et al, y Sulroca), citados por Roldós (1986), categorizaron la calidad de las tierras haciendo una escala evaluativa de acuerdo a los factores limitativos que más inciden y basándose además, en los rendimientos obtenidos. En el caso de la caña de azúcar se realizaron estudios de los factores limitativos principales y se establecieron coeficientes de afectación para suelos y su incidencia sobre los rendimientos.

MATERIALES Y MÉTODOS

La metodología seguida para desarrollar el trabajo de evaluación de tierras en la provincia de Camagüey se apoyó del manual que sobre el tema realizaran Balmaseda y Ponce de León (2000) y con la ayuda de programas informáticos como AGRO24 para la evaluación y clasificación de las unidades de tierras según su aptitud, se emplearon además otros programas donde se actualizaron la base de datos de suelos de la provincia y codificaron las variables necesarias con el propósito de darle solución al proceso de selección de datos sobre los perfiles de suelos provenientes del Instituto de Suelos.

Las variables de suelo y clima que utiliza el AGRO24 para determinar las categorías de aptitud de las tierras y su procedencia es como sigue:

- Fórmula del mapa de suelos 1:25 000: tipo y subtipo de suelo, pendiente, pedregosidad, rocosidad, salinidad y profundidad efectiva.
- Base de perfiles de suelos: acidez del suelo, aluminio cambiable, capacidad de intercambio catiónico, drenaje y compactación.
- Datos Pluviométricos del área: precipitaciones medias anuales.

Con estas variables se realiza la evaluación y se confecciona una evaluación por rangos de rendimientos que se representa en la tabla 1.

La cepa evaluada fue caña de retoño de 12 meses de edad para condiciones de secano.

Tabla 1. Rangos de evaluación para caña de azúcar por categorías de aptitud.

CATEGORÍAS	t/ha	miles@/cab
A1- Aptas sin limitaciones	>53	>62
A2- Moderadamente aptas	37-53	44-62
A3- Marginalmente aptas	22-37	26-44
N- No aptas	<22	<26

En la definición de la aptitud física de las tierras AGRO24 tiene en cuenta bases de datos provenientes de los resultados de investigaciones realizadas durante años, tomando en consideración los rendimientos básicos por cada tipo de suelo al nivel de subtipo, para el cultivo a evaluar, este rendimiento es multiplicado por el factor más limitante, el valor obtenido es posteriormente afectado por el coeficiente de las precipitaciones, llegándose de esta forma al rendimiento mínimo potencial del cultivo para esas condiciones edafoclimáticas.

Se aplicaron diferentes técnicas participativas para el análisis detallado de los resultados con los CAI y sus Unidades Productivas, realizando comprobaciones de campo en los casos donde fuera necesario y una vez terminada la revisión de los resultados se volvió a ejecutar el AGRO24 para obtener la evaluación definitiva de cada Unidad de Evaluación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La provincia de Camagüey realizó la evaluación del 86.47 % del área total de la provincia. El resto no evaluado corresponde a bateyes, presas, caminos y otras instalaciones.

Del área evaluada, el 83 % presenta perspectivas para el cultivo de la caña de azúcar, por sus niveles de aptitud y el 17 % restante no aptas. Se encontró variación de los grados de aptitud de las tierras en el territorio, donde se evidencia el alto porcentaje de tierras marginalmente aptas, esto se debe fundamentalmente a la incidencia de la poca profundidad efectiva y los problemas de drenaje asociados a la generalidad de los suelos de la provincia.

Más del 50 % de las tierras se encuentran en las categorías A1 y A2 (Suma y Moderadamente Aptas), lo cual condiciona una potencialidad real para aumentar los rendimientos cañeros, a partir de los resultados de la evaluación se determina la capacidad de producción de las áreas involucradas, una vez conocida la aptitud de cada unidad de tierra para la caña de azúcar se determinó su producción mínima potencial a partir del rendimiento ponderado de cada tipo de suelo en las diferentes subclases de aptitud y se destacan los bajos potenciales que se obtienen en suelos no aptos que no sobrepasan como promedio las 20 t/ha. Si se tiene en cuenta que existen suelos de superiores categorías en que puede ubicarse el cultivo es posible eliminar del fondo de tierra los suelos no aptos, con esta medida, pueden incrementarse los rendimientos potenciales, los cuales difieren considerablemente de los actuales (tabla 2).

Tabla 2. Rendimientos potenciales en t/ha a obtener por CAI en base a las categorías agroproductivas.

CAI	A1	A2	A3	N	PROMEDIO
502.- Ignacio Agramonte	77.16	54.95	35.13	19.64	54.56
505.- C. M. de Céspedes	71.44	54.03	36.86	18.27	52.41
508.-Rep. Dominicana	87.05	52.98	34.62	18.57	67.90
509.- Argentina	70.41	50.55	36.67	22.96	53.51
511.- Brasil	70.24	54.26	36.26	20.68	49.22
513.- Sierra de Cubitas	71.56	50.55	34.89	19.71	33.32
514.- Haití	76.30	51.84	34.68	13.60	57.30
516.- A. Alvarez Mola	62.21	50.08	38.65	16.20	36.45
519.- Cdo. González M.	69.03	54.28	35.03	20.68	49.22
520.- Noel Fernández	74.58	52.96	33.61	20.76	38.90
521.-. Siboney	77.45	52.36	32.31	19.50	61.86
523.- Panamá	86.70	49.51	36.26	19.37	56.91
530.- J. Suárez Gayol	79.56	53.54	34.43	21.22	54.28
540.- B. De las Guásimas	71.36	51.70	34.15	16.76	40.45
Provincia:				**19.14**	**49.08**

Las causas principales que provocan la no aptitud de las tierras para el cultivo de la caña de azúcar son; la capacidad de intercambio catiónico, el pH del suelo, la compactación, la profundidad efectiva, la salinidad, la pendiente, el drenaje, la pedregosidad y la rocosidad. Entre ellas, se encuentran con mayor peso la profundidad efectiva inferior a 25 cm (70.2%), los problemas asociados a la hidromorfía y el mal drenaje con el 14.07 % y la salinidad con el 9.45 %. Estos 3 factores representan más del 93 % de las causas de la no aptitud de las tierras. Le siguen en orden la rocosidad y la baja capacidad de retención de nutrientes.

Los rendimientos actuales y potenciales empleando sólo suelos aptos en la provincia son de 32.82 y 55.46 t/ha respectivamente, los resultados económicos potenciales se corresponden con incrementos superiores a los $ 490.00 por hectárea plantada que justifican plenamente la utilización de los suelos aptos. Las áreas no aptas, convenientemente tratadas pueden destinarse a cualquiera de los usos planificados dentro de los procesos de diversificación en que se encuentra enfrascados el MINAZ.

De los resultados del presente trabajo se desprende la necesidad de realizar un ordenamiento de las áreas dedicadas al cultivo de la caña de azúcar, logrando a través del sistema de evaluación que se propone ubicar el cultivo en aquellos suelos con mayor potencial agroproductivo y con mejores características de manejo destinando al resto de las áreas a distintos usos dentro del proceso de diversificación en que esta enfrascado el MINAZ.

De forma general, se puede expresar, que la evaluación realizada, lograda por primera vez para un cultivo de tanta importancia económica y que abarca una gran extensión, representa un importante aporte en los esfuerzos que realiza el MINAZ en todo el país para lograr mayores producciones y diversificar la agroindustria azucarera.

Además, constituye la base para un conocimiento detallado de las condiciones edafoclimáticas, premisa para el desarrollo de un sistema de extensión agrícola efectivo,

permite obtener una base de datos de suelos, clima y uso de la tierra con alto grado de exactitud y precisión que sienta las bases del uso de la informática en la agricultura cañera y el manejo de mapas y bases de datos a una escala apropiada para el manejo agrícola de la caña de azúcar y lo que es más importante, crea pautas para la implementación de un sistema geoespacial de apoyo a la toma de decisiones a nivel de bloque cañero, unidad productora y complejo agroindustrial.

CONCLUSIONES

1. 1. Los complejos agroindustriales de la provincia de Camagüey cuentan con el 83 % de sus áreas geográficas aptas para el cultivo de la caña de azúcar, por lo que puede reordenar sus áreas en estos suelos y tiene la posibilidad de alcanzar rendimientos superiores a los actuales, con un alto beneficio económico por hectárea cultivada.
2. 2. Las áreas actuales no aptas pueden dedicarse a otros usos dentro de los procesos de diversificación en que trabaja el MINAZ, pues los rendimientos potenciales a obtener en las mismas no sobrepasan las 20 t/ha.
3. 3. Las causas principales de no aptitud de las tierras son la profundidad efectiva y el mal drenaje, que afectan más del 93 % de las áreas evaluadas.
4. 4. El empleo de programas informáticos en el proceso de evaluación de tierras agiliza el proceso de toma de decisiones.
5. 5. La evaluación realizada brinda a todas las instancias del MINAZ los criterios necesarios para reorganizar la producción cañera a partir de la aptitud de las tierras y enfrentar a su vez, la diversificación de la agroindustria azucarera sobre bases técnicamente fundamentadas.
6. 6. El conocimiento e identificación de los factores del suelo al nivel de unidad cartográfica permite precisar los elementos necesarios para manejar el bloque cañero de forma integral así como definir medidas de mejoramiento en áreas de aptitud marginal.

REFERENCIAS

Balmaseda, C. y D. Ponce de León. (2000). “Evaluación de la aptitud de las tierras dedicadas al cultivo de la caña de azúcar”. *Manual de Procedimientos*. INICA. 54 pp

FAO. (1976). “Esquema para la evaluación de tierras”. *Boletín de Suelos de la FAO* No. 3.66 pp

Mesa, A. y A. Mesa. (1993). “AGRO24. Sistema para el cálculo del potencial productivo de los suelos. Versión 4.0”. Agrosoft, CNSF. MINAG.

Roldós, J. E. (1986). “Evaluación de algunos factores edáficos limitativos de la producción de la caña de azúcar”. *Resumen de la tesis presentada en opción al Grado Científico de Dr, en Ciencias Agrícolas*. INICA. La Habana. Cuba. 40 pp.

ASPECTOS AGROTÉCNICOS RELACIONADOS CON LA INOCULACIÓN DE *AZOSPIRILLUM*

Fernández Hernández , Ramona
Saura Laria, Gustavo.

Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar.
E-mail: lila7@icidca.edu.cu

ABSTRACT

Azospirillum is the most studied associtive bacteria. It affects positively a large number of plant species. It was isolated from different geographical regions and from a large number of plants belonging to diverse botanical families.
The physiological and biochemical properties of *Azospirillum* allows it to compete efficiently with native rizosphere populations and to colonize plant root. Some of the positive effects of *Azospirillum* are enhanced when it is coinoculated with other microorganims. Despite success in greenhouse and field experiments, comertial explotation of *Azospirillum* is very limited. The major difficulty is the inconsistent in the field results obtained with this bacterial genus.

This review presents a critical and conprenhensive analysis of the studies related to *Azospirillum* inoculations and it is interactions with plants based on information published from 1976 until now.

ASPECTOS AGROTÉCNICOS. INOCULACIÓN E INTERACCIÓN CON PESTICIDAS

La aplicación comercial de *Azospirillum* en sistemas agrícolas de países desarrollados y en vías de desarrollo constituye una razón muy poderosa para comprender la interacción de *Azospirillum* con las plantas; sin embargo, muy poco se ha publicado con relación a los aspectos agrotécnicos del sistema, es decir , aspectos relacionados con los efectos potenciales de una inoculación de este microorganismo , conjuntamente con diferentes compuestos químicos aplicados en sembradíos de interés comercial. Este tipo de información , la cual seria llevada a cabo por compañías de investigación y desarrollo, no es accesible ya que este tipo de compañías se niegan a publicar sus resultados (Fages, 1992).

Aún después de haber establecido la mejor combinación planta-*Azospirillum* , para la producción comercial de cultivos todavía persiste el problema de lograr una aplicación exitosa de las bacterias. Las bacterias tienen que llegar a la raíz a pesar de que el sistema de raíces se encuentre muy extendido; la inoculación bacteriana debe de realizarse en el momento preciso requerido por la planta (Bashan, 1886). Las técnicas de inoculación deben ser prácticas, económicas y fáciles de manejar por el agricultor, el producto formulado debe

proveer inóculo suficiente para la planta; debe ser competitivo con las normas comerciales vigentes; así como tener una viabilidad de almacenamiento larga (Fages, 1992).

Actualmente se utilizan algunos métodos para inocular *Azospirillum.* El más simple es aplicando las bacterias en suspensión líquida, ya sea directamente al suelo o a las semillas. Esta técnica ha sido utilizada en numerosos experimentos de invernadero y de campo (Albrecht *et al*., 1981; Fallik *et al*., 1988; Millet y Feldman, 1986) pero no resulta muy adecuada puesto que el tiempo de sobrevivencia de *Azospirillum* en el suelo es relativamente corto en ausencia de un acarreador (técnicas mas confiables utilizan varios acarreadores orgánicos) (Okon, 1985). Los mejores resultados en rendimiento han sido obtenidos a partir de suspensiones de turba vertido por goteo al surco o distribuyendo el inoculante de turba granular al momento de la siembra. Al comparar la viabilidad de *Azospirillum* con diferentes acarreadores, la turba supero a la vermiculita, el polvo de talco, los gránulos de basalto y la bentonita (Fallik y Okon, 1996).

El encapsulamiento de células en biopolímeros como el alginato protege a las células de las tensiones ambientales y permite una gradual liberación de las bacterias al suelo (Bashan, 1986b). La sobrevivencia de las células dependerá de muchos parámetros tales como la cepa, la composición del medio en que se suspendan y las condiciones de secado . Paul *et al*, (1993) encontraron que la viabilidad de las células de *A. lipoferum* encapsuladas en alginato (macroesferas) es mayor con una tasa baja de secado (1.18g/g peso seco/h). Otra opción es la producción de microesferas o microencapsulados bacterianos en una matriz de alginatos y liofilizados. Durante el proceso de optimización para la producción de microesferas de alginatos, se obtuvo mayor sobrevivencia de las células al agregar leche descremada con deshidratación por aire controlada obteniéndose así un inoculante en polvo fácil de almacenar y manejar con mas de 10 billones de células/g (Fages, 1990, 1992).

Debido a las ventajas de sobrevivencias que presentan las células enquistadas de *Azospirillum* sobre las células vegetativas, se sugiere la generación de inoculantes compuestos por agregados masivos o floculados de *Azospirillum* y/*o Rhizobium* , los cuales consisten en una mezcla de quistes y células vegetativas rodeados por una red de polisacáridos (Neyra, *et al*., 1995). La inoculación de frijol con formas floculadas de *R. leguminosarum* o coagregados con *A. brasilense* , promovió la nodulación y el crecimiento de las plantas al compararse con *Rhizobium* no floculado (Neyra, *et al.,* 1995). Los mejores resultados en crecimiento de plantas de maiz se obtuvieron al utilizar como inóculo células de *Azospirillum brasilense* con 40% de polihidroxibutirato (Fallik y Okon, 1996).

Resultados obtenidos en Cuba de aplicación del inoculante *Azospirillum* en forma líquida demostraron que se pudo reducir la fertilización mineral nitrogenada entre el 25 y 30 % en cultivos tales como: arroz, papa, tomate y boniato (Fernández, 1999). Para todos estos casos hubo un incremento en los rendimientos de los mismos (20-30 %) así como un efecto estimulador en el crecimiento de las plantas. Este mismo inoculante fue probado en forma líquida y sólida (soportado en turba) en otros cultivos en Brasil (avena, trigo, cebada y maíz). Excepto en la avena , en el resto de los cultivos , los resultados obtenidos tanto en rendimientos como en dosis de aplicación fueron semejantes a los obtenidos en los cultivos de Cuba (Dalla-Santa, 2000).

Velazco, *et al.,* en 1990 demostraron que en el rizoplano de la caña de azúcar el 50% de la microbiota total corresponde a *Azospirillum.* Destacan además que la respuesta del inoculante estará en dependencia de la localidad en que se utilice, y que el efecto de la

fijación biológica del nitrógeno (FBN) por el mismo disminuye a medida que se incrementa la fertilización mineral nitrogenada.

El desarrollo comercial de inoculantes de *Azospirillum* a escala industrial depende de tres factores principales, los cuales están interrelacionados entre sí: (1) avances en la investigación básica relacionada con el entendimiento de la asociación planta-bacteria; (2) una formulación y una tecnol ogía de aplicación optimizadas y (3) un cambio de actitud favorable por parte de las industrias agroquímicas y semilleras hacia los inoculantes microbianos, así como normas legislativas en cada país que autoricen su uso.

El desarrollo de inoculantes avanzados es una tarea esencial para lograr una aplicación futura de *Azospirillum* . El desarrollo de un acarreador bacteriano adecuado (sintético, orgánico o inorgánico) determinará si la interacción *Azospirillum*-planta tendrá un impacto significativo en la producción agrícola del futuro.

La investigación relacionada con los agroquímicos , especialmente los pesticidas, y sus efectos colaterales indeseables sobre microorganismos presentes en el ambiente ha sido bastante ignorada. La única información disponible se refiere a estudios realizados *in vitro* donde los herbicidas, fungicidas e insecticidas afectaron negativa o positivamente la actividad de la nitrogenasa, así como el crecimiento de *Azospirillum* y el proceso de respiración bacteriana (Buff *et al*., 1992; Gallori *et al.*, 1991; Omar *et al*., 1992; Omar y Abd-Alla, 1992).

Se estudió el efecto de thiobencarb en *Azospirillum* asociado con arroz bajo condiciones de laboratorio y campo y se encontró que tuvo un efecto negativo en el crecimiento de las plántulas (Omar *et al*., 1992). Jena *et al*. (1990). Concluyen que bajo condiciones de no inundación en cultivo de arroz, el efecto de los herbicidas sobre las poblaciones de bacterias diazotróficas dependió del tipo de suelo, concentración del herbicida y del grupo de bacterias.

El pesticida diflubenzuron incrementó significativamente el crecimiento, reducción de acetileno y concentraciones de ATP en células de *A. brasilense.* De seis pesticidas probados , cinco inhibieron el crecimiento y la fijación de nitrógeno de *A. lipoferum* y cuatro afectaron la movilidad y volumen celular. La incorporación de insecticidas en el medio de crecimiento puede provocar el rompimiento de células de *Azospirillum* y la generación de células enquistadas (Mano *et al*., 1988) o un incremento en la fijación de nitrógeno y producción de AIA (Jena *et al.,* 1987). Sin embargo, algunos trabajos han demostrado que *Azospirillum* puede tolerar altas concentraciones de herbicidas y pesticidas (Langenbach *et al.,* 1991; Salmeron *et al.*, 1991).

La aplicación tecnológica de *Azospirillum* dependerá de la realización de más estudios en condiciones de campo sobre el efecto de los agroquímicos en la fisiología de estas bacterias.

REFERENCIAS

Albtrecht, S. L., Okon, Y., Lonnquist, L., y Burris, R.H. (1981). *Crop Sci*. Vol. 21, pp.301-306

Bashan, Y. (1996). *Appl. Environ. Microbiol*. Vol.51, pp. 1067-1071

Bashan, Y., Levanony, H y Klein, E. (1986). *J. Gen. Microbiol*. Vol.132, pp. 3069-3073

Buff, K., Mano, D. M. S y Langenbach, L. (1992). *Appl. Environ. Microbiol*. Vol.8, pp. 592-600

Fages, J. (1992). *Symbiosis*. Vol. 13, pp. 15-26.

Fallik, E y Okon, Y. (1996). *Soil Biol. Biochem*. Vol.28, pp. 123-126

Fallik, E., Okon, Y y Fisher, M. (1998*). Soil Biol. Biochem*. Vol. 20, pp. 45-49

Fernández, R. (1999). *Tesis de Maestría*. Universidad de La Habana. Instituto Cubano de investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar. (ICIDCA). (Cuba).

Gallori, E., Casalone, E., Colella, C.M., Daly, S y Polsinelli, M. (1991). *Res. Microbiol*. Vol. 142, pp. 1005-1012

Jena, P.K., Adhya, T.K y Rao, V.R.(1987*). J.Appl.Bacteriol*. Vol. 63,pp. 355-360

Langenbach, T., Mano, D.M.S., De-Souza, W y Hagler, A.N. (1991). *Cienc.Cult*. Vol. 43,pp. 207-209

Mano, D.M.S., Matos, A.C.M. y Langenbach, T. (1988). In *Azospirillum* IV: Genetics, physiology, ecology. W. Klingmuller (Ed). Springer-Verlag, Berlin, Heilderberg. pp. 159-165.

Millet, E. y Feldman, M. (1986). *Plant Soil*. Vol. 80, pp. 255-259.

Neyra, C.A., Atkison, A y Olubayi, O. (1995). In: *Azospirillum VI* and related microorganisms, genetics-physiology-ecology. (I. Fendrik, M. Del Gallo, J. Vanderleyden y M. De Zamaroczy (Eds). NATO ASI Series, Series G: Ecological Sciencies, Springer Verlag, Berlin, Heilderberg, Germany. Vol. G37: pp. 429-439

Okon, Y. (1985). *Trends in Biotechnology* . Vol. 3, pp. 223-228

Omar, M.N.A., Berge, O., Hassanein, E.E y Shalan, S.N. (1992). *Symbiosis*. Vol. 13, pp. 55-63

Omar, S.A y Abd-Alla, M.H. (1992). *World Journal of Microbiology and biotechnology*. Vol. 8,pp. 326-328

Paul, E., Fages, J., Blanc, G y Pareilleux, A. (1993). *Can. J. Microbiol*. Vol. 40, pp. 34-39

Salmeron, V., Martínez-Toledo, M. V y González-López. (1991). *Enviromental toxicology and Chemestry.* Vol.10, pp. 493-499.

Velazco , A., Medina, A y Lugo, O. (1990). Archivo del grupo de Biofertilizantes del Depertamento de Suelos y agroquímica. INICA

AVANCES DEL PROGRAMA DE FITOMEJORAMIENTO EN CUBA. IMPACTO EN LA AGROINDUSTRIA AZUCARERA

Jorge, Héctor
Jorge Ibis
Bernal Norge
Cabrera, Lorenzo
González, Féliz
Díaz, Félix R
González, Roberto
González, Rolando
Santana, Ignacio
Castro, Sergio,
Argota , Alberto
Tuero, Susana

Instituto Nacional de investigaciones de la caña de azúcar (INICA). Ave Van Troi 17203. Boyeros, C. Habana
E.mail: hector@inica.edu.cu

ABSTRACT

The evolution of the Cuban, genetic background results of the last six hybridization campaigns, as well as the changes in the breeding program are offered. The incorporation of new cultivars resistant to main diseases for production is shown as well as the repercussions of diminishing the national area occupied by susceptible varieties to rusts and bunts. The varietal evolution (1930-2000) and the present composition is also reflected. Several genotype groups are shown as a solution to stress soils (poor drainage 24,4%, drought and salinity 12,2% of the national sugarcane area), 19 varieties are also recommended since they are characterized for being long cycle to harvest and showing high sugar yield as well as resistance to the main pathologies affecting the crop in Cuba. The economic effect is also shown on recommended cultivars as a result of the Breeding program whose profits oscillate between 178024.00 to 22360404.00 USD.

INTRODUCCIÓN

La caña de azúcar en Cuba representa el principal producto agrícola e industrial, y es fuente de nuestras riquezas, es por ello que, 1.5 millones de ha, que representan el 40 % del área total cultivada, son dedicadas a estas plantaciones. La obtención de variedades, es responsable de al menos el 50% de los incrementos de los rendimientos del cultivo en las últimas décadas, los países con mejores eficiencias en sus industrias azucareras dedican desde poco menos del 1 % (Colombia) hasta más del 1,5% (Australia) del valor total de la

producción azucarera a los Programas de Investigación, Desarrollo y Extensión. (Bernal *et al*, 1999).

Para garantizar el óptimo desarrollo y máximo aprovechamiento del cultivo en Cuba, el Instituto Nacional de Investigaciones de la Caña de Azúcar (INICA), tiene la responsabilidad de desarrollar las investigaciones básicas y aplicadas en la agricultura cañera. Es objetivo de este trabajo mostrar los principales resultados alcanzados por el Programa de Fitomejoramiento desarrollado en Cuba.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para desarrollar el trabajo se utilizó la información existente en la red de estaciones del INICA. Se analizó el incremento del germoplasma en el período de 1984-2001, información de las campañas de hibridación desarrolladas en los últimos 6 años, la influencia de las enfermedades sobre la evolución varietal, así como la composición actual de las variedades y el efecto económico de su incorporación.

Colección de Germoplasma

En Cuba en el año 1984 existían 1 200 formas e híbridos, se trabajó en tres vías fundamentales para la ampliación: intercambio internacional, expediciones a centro de orígenes y nuevos individuos producto del mejoramiento nacional. De esa manera, la colección al cierre del 2001 contaba con 3 346 formas e híbridos (nacionales y extranjeros) y géneros afines (fig. 1).

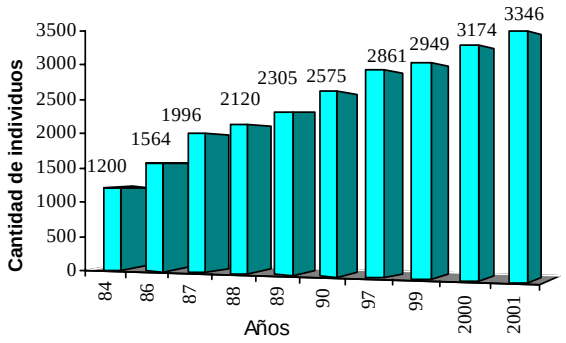


Fig. 1 Crecimiento del genofondo cubano

Para garantizar su conservación (ex situ) la colección está replicada en 2 Estaciones Provinciales de Investigación para evitar la erosión genética, las formas en peligro de extinción son crioconservadas o mantenidas en condiciones de laboratorio, conservación de tejidos y plantas en medios de cultivo de crecimiento retardado (*in vitro*). La evaluación del germoplasma durante los últimos 15 años ha permitido caracterizar a un grupo de genotipos, los cuales son utilizados en los Programas de Mejora, lo que permite contar con un grupo de individuos para enfrentar los diferentes retos y exigencias. Como resultado de esta evaluación se han seleccionado un total de 400 progenitores destinados al Programa Comercial de Variedades, basado en el contenido azucarero, rendimiento agrícola y resistencia a la roya

(*Puccinea melanocephala* H. and P. Sydow) y el carbón de la caña (*Ustilago scitaminea* Sydow), principales enfermedades que afectan al cultivo.

Hibridación

Las campañas de cruzamiento se han caracterizado por mantener como promedio 1 760 cruzamientos y 940 combinaciones biparentales, logrando un incremento sustancial del número de combinaciones por la utilización de la técnica del policruce. Los resultados de las últimas seis campañas de hibridación reflejan que los cruces comprobados han ido disminuyendo a causa de la incorporación de nuevos progenitores como resultado del mejoramiento nacional y la introducción de nuevas formas e híbridos producto del intercambio con otros países. Es de destacar que el trabajo de hibridación ha sufrido varios cambios debido a:

- Aparición de la roya (***Puccinia melanocephala*** H. y P. Sydow
- Aparición del carbón (***Ustilago scitaminea*** H. Sydow)
- Aparición de la Escaldadura foliar
- Nuevas demandas de los productores
- Estudio detallado de los recursos genéticos en los últimos 15 años.
- Mayor preparación del personal que trabaja en la actividad.

Influencia del Programa de Mejora en la situación fitosanitaria del país

La roya y el carbón son enfermedades que ya llevan más de dos décadas establecidas en el país. En el caso del carbón, enfermedad que ha causado pérdidas agrícolas a la producción azucarera, trayendo como consecuencia la necesidad de cambios en la política varietal del país, pasando del cultivo monovarietal a la extensión de un grupo de genotipos con resistencia a esta enfermedad, disminuyendo a través de los años de un 52.5 al 12.5 % del área nacional ocupada por variedades susceptibles a esta patología en el período 1990-2000. patología a la producción azucarera; Masot y Jorge (1998) reportaron estimados de pérdidas económicas de 212 839.92 USD ocasionadas por esta enfermedad en estudios realizados en la provincia de Cienfuegos. Algo similar ha sucedido con la roya que ha comenzado su decrecimiento, el cual ha sido menos marcado, haciéndose más evidente a partir del año 1996, de un 55.8 al 36.0 %, ya que las recomendaciones realizadas en este período han estado caracterizadas por la presencia de cultivares resistentes a esta patología.

Evolución varietal

Los éxitos del Programa Nacional de Mejora, la introducción de variedades foráneas y la extensión de nuevas variedades a la producción, permitió que el año 1995, las variedades cubanas ocuparán el 92 % del área cañera nacional. Al cierre del año 2000 este porcentaje disminuyó al 86.5 %, producto de la incorporación a la producción de nuevos cultivares extranjeros, también estudiados y recomendados por el Programa y al crecimiento de los que ya se encontraban en explotación, ente otros (fig. 2) (Jorge *et al*., 2001).

Al hacer un análisis de la composición varietal de nuestro país (cierre de junio 30 del 2001) (fig. 3), se puede apreciar que la misma se ajusta a las tendencias actuales en el

mundo), ya que se explotan 14 variedades comerciales y el máximo porcentaje de área, lo ocupaba la C323-68 con el 21.0 %, que está dentro de los límites permisibles (menor del 25 %).

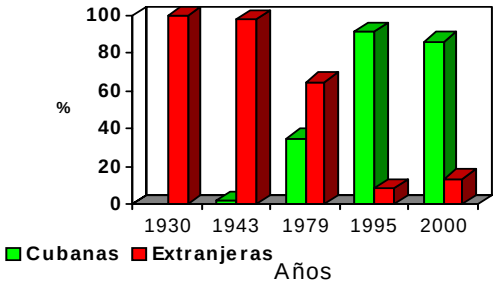


Fig. 2 Evolución varietal en Cuba en el período

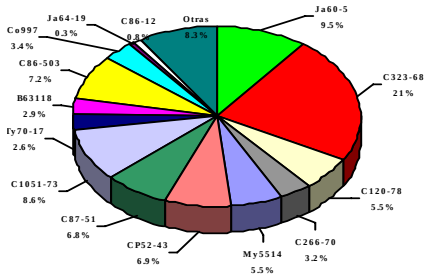


Fig. 3 Composición varietal de Cuba (cierre

El perfeccionamiento del Programa de Mejoramiento Genético establecido por el INICA, teniendo como requisito indispensable la resistencia probada a las principales patologías del cultivo, ha permitido recomendar un grupo de genotipos para las diferentes regiones agroclimáticas del país o condiciones específicas.

Variedades adaptadas a ciclos largos de cosecha

El 57 % del área nacional se planta en el ciclo de primavera para dejar quedar, siendo esto una limitante para la producción, pues no todas las variedades se adaptan al mismo, sin embargo, existen 19 nuevos genotipos (C86-12, C128-83, B80250, SP70-1284, C88-187, C89-161, C90-501, C140-81, Co997, C86-156, C88-380, C203-82, Q68, C89-148, C89-176, C88-381, C88-523 y C90-469) que además de ser resistentes a las principales enfermedades que afectan al cultivo, resultados de investigación han demostrado que se adaptan a este ciclo.

Variedades para las condiciones de sobrehumedecimiento

Los suelos de mal drenaje ocupan el 24.4 % del área cañera del país, recayendo su mayor peso en la costa norte de Villa Clara, Sancti Spíritus y Ciego de Ávila, los que agrupan 12 CAI, recomendándose 7 nuevas variedades (C86-12, C86-503, Co997, C137-81, C86-456, C132-81 y SP70-1284), adaptadas a los ciclos largos de cosecha. (C86-12; Co997; C132-81 y SP70-1284) Al cierre del año 2000 estos genotipos cubrían un área de 38 817.6 ha, resultando las mismas resistentes a la roya y al carbón.

Variedades recomendadas para suelos pobres, secantes, con diferentes niveles de salinidad y zonas de bajo régimen pluviométrico.

En Cuba el 12.2 % del área cañera nacional, se encuentran ubicadas en suelos pobres, secantes, con diferentes niveles de salinidad, condiciones que inciden de forma negativa en la obtención de buenos rendimientos agrícolas. Sobre ellos y durante varios años, se han explotado diferentes variedades comerciales sin lograr alcanzar los resultados

esperados. Esta situación se hace más marcada en las provincias de Las Tunas, Holguín, Granma y Guantánamo, para las cuales se han recomendado 9 variedades (C86-503, C90-501, C111-79, C138-77, C86-502, C90-530, C86-165, C86-531 y C86-621) que ocupan actualmente 45 097.9 ha, obteniéndose resultados satisfactorios, donde predomina la resistencia a las principales enfermedades que afectan al cultivo (roya y carbón).

Variedades recomendadas a extensión

Se realizó con genotipos caracterizados por mostrar en la etapa experimental elevados rendimientos agroazucareros y resistencia a las principales enfermedades, estos son: C86-165, C89-161, C89-250, Q68, C89-148, C86-156, C90-317, C88-380, C88-381, C86-406 y C88-523

Efecto económico de las nuevas variedades

Como resultado del Programa de Mejoramiento Genético de la Caña de Azúcar se han recomendado un grupo de cultivares a los que se les ha estimado el efecto económico aportando ganancias en comparación con los testigos tanto a escala comercial (C323-68, C1051-73 y C120-78), como en los Estudios de Extensión (C86-503, Co997, C86-12, C86-456, C137-81 y C132-81).

Estas ganancias han oscilado entre 178 024.00 a 22 360 404.00 USD, considerando un valor promedio de la t/azúcar a un precio de 200.00 USD.

CONCLUSIONES

1. 1. Las nuevas variedades recomendadas y su correcto manejo en suelos con deficiente drenaje constituyen una importante vía para la solución de la problemática existente con la producción cañera en más del 24.4 % del área del país dedicada al cultivo, ubicadas fundamentalmente en la región Central del país
2. 2. La recomendación de 9 variedades de caña de azúcar para su explotación en suelos pobres, secantes, con diferentes niveles de salinidad y zonas de bajo régimen pluviométrico, dan respuesta a las necesidades de la producción cañera en más del 12,2 % del área nacional. Las provincias de La Habana, Matanzas, Cienfuegos, Villa Clara, Camagüey, Las Tunas, Holguín y Guantánamo son las más afectadas por estas condiciones.
3. 3. La incorporación a la producción de 243 804.89 ha de nuevas variedades con buenas características agrícolas, azucareras y resistencia a las principales enfermedades, permite mejorar cualitativamente la composición varietal actual, contribuyendo a la disminución progresiva del porcentaje del área cañera nacional de variedades comerciales que ocupan variados niveles de susceptibilidad a diferentes patologías.
4. 4. El efecto económico valorado tanto a escala comercial (C323-68, C1051-73 y C120-78), como en los Estudios de Extensión (C86-503, Co997, C86-12, C86-456, C137-81 y C132-81), ha aportado ganancias que han oscilado entre 178 024.00 a 22 360 404.00 USD.

REFERENCIAS

Bernal N.; Ibis Jorge; N. Milanés; S. Castro; G. Pérez; J. Vallina; R. Cruz y Angela Tomeu. (1999): Situación actual y perspectivas del Mejoramiento Genético de variedades de Caña de Azúcar en Cuba. Procedimiento Tecnológico para la implementación del Servicio de Variedades y Semilla. Dpto. Mejoramiento Genético. INICA pp 1-14.

Jorge, H.; Ibis, Jorge; N. Bernal;; Susana Tuero; G. Pérez; L. Cabrera; I. Abrantes; O. Carvajal y R. Mujica (2001): Programa de Fitomejoramiento. Impacto en la producción azucarera cubana. Ponencia al *Forum de Ciencia y Técnica* XIV. Archivo Programa de Fitomejoramiento

BAGAZO MOLIDO COMO COMPONENTE ORGÁNICO DEL SUSTRATO DE VITROPLANTAS Y POSTURAS EN LA ETAPA DE ADAPTACIÓN

Fernández Rodríguez, Juan

UIP de la Celulosa del Bagazo Cuba-9. Apartado 8. 33500. Quivicán. La Habana. Cuba.
E.mail: ivestig@c9.etecsa.cu

ABSTRACT

Bagasse fibers produced by milling this row material in a disc mill, according to a procedure suggested by Cuba-9' researchers, can be successfully used as organic component of substrates during acclimatization of young plants previously obtained from tissue culture.

Physical and chemical properties of bagasse fibers were compared with those corresponding to coconut fibers, traditionally used for this purpose. Porosity and absorption capacity were superior when using milled bagasse, but decomposition speed was a little bit faster compared to coconut fibers, possibly because there is a higher lignin content in this material.

Each type of fiber was mixed with zeolite by formulating a substrate which was incorporated into biodegradable containers of 86 cm^3 capacity used for acclimatization of young pineapple plants during 120 days. In both cases the plants showed an adequate growing and the survival index was over 95 %.

INTRODUCCIÓN

Los productos lignocelulósicos presentan una amplia gama de aplicación industrial y agrícola debido a las ventajas que ofrecen y a sus precios competitivos.

En el caso particular de la agricultura, estos productos obtenidos generalmente a partir de desechos agrícolas o industriales, van a incorporarse al suelo como materia orgánica; pero con el desarrollo de nuevas tecnologías, usadas para la propagación de vitroplantas y posturas, algunos de estos materiales fibrosos se están empleando como rellenos orgánicos de sustratos, que se añaden a distintos tipos de contenedores usados para la adaptación y siembra de muchas especies de plantas. En las condiciones de nuestro país, tradicionalmente se utiliza, para estos fines, la fibra adherida al cascarón del coco, una vez que el mismo es pelado; sin embargo, a pesar de ser un residuo relativamente barato su disponibilidad principalmente se concentra en Baracoa, lo que dificulta su transportación al occidente del país debido a que es un material muy voluminoso.

El objetivo de este trabajo es demostrar la potencialidad de las fibras del bagazo como componente orgánico de sustratos en la adaptación de vitroplantas.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó utilizando 1440 vitroplantas de piña, las cuales cubrieron la fase de adaptación de 120 días en contenedores biodegradables de 86 cm^3 insertados en bandejas plásticas de 40 celdas y colocadas en casa de aclimatación que permitía el paso de 400-500 μ E. S^{-1} m^{-2} de luz, con un sistema automatizado de riego por microaspersión ajustado con un flujo de 62 L/h.

Se aplicaron dos variantes experimentales: una con fibra de bagazo y la otra con fibra de coco para la comparación. El sustrato utilizado fue una mezcla de zeolita granular cargada y cachaza en una proporción de 80: 20. A esta mezcla se le adicionó el 10 % de las fibras del bagazo o de las fibras del coco.

Mensualmente se emitió un criterio cualitativo visual por los especialistas sobre el crecimiento de las plantas, para lo cual se fue arrancando una muestra representativa de las mismas con el fin de evaluar el desarrollo del sistema radical, la coloración del follaje y el vigor de las plantas.

La fibra de bagazo se preparó en Cuba-9 desmedulándolo en suspensión en un molino de discos para romper los paquetes y luego separar parte de la médula a través de una zaranda vibratoria con placa perforada de 3 mm de diámetro.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla 1 aparece la granulometría del bagazo desmedulado en molinos de discos, procedimiento mediante el cual no solamente se separa una cierta cantidad de médula sino que también se hace un lavado eliminando azúcares residuales que pueden favorecer el desarrollo de la flora bacteriana y de hongos, con el consiguiente peligro de contaminar la sanidad del sustrato.

Tabla 1. Granulometría del bagazo

Tamices (mm)	% en peso retenido
25.4	0.000
8.0	4.800
4.0	1.560
0.350	82.500
0.250	9.560
Fondo	1.460

Como puede apreciarse, este material, conformado por partículas en forma de haces fibrosos, presenta una granulometría en la que cerca del 90 % de las partículas están comprendidas entre los 8 y los 0.35 mm, con muy pocas partículas grandes y muy pocos finos. Esto se debe a que durante el proceso de desmedulado en el molino de discos se produce corte de los haces fibrosos disminuyendo su tamaño y por otra parte al tamizar el bagazo molido se elimina la médula y casi todas las partículas finas.

En la tabla 2 se reporta la composición química porcentual de las fibras del bagazo producidas por la tecnología de Cuba-9 y de las fibras del coco. Como se observa, ambos materiales están conformados por los polímeros naturales: celulosa, lignina y hemicelulosa.

Tabla 2. Composición química de los materiales

Componente (%)	Fibras de bagazo	Fibras de coco
Celulosa	49	33.35
Hemicelulosa	26	-
Lignina	21	37.7
Extractivo alcohol	2.0	6.5
Cenizas	0.5	6.7

En la tabla 3 se comparan las características de las fibras de bagazo y de coco, utilizadas como rellenos orgánicos en el sustrato para la adaptación de vitroplantas.

Tabla 3. Características de las fibras del bagazo y del coco

Características	Fibras de bagazo	Fibras de coco
PH	6.2-6.6	5.8-6.4
Densidad aparente (g/cm^3)	0.032	0.084
Capacidad de absorción g de agua/100 g material	841	790
Porosidad (%)	96	94.6
Velocidad de descomposición	Lenta	Lenta
Sanidad	Excelente	Excelente

Desde el punto de vista de su industrialización la fibra de coco se usa como relleno de cojines de autos y como medio filtrante (Zanon, P. 1999); en tanto que el bagazo presenta un mayor campo de aplicación en cuanto a su industrialización ya que se utiliza para la producción de energía, de pulpa para cartón y papel, de tableros, de furfural así como la obtención de otros derivados (Galves, L.1988).

El pH del sustrato tiene efectos indirectos en el crecimiento de las plantas, dado por la disponibilidad de varios nutrientes y la actividad de algunos microorganismos beneficiosos. El rango de pH entre 5.5 y 7 resulta óptimo para la mayoría de los cultivos (Hudson, T. 1990).

La densidad de bulto o densidad aparente de un material juega un papel importante en su manipulación y transportación. Para ambos materiales se recomienda su comercialización en briquetas o pacas con un alto grado de compactación, las cuales, en el caso de la fibra de coco, deben hidratarse y lavarse antes de usarlas en el sustrato con el fin de eliminar el exceso de sales.

La capacidad de absorción de agua por el material y la retención de la misma es importante ya que esta agua será utilizada por la planta, lo cual puede reducir el número de riegos, con el consiguiente ahorro de energía y de agua (Pérez, J.1998).

La porosidad intrínseca del material le permite al mismo absorber gran volumen de agua para retenerla en sus poros, de manera que conviene que estos materiales orgánicos presenten alta porosidad.

La velocidad de descomposición o biodegradación del material orgánico es un factor a tener en cuenta en la calidad de los sustratos. Tanto la fibra del bagazo como la del coco se descomponen más lentamente que la turba, evitando la compactación del sustrato. Las fibras de bagazo se descomponen algo mas rápido que las fibras del coco, probablemente debido a un mayor contenido de lignina de esta última.

Uno de los requisitos que debe cumplir un sustrato es la sanidad pues debe garantizarse que no contenga microorganismos patógenos que compiten por los nutrientes del sustrato y además causan daños directos a las vitroplantas en la fase de adaptación afectando el porciento de sobrevivencia. Tanto la fibra del bagazo como la del coco presentaron una excelente sanidad.

Después de concluido el experimento a los 120 días se hizo una evaluación final, la cual se refleja en la tabla 4.

Tabla 4. Propiedades alelopáticas de las vitroplantas adaptadas con diferentes acondicionadores de sustrato

Propiedades	Sustrato con bagazo	Sustrato con fibra coco
Enraizamiento	Excelente	Excelente
Coloración del follaje	Verde	Verde
Vigor	Bueno	Bueno
Porciento de sobrevivencia	95.0	95.4

Durante el cultivo in vitro las plantas crecen bajo un ambiente que difiere mucho de las que crecen en invernaderos o en el campo, por lo que se producen cambios en la morfología y en la fisiología de las plantas. Todos estos cambios provocan que una parte de las plantas micropropagadas no sobrevivan al trasplante a las condiciones ambientales. De esta manera la fase de aclimatación es trascendental para la propagación comercial pues de ello dependerá tanto la calidad como la economía del proceso (Pérez, J. 1998).

Por esta razón, la sobrevivencia es el principal parámetro a evaluar en un proceso de aclimatación y son muchos los factores que inciden en tener una tasa baja de morbilidad y mortalidad de las plantas. Como se puede apreciar el porciento de sobrevivencia para la adaptación de las vitroplantas de piña es alto en ambos casos ya que el nivel de pérdida es del orden del 5 %, demostrándose que el bagazo es técnicamente factible para estos fines.

Por otra parte no se observó ninguna incidencia visual negativa por el uso del bagazo como acondicionador de sustratos ya que no se encontraron diferencias marcadas en el enraizamiento, la coloración del follaje y el vigor al comparar las vitroplantas adaptadas en sustrato con fibras de bagazo con las adaptadas en sustrato con fibra de coco.

En ambos casos, el sistema radical de la planta tuvo un desarrollo excelente en número y calidad y no se observó amarillamiento o marchitez del follaje, en tanto que el vigor de las plantas dado por su tamaño y su fortaleza fue similar.

CONCLUSIONES

Las fibras de bagazo obtenidas por el procedimiento de molida en molinos de discos, desarrollado en Cuba-9, son técnicamente factibles de usarse como acondicionador orgánico de sustratos para la adaptación de vitroplantas, ya que sus propiedades físicas, químicas y biológicas son apropiadas y los resultados obtenidos con esta variante, en la fase de adaptación, son similares a los obtenidos con los de la fibra de coco, establecida tradicionalmente para estos fines.

REFERENCIAS

Zanon, P. (1999). "Influencia del sustrato en la producción de rosas para flor cortada". *Revista Agrícola Vergel*. Vol. 3, pp.146-152

Galves, L.(1988. "La industrialización del bagazo". Monografía. ICIDCA

Hudson, T; Dale, E; Fred, T.(1990). "Plant propagation. Principles and practices". Fith edition. New jersey

Pérez, J.(1998). Propagación y mejora genética de plantas por biotecnología. Vol 1. Santa Clara. Cuba

BENEFICIOS DE UN SERVICIO GENERALIZADO EN LA PROVINCIA DE CAMAGÜEY (SERVAS)

Zambrano Quiñones, Yumarys
Prada Esquivel, Florencio de Dr,
Vega Rivera, Armando Dr
Vallina Romero, .Julio

Instituto Nacional de Investigaciones de la Caña de Azúcar, Ave: Van Troi No 17203. Ciudad de La Habana. MINAZ. **E.mail**: cecilia@inica.edu.cu

RESUMEN

Se presentan los resultados de la implementación del SERVAS de forma generalizada en los 14 CAI de la provincia de Camagüey. Con la Implementación de este servicio se obtuvieron porcentajes adecuados en la composición varietal de cada unidad o entidad productiva, logrando de esta manera, una mejoría considerable en cuanto a factores de manejo varietal, destacándose entre ellos el contenido azucarero, período de maduración e incidencia a enfermedades, esto indica grandes beneficios que deben reportarse a medida que se va consolidando la recomendación en el ciclo de reposición, llegando al final del ciclo con todos los bloques correctamente sembrados y la cadena de semilla ordenada, proporcionando un uso adecuado y productivo de las variedades recomendadas, incrementos de producción tanto desde el punto de vista agrícola como industrial, una distribución equilibrada de variedades y reducción de costos en este sector agrícola.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad se ha avanzado en el desarrollo e introducción de tecnologías creadas para la agricultura cañera, lo cual a permitido que se eliminen o atenúen dificultades serias que han venido lastrando el trabajo, dentro de las que se pueden enumerar las siguientes:

a) a) Espontaneidad del manejo varietal en unidades y CAI.

b) b) Deficiente conocimiento de las variedades comerciales por parte del productor.

c) c) Poca supervisión y control por parte de las diferentes instancias.

d) d) Cadena de semilla deficiente.

Una de estas nuevas tecnología es precisamente el Servicio de Variedades y Semillas (SERVAS) el que logra estructurar y organizar el manejo adecuado de las variedades y la introducción y producción de la semilla.

El siguiente trabajo evalúa los avances que se logran al implementar de forma generalizada el SERVAS en la Provincia de Camagüey y hace determinadas reflexiones que sirven de referencia para la generalización rápida de este servicio en todo el país y fuera del mismo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los datos obtenidos para la elaboración del artículo, fueron tomados de la base de datos agrícola de los 14 CAI y de los informes al implementar y generalizar el servicio (SERVAS) en la provincia de Camagüey.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De la superficie cubierta de caña en la provincia de Camagüey por un grupo de 53 variedades comerciales, 3 de ellas ocupan el 58.07 % del área (Ja60-5, C323-68 y My5514), siendo además genotipos con problemas de susceptibilidad a la roya y el carbón de la caña de azúcar (figura 1), al implementar el SERVAS, este número se reduce en correspondencia con la heterogeneidad de los diferentes ambientes de cada lugar así como los criterios aplicados para lograr porcentajes adecuados en la composición varietal de cada unidad o entidad productiva, (no más del 25% a nivel de CAI) (figura 2).

Vega et al 1999, plantea que un grupo de genotipos que de respuesta productiva conveniente a través de toda una gama de exigencias edafoclimáticas, satisfaga los requerimientos de protección fitosanitaria y se adecue a manejos agronómicos costeables y sostenibles, puede ser tan pequeño como sea posible. Por su parte González et al, 1999 plantea que evidencias científicas han conducido a cambios conceptuales tanto en las áreas de la investigación como en la esfera productiva, en lo referente al uso y manejo de variedades en la agricultura cañera mundial siendo importante el manejo de un grupo optimo de las mismas para satisfacer los requerimientos productivos.

las ; actuales y
de e un grupo
áre en grandes
ve que hemos
est as, cuestión
rep el ciclo de
ser cadena de
dadas.

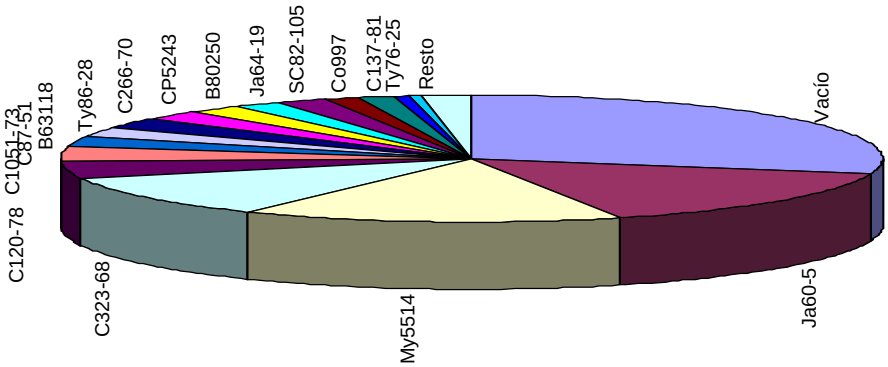
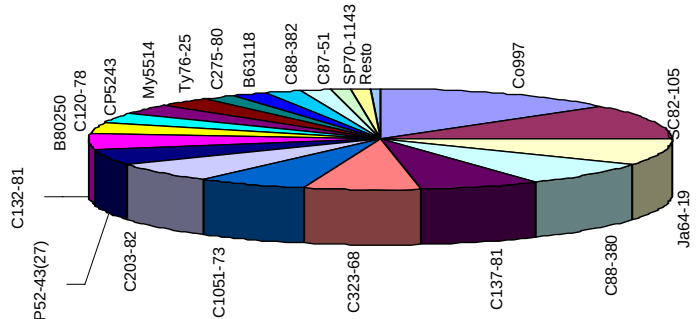


Fig. 1Composición actual de variedades de la provincia

				Área (Cab)
				729.20
				299.27
Noel Fernandez	23	13	9.23	1055.06
Ignacio Agramonte	23	15	0.95	871.23
Argentina	23	11	9.58	546.26
Carlos Ma				917.19
República				995.89
Alfredo Á				347.76
Siboney				285.53
Batalla de				1106.87
Panamá				1969.48
Jesús Suár				1221.27
Haití				962.84
Cándido C				771.10



Con la implementación del SERVAS, podemos observar (figuras 3, 4, 5 y 6) que al final del ciclo de reposición, la composición de variedades refleja un comportamiento significativamente más productivo, resistente a enfermedades y plagas, si tenemos en cuenta a la desaparición genotipos con problemas de alta suceptibilidad como la Ja60-5 o la reducción significativa de otros menos productivos como la C323-68 y la My5514, logrando combinar eficientemente un grupo de individuos, cuyo expresión debe ser optima para los bloques elegidos, siempre y cuando no fallen o alteren el resto de las labores agrotécnicas del cultivo.

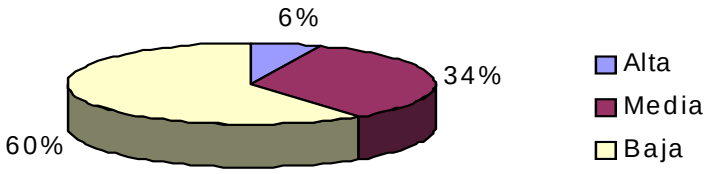


Fig. 3 Porcentaje de incidencia del carbón de las variedades recomendadas.

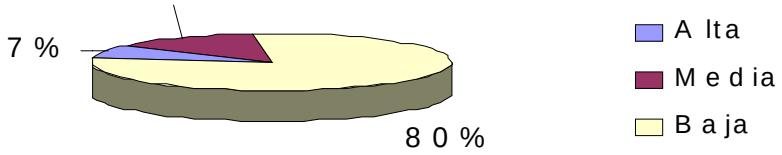


Fig. 4 Porcentaje de incidencia de la roya de las variedades

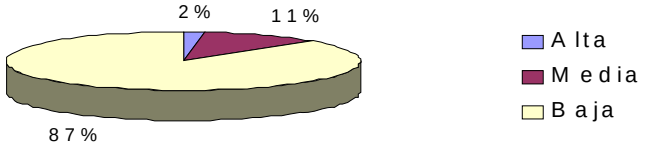
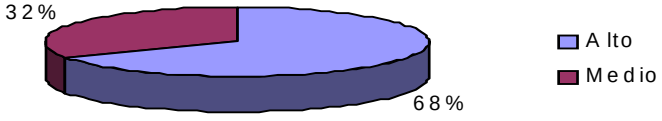


Fig 5 Porcentaje de incidencia del bórer de las



Lo anterior indica que existe una base relativamente amplia de material para trabajar y manejar adecuadamente y los resultados a lograr solo dependen de su correcta aplicación, siendo un compromiso de la comunidad científica del INICA el evaluar periódicamente los avances logrado y de ser necesario modificar sus enfoques de investigación cuando los planteamientos iniciales hayan estado equivocados o haya nuevos resultados importantes que aplicar en la práctica, siendo la continuidad de la investigación científica y la aplicación en la práctica de estos resultados factores fundamentales para la resolución de los múltiples problemas que nos afectan en la actualidad.

REFERENCIAS

González, R. M., N. Bernal, A. Vega, A. Argota y F. Quintana (1999). Introducción al SERVAS. Procedimiento Tecnológico para la Implementación del Servicio de Variedades y Semilla. pp 15-20.

Vega A., y R. M. González (1999). Caracterización de Variedades de Caña de Azúcar. Procedimiento Tecnológico para la Implementación del Servicio de Variedades y Semilla. pp 49-65.

BIOPRODUCTOS EN LA ACLIMATIZACIÓN DE PLÁNTULAS DE CAÑA DE AZÚCAR (SACCHARUM SP. HÍBRIDO) PROVENIENTES DE BIORREACTORES DE INMERSIÓN TEMPORAL

González-Olmedo, Justo L
Escalona, Maritza
Cid, Mariela
Pina, Danilo
Rodríguez,.Romelio

Centro de Bioplantas. UNICA. Carretera a Morón km. 9, CP. 69450
E-mail: justo@bioplantas.cu

ABSTRACT

Jasmonic acid (JA), a new bioproduct of Cuban Sugarcane Industry, was applied during acclimatization of sugarcane plantlets (*Saccharum sp. hybrid*) var. C-91-301, which were micropropagated by Temporary Immersion Bioreactors (TIB), as substrate source was used filter cake plus ash mixtures (1:1, v:v). In the first experiment was study the influence of different photosynthetic photon flux density (PFD) on survival, growth and development in plantlets. The best result was achieved when high intensity light was used. In a second experiment the plantlets were placed in controlled condition of relative humidity, light (PFD) and temperature in greenhouse with automated irrigation system. The best behaviour of the parameters evaluated was shown when was used the exterior condition management. Third experiment, at the initial moment and each seven days until 42nd were evaluated fresh and dry weight, leaves number and rooting. The behaviour ratify the fact that the increase of light and gradual low relative humidity during acclimatization, expressed for the survival rate to 95 % and increase in the growth and development of plantlets. In the process was observed an increase in stomata density and foliar area, different to chlorophyll content. JA closed the stomata and reduced yet more the mortality of plants.

INTRODUCCIÓN

La aclimatización es la etapa final de un protocolo de micropropagación. Durante la cual las plántulas se adaptan a los nuevos ambientes de las casas de cultivo y por último a las de campo. El mal funcionamiento de las relaciones hídricas y el pobre desarrollo del sistema fotosintético son las principales causas de la pobre supervivencia alcanzada en esta fase (Preece y Sutter, 1991). Para recuperar en parte los bajos rendimientos de la caña de azúcar se han introducido en Cuba las técnicas de micropropagación, que ha motivado la producción masiva de plántulas en varios laboratorios comerciales, así como la ejecución de proyectos científicos que generen nuevos protocolos de cultivo *in vitro*, entre ellos los de biorreactores de inmersión temporal (BIT).

A pesar de la producción millonaria de plántulas, la cifra que llega a los campos es muy baja por deficiencias en las metodologías de aclimatización. Por estas razones el presente trabajo pretende evaluar algunos componentes de una metodología de adaptación de vitroplantas de caña de azúcar, que incluye la aplicación del ácido jasmónico, para elevar los porcentajes de supervivencia y el crecimiento y desarrollo de las plantas provenientes de BIT, basados en el comportamiento de variables anatomo - fisiológicas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Material Vegetal: Se utilizaron plántulas de caña de azúcar (*Saccharum sp. híbrido*) var. C91-301 micropropagadas en biorreactores de inmersión temporal, según Lorenzo y otros, 1998.

Sustrato: Cachaza+Ceniza 1:1, v:v. Las características químicas del sustrato se describe a continuación:

% N	% P	% K	% Ca	% Mg	% MO	% H_2O	pH
1.60	1.68	0.58	4.92	0.856	38	30.81	6.9

Experimento 1. *Efecto de la luz sobre la supervivencia: S*e emplearon cámaras de adaptación con cubiertas que permitían FFF de aproximadamente: 1000, 600, 400 y 200µmol $m^{-2}s^{-1}$. Se emplearon cuatro tratamientos los cuales contaron con 40 plántulas en un diseño experimental completamente aleatorizado, donde se analizó cada planta como una unidad experimental.

Experimento 2. Efecto del manejo de las condiciones ambientales en el desarrollo de las plántulas. Las plántulas se cambiaron según los ambientes: condición inicial y final (HR (%);FFF (**µmol $m^{-2}s^{-1}$**):*Tratamiento* I**:** (95;600+90;1000);*Tratamiento II***:** (95;600+80;2000);*Tratamiento III***:** (90;600); *Tratamiento IV***:** (90;600+80;2000). Se empleó un sistema automatizado de riego por microjet que garantizó humedad relativa superior al 90 %. En los momentos inicial y final del experimento a las plántulas se les evaluó la masa fresca, el número de hojas fotosintéticamente activas y el número de hijos.

Experimento 3. Dinámica de crecimiento y desarrollo bajo las condiciones de aclimatización descritas**:** Se seleccionó el tratamiento con mayores niveles de supervivencia, de modo que en los primeros 21 días las plántulas permanecieron bajo las condiciones ambientales de 90 % HR y 1000 µmol $m^{-2}.s^{-1}$, luego se trasladaron a exteriores donde las condiciones ambientales fueron 80 % HR y 2000 µmol $m^{-2}.s^{-1}$. Las evaluaciones fueron realizadas cada siete y hasta los 42 días, las variables evaluadas fueron las masas fresca y seca (g), número de hojas y raíces, densidad estomática, área foliar y contenido de clorofilas según Porras, 1991.

Para el análisis de la densidad estomática se aplicó esmalte traslúcido a la parte central del envés de la hoja, pasados 15 minutos se retiró y se evaluó según la fórmula: # estomas/mm^2.

Se empleó un diseño experimental completamente aleatorizado donde se consideró a cada planta como una unidad experimental. Los datos obtenidos se procesaron mediante un

análisis de clasificación simple y las medias se compararon según las pruebas de rangos múltiples de Duncan. En paralelo se aplicó ácido jasmónico (1 mg/L) a 144 plántulas en el momento inicial de la aclimatización, también se les evaluó la supervivencia y el comportamiento estomático.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las intensidades de luz tienen sus principales efectos sobre la supervivencia en las dos primeras semanas y los resultados demostraron la conveniencia de exponerlas a FFF superiores a 400 µmol $m^{-2}.s^{-1}$

Cuando las plantas sobreviven se requiere de adecuados manejos para estimular el mejor crecimiento y desarrollo como se puede observar en la tabla 1.

Tabla 1. Efectos de los diferentes manejos sobre el incremento en masa fresca (g) y sobre el número de hojas fotosintéticamente activas e hijos.

	Δ Masa fresca (g)	N^0 Hoja Fotos. Activas	N^0 Hijos
Túnel + Cantero (1)	5.99 b	4.50 c	0.25 c
Túnel + Exteriores (2)	7.42 a	6.06 a	0.49 b
Cantero (3)	6.54 b	5.24 ab	0.28 c
Cantero + Exteriores (4)	8.18 a	5.81 a	0.76 a
ES X (±)	0.41	0.29	0.10

HR; FFF. = 1- 95;600 + 90;1000 2- 95;600 + 80;2000 3- 90;1000 4- 90;1000 + 80;2000

*Los tratamientos con letras diferentes indican significación para p‹ 0.05***.** *Cada dato representa la media para n=40.*

La influencia de los ambientes exteriores es más marcada que el resto de las variables experimentales, y la combinación **90;1000 + 80;2000 r**esultó la mejor para estimular el más rápido crecimiento y desarrollo de las plántulas.

Resultó evidente que la luz debe ser menos intensa sólo en los primeros días, al considerar la baja actividad metabólica que se realiza (Van Huylenbroeck y De Riek, 1995). Sin embargo una vez lograda la adaptación y la capacidad para desarrollar procesos fotosintéticos, la exposición a la luz completa en exteriores es un factor favorable para incrementar las tasas de crecimiento y desarrollo de estas plántulas.

La caña de azúcar es un cultivo que demanda altas intensidades lumínicas para ejercer su capacidad fotosintética; la baja supervivencia de las plántulas sometidas a bajas intensidades así lo demuestra.

El comportamiento de la tasa de crecimiento de las plántulas provenientes de BIT durante la aclimatización se observa en la figura 1. A los 21 días se realizó un cambio de las condiciones de aclimatización y se aprecia un mayor crecimiento y desarrollo de las plántulas en este período luego de adaptarse a las nuevas condiciones.

Las hojas producidas durante el cultivo *in vitro* se emplean como almacén de sustancias carbonadas, útiles en el crecimiento y desarrollo de las plántulas luego de transferidas a exteriores y mantienen esta función hasta tanto no exista una nueva emisión foliar (Debergh, 1991).

Durante la fase de aclimatización en caña de azúcar se pueden establecer dos marcadas etapas: un período de lento crecimiento con baja formación de raíces y números de hojas, en el cual las plántulas realizan sus funciones a expensas de las reservas adquiridas en la fase *in vitro;* la otra etapa está caracterizada por un crecimiento rápido, asociado a una nueva emisión del sistema radical y a la formación de hojas con características normales, similares resultados fueron alcanzados por Van Huylenbroeck y De Riek (1995) en *Gerbera jasmenioni*.

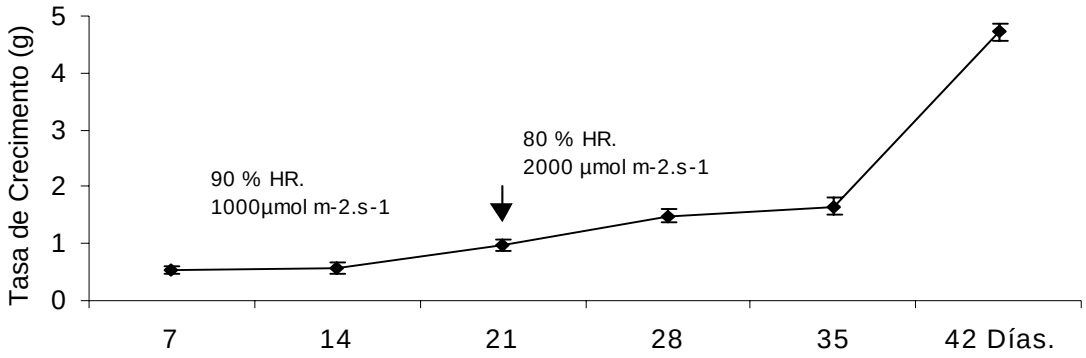


Figura 1. Tasa de crecimiento de las plántulas durante la fase de aclimatización.

En la tabla 2 se pueden observar algunas variables de crecimiento y desarrollo de las plántulas evaluadas durante la aclimatización. Algunos de las variables evaluadas presentan una tendencia similar a los resultados obtenidos en la tasa de crecimiento (fig.1), donde se aprecia un ligero aumento en los primeros 21 días, luego una tenue disminución por el nuevo cambio y posterior a la adaptación de las plántulas a las nuevas condiciones ambientales se aprecia un marcado incremento, fundamentalmente en las masas fresca y seca.

Tabla 2. Comportamiento del crecimiento y desarrollo de plántulas de caña de azúcar durante la aclimatización. ***Los datos representan la media ± ES.***

	FFF = 1000 µmol $m^{-2}.s^{-1}$ y 90 % HR.				FFF = 2 000 µmol $m^{-2}.s^{-1}$ y 80 % HR.		
	0	**7**	**14**	**21**	**28**	**35**	**42 Días.**

M.Fresca (g)	0.35±0.06	0.54±0.06	1.04±0.1	4.87±0.09	4.43±0.1	6.68±0.1	8.53±0.6
M. Seca (g)	0.04±0.036	0.04±0.001	0.15±0.026	0.17±0.002	0.14±0.028	0.14±0.022	0.79±0.041
N^{o} Raíces	7.02±0.40	7.28±1.02	10.39±1.05	12.5±0.79	9.27±0.33	11.3±0.36	12.9±0.39
N^{o} Hojas	3.8 ± 0.1	2.9 ± 0.19	3.1 ± 0.23	3.4 ± 0.24	2.8 ± 0.19	3.8 ± 0.13	4.1± 0.10
Area Foliar	5.23±0.9	5.18±1.3	11.5±0.4	22.05± 2.8	189.08±11.1	243.05± 9.0	297.03±7.7
Clorofilas (nmol/mL)	19.3±1.2	18.2±1.18	17.3±0.95	16.4±0.76	12.7±0.63	9.6±0.59	8.2±0.54
Densidad Estomática	12.7±0.86	22.5±1.82	65.6±2.48	103±3.1	121.4±2.7	124.1±2.9	126.8± 3.0

Muchas especies cultivadas *in vitro* presentan pocos e infuncionales estomas, debido a las condiciones ambientales a que están sometidos. Ross-Karstens y otros (1998) demostraron que un aumento en la duración e intensidad lumínica *in vitro*, causó un incremento en la densidad estomática y la funcionabilidad de éstos en cafetos. En la evaluación de esta variable en caña de azúcar se observó un notable incremento en los primeros momentos (21 días) y fue estable posterior a esta etapa.

Otro aspecto a resaltar es el comportamiento de las clorofilas durante el tiempo de permanencia de las plántulas en aclimatización. Se puede observar una disminución del contenido de clorofilas totales durante el periodo evaluado. No obstante el incremento en las variables de crecimiento puede estar motivado por la mayor eficiencia de las clorofilas, como lograron Rival y otros (1998) en plántulas de palma de aceite. En diferentes cultivos el contenido de clorofilas es variable y depende de la intensidad lumínica, de forma general, el contenido es mayor a más baja intensidad (Pospisilova y otros, 1997). En las plántulas provenientes de bajas intensidades se produce la fotodegradación de las clorofilas cuando son colocadas en altas intensidades lumínicas (Ziv, 1995).

La tecnología de aclimatización alcanzó niveles máximos de supervivencia con el empleo del ácido jasmónico. En la tabla 3 se puede observar el efecto del ácido jasmónico en la supervivencia de las plántulas durante la aclimatización.

Tabla 3. Efecto del ácido jasmónico sobre la supervivencia de las plántulas.

Tratamientos	% supervivencia	$Z_{,01}$= 2,58
Sin A. Jasmónico	95	$Z_{,05}$= 1,96
Con A. Jasmónico 1 $mg.L^{-1}$	99	Ze = 5,26

Las aplicaciones de AJ incrementaron aún más los porcentajes de supervivencia de las plántulas de caña de azúcar, con diferencia significativa al nivel del 1% de error. Los resultados demuestran un valioso efecto de este nuevo bioproducto, similar a otros

discutidos por Preece y Sutter (1991), basado en el cierre de los estomas y la deshidratación que evitó con ello.

Los resultados ratifican la importancia del manejo adecuado de los factores ambientales sobre las dinámicas del crecimiento y desarrollo de las plántulas para lograr el incremento permanente de éstos y el rápido tránsito de las mismas por las instalaciones destinadas a la aclimatización, con altos porcentajes de supervivencia y con la calidad requerida para la comercialización, potenciados por el AJ, un nuevo bioproducto de la industria azucarera cubana.

REFERENCIAS

Debergh, P. C. (1991). *Acta Horticulturae*, Vol.280, pp. 291-300

Lorenzo, J. C., González, B. L., Escalona, M., Teisson, C., Espinosa, P., Borroto, C. (1998) *Plant Cell, Tissue and Organ Culture,* Vol.54 (3), pp. 197-200

Porras, R. J. (1991).Chlorophylls. (H. Schier, ed.). CRC Press Inc.

Pospisilova, J., Catsky, J., Šesták, Z. (1997). (Pessaraki, M.ed.). Handbook of photosynthesis pp. 525-540

Preece, J. E., Sutter, E. G. (1991).Micropropagation. (P. C. Debergh and R. H. Zimmerman, eds). Kluwer Academic Publisher. Dordrecht. ISBN. 0-7923-0818-2.

Rival, A., Creing, C., Gosellin, D. (1998). *Adv. Hort. Sci*., Vol.12, pp. 111-117

Ross-Karstens, G. S., Ebert, G., Ludders, P. (1998) *Plant Tissue Culture and Biothech*., Vol.4(1), pp. 21-27.

Van Huylenbroeck J. M. y J. De Riek. *Plant Science* Vol. 111, pp. 19-25

Ziv, Meira. (1995). Automatization and environmental control in plant tissue culture. (Aitken-Cristie, J.;Kozai, T.; Lila Smith, M eds.) Netherlands Kluwer Academic Publisher. 20: 493-516.

C85-403: NUEVA VARIEDAD TUNERA DE CAÑA DE AZÚCAR

Castro Pérez, Sergio
Bodaño Estrada, Rolando
Reyes Pérez, Enivis

Estación Provincial de Investigaciones de la Caña de Azúcar. Carretera de Majibacoa. Las Tunas. Cuba.

ABSTRACT

Complete selection of new sugarcane varieties process was carried out in EPICA Las Tunas from seedlings of 1985 serie according to cuban selection scheme and metodology. C85-403 showed the best results from the point of vew of yield and phytopatology behavor so it was recommended to extension and it is being planted now a days in commercial areas and it has already reached more than 1100 ha.

INTRODUCCIÓN

En la EPICA Las Tunas se comenzó a realizar en 1985 el trabajo de selección de nuevas variedades de caña de azúcar desde la etapa de posturas ya que hasta el año anterior los estudios se hacían a partir de la tercera etapa (látices) privando al territorio de aprovechar los efectos de la interacción gxe en las etapas tempranas de selección (Castro y col., 1990, Milanés y col., 1997).

Las posturas recibidas en la provincia, de la serie antes citada, se sometieron al esquema de selección propuesto por Milanés y López (1986) resultando como más destacada en los estudios de regionalización la variedad C85-403 que representa la primera con nomenclatura propia de la provincia que se lleva a extensión. Dar a conocer los resultados experimentales obtenidos constituye el objetivo del presente trabajo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se estudiaron 28 variedades en la etapa de regionalización que habían sido seleccionadas en los estudios intermedios. La C85-403 participó en seis experimentos montados en cuatro localidades.

En todos los experimentos se utilizó como testigo de comparación de variedad Ja60-5 y la conducción se realizó siguiendo las **N**ormas Metodológicas del Departamento de Mejoramiento Genético del INICA (1987).

Las localidades y suelos utilizados fueron los siguientes:

Localidades	***Suelos***
L_1 Majibacoa	Pardo con carbonato plastogénico carbonatado
L_2 Jesús Menéndez	Oscuro plástico gleysoso negro
L_3 Antonio Guiteras	Oscuro plástico carbonatado arcilloso
L_5 Perú	Ferralítico pardo rojizo típico

Los resultados en cada cosecha, de las variedades que participaron en cada experimento, se sometieron a un análisis de varianza de clasificación doble para las variables t caña/ha (TCH) y porcentaje de pol en caña (PPC) comprobando, mediante el uso del paquete estadístico STATITCF, la normalidad de los datos y la homogeneidad de las varianzas experimentales.

En las tablas solo se han recogido los datos de la variedad C85-403 junto a la testigo Ja60-5.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La tabla 2 observamos que la variedad C85-403 en la localidad de Majibacoa, sobre un suelo pardo con carbonato, tuvo un comportamiento similar que Ja60-5 en ambos ciclos y cepas estudiadas excepto en porcentaje de pol en caña de la cosecha de planta en primavera quedada, lo que sugiere que esta variedad debe ser manejada en plantaciones de frío para cosecha a mediados o finales de zafra lo cual deberá confirmarse en los estudios extensivos.

Tabla 2. Resultados experimentales de la variedad C85-403 en la localidad de Majibacoa.

	Primavera quedada				**Frío**			
	Caña Planta		**1er Retoño**		**Caña Planta**		**1er Retoño**	
Varied.	TCH	PPC	TCH	PPC	TCH	PPC	TCH	PPC
Ja60-5	86.47	17.31 b	48.50	17.33	83.29	20.10	38.46	18.03
C85-403	92.03	12.20 c	58.35	16.92	77.45	19.66	35.73	18.06
Lluvia	2094.5		1368.6		1641.9		1477.5	

Tabla 3. Comportamiento experimental de la variedad C85-403 en la localidad de Antonio Guiteras.

	Primavera quedada				**Frío**			
	Caña Planta		**1er Retoño**		**Caña Planta**		**1er Retoño**	
Varied.	**TCH**	**PPC**	**TCH**	**PPC**	**TCH**	**PPC**	**TCH**	**PPC**
Ja60-5	97.08 a	16.19	86.06 a	17.46 a	96.97	17.38 a	48.02	16.40 a
C85-403	77.00 b	15.60	63.04 b	16.25 b	79.23	15.38 b	46.15	15.32 b
Lluvia	1939.4				669.9			

En la localidad de Antonio Guiteras sobre un Vertisuelo observamos (tabla 3) que la variedad en estudio resultó inferior a la testigo en t caña/ha en ambas cepas para la primavera quedada no así para el frío, ciclo este en que las diferencias no fueron significativas. Para el porcentaje de pol en caña resultó inferior que la variedad testigo en tres de las cuatro cosechas resultando similar en la caña planta de la primavera quedada. Estos resultados indican que en esta localidad no tuvo una buena adaptación, sin embargo, consideramos oportuno que ella se pruebe en pequeñas extensiones en el resto de la amplia gama de ambientes que posee este Complejo Agroindustrial (CAI).

En la localidad Jesús Menéndez solo se estudió en caña planta de frío (tabla 4) presentando elevadas producciones sin diferencias significativas en ningunas de las dos variables con la testigo Ja60-5 por lo que fue montada en extensiones en varias localidades de este CAI sin esperar el resto de las cosechas ya que se había destacado en otras localidades de la provincia.

Esta tabla recoge también los resultados de caña planta en siembra de frío en el Complejo Agroindustrial Perú sobre un suelo Ferralítico pardo rojizo típico donde la C85-403 superó significativamente a Ja60-5 en t caña/ha y no presentó diferencias en porcentaje de pol en caña por lo que se procedió de igual forma que en Jesús Menéndez.

Tabla 4. **Resultados de la variedad C85-403 en plantaciones de frío en dos localidades de Las Tunas**

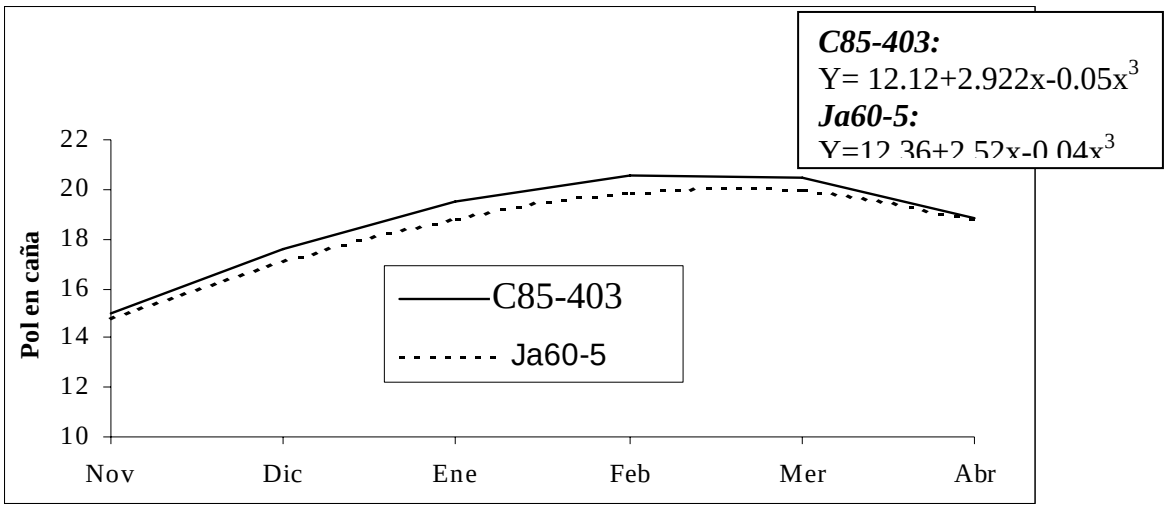
	Jesús Menéndez		**Perú**	
	Caña Planta		**Caña Planta**	
Variedad	**TCH**	**PPC**	**TCH**	**PPC**
Ja60-5	102.18	15.35 abc	78.10 b	18.36
C85-403	101.85	14.63 abc	98.60 a	18.10
Lluvia	1685.3			

Al realizar las pruebas estatales de roya, carbón y VMCA y comparada con el comportamiento actual de la aún principal variedad comercial en las Tunas (Tabla 5) observamos que la C85-403 puede ser una alternativa para mejorar nuestra composición de variedades y mejorar el porcentaje de áreas afectadas por las principales enfermedades si se ubica en aquellas zonas donde demuestre adaptarse durante el proceso de extensión o "validación", nuevo término que se está empleando actualmente en Cuba (García y González, 1999).

Tabla 5. Resultados de C85-403 en las pruebas estatales

Variedad	**Reacción**		
	Carbón	**Roya**	**VMCA**
Ja 60-5	Susceptible	Susceptible	Resistente
C 85-403	Resistente	Resistente	Resistente

En la figura 1 se muestra la curva de madurez de la variedad estudiada observándose que es similar a la de Ja60-5 aún cuando su contenido azucarero fue ligeramente inferior en las corridas y como se observó en las tablas 2, 3 y 4 en las cosechas realizadas ella resultó inferior o similar a la variedad testigo para el porcentaje de pol en caña pero nunca superior por lo que dependerá mas bien de su adaptación agrícola a las localidades.



Caracterización de la variedad C85-403

• Drenaje	Regular (R)
• Régimen Pluviométrico	Medio (M)
• Mecanización	Sí
• Época de Plantación	Frío (F)
• Salinidad	Ligeramente salino
• Carbón	Bajo
• Bórer	Bajo
• Roya	Bajo
• Época de Madurez	Medio-Final (M-F)
• Contenido Azucarero	Medio (M)
• Valor Agroproductivo	Medianamente apto (Med. Apto)
• Suelos recomendados	I, III
• Suelos no recomendados	Por definir
• Hábito de Crecimiento	Oblicuo (O)
• Germinación	Buena (B)
• Cierre de Campo	Medio (M)
• Floración	No
• Retoñamiento	Bueno

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. 1. El cuadro fitopatológico de C85-403 es mejor que el de la Ja60-5 ya que presenta resistencia a las enfermedades roya y carbón.
2. 2. El comportamiento productivo de C85-403 comparada con Ja60-5 fue mejor en las localidades de los CAI Perú, Jesús Menéndez y Majibacoa que en Antonio Guiteras sugiriendo su manejo preferiblemente en la época de plantación de frío.
3. 3. La curva de madurez de la variedad C85-403 fue similar a la de la Ja60-5 aunque su contenido azucarero fue ligeramente inferior.
4. 4. Por los resultados alcanzados recomendamos darle seguimiento a las extensiones montadas, llevar esta variedad a un mayor número de localidades y exportarla comercialmente en aquellas donde mejor se adapte.

REFERENCIAS

Castro Pérez, S. (1990). “Clasificación de ambientes en caña de azúcar. Análisis factorial y componentes principales en etapa intermedia”. *Centro Azúcar* No 3, Julio-Septiembre. pp. 32-44

García, H. y González A. (1999). “Validación de resultados de variedades de caña de azúcar con vista a su comercialización”. *Primer curso provincial SERVAS*. Cap.6. pp. 67-77

INICA. 1987. Normas Metodológicas del Departamento de Mejoramiento Genético

Milanés, N. ; Cabrera, R. y Mesa J. M. (1997). “Perfeccionamiento de la red experimental de la caña de azúcar en Cuba”. *Revista Cuba y Caña*. No.2. Mayo-Agosto. pp. .28-34

Milanés, N. y E. López. (1986). Propuesta de nuevo esquema de selección de la caña de azúcar en Cuba

C86-56: NUEVA ALTERNATIVA PARA LA SOSTENIBILIDAD DE LA PRODUCCION CAÑERA

Mesa López, José María Dr.
Milanés Ramos, Nelson Dr.
Romero Medina, Pedro Dr.
Balance Martínez María Cecilia Dra.

Instituto Nacional de Investigaciones de la Caña de Azúcar. Ave. Van Troi. No. 17203, Boyeros. CP. 19210. Ciudad de la Habana, Cuba. Fax: (53-7) 666036 Tel.: 666036.

RESUMEN

Como parte del grupo de selección de variedades de caña de azúcar del año 1986 estudiado en la provincia La Habana se destaca una variedad, la C 86-56, hija de NCo 310 x C 187-68. Este genotipo tiene un comportamiento destacado en los suelos Ferralíticos amarillentos y Rojos, donde el régimen pluviométrico es bajo y se dificulta el riego de estas plantaciones; bajo estas condiciones supera a las variedades establecidas en estos ambientes, por ello se recomienda su uso para estas condiciones, las que en la actualidad han pasado a formar parte del principal problema en el país para la producción de caña de azúcar.

INTRODUCCIÓN

La obtención, selección y recomendación para extender en la producción comercial una nueva variedad de caña de azúcar, es considerada la razón de ser del Instituto Nacional de Investigaciones de la Caña de Azúcar, independientemente de las tareas o misiones que durante algún período se le asigne a esta institución.

Por tal motivo, se trabaja dentro del programa de fitomejoramiento en la Estación Territorial Habana-Pinar del Río, para alcanzar este objetivo, basando sus estudios en las necesidades que presenta la producción en función de sus requerimientos varietales.

En Cuba la caña de azúcar se planta de un extremo a otro de la isla, abarcando infinidad de situaciones edafoclimáticas (Bernal 1986), ante las cuales los genotipos deben mantener un comportamiento adecuado, tanto en producción de caña como de azúcar, siendo los suelos secantes en zonas de bajo régimen pluviométrico una de las condiciones en que con más dificultad se pueden obtener rendimientos altos y estables. Por tal motivo, es que se considera que la recomendación de una variedad para estas condiciones es un hecho de singular importancia.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para obtener el resultado que a continuación se describe se plantaron individuos del año 1986 en las condiciones experimentales de la provincia de La Habana, ubicados en los suelos Ferralíticos amarillentos del CAI Rubén Martínez Villena con régimen pluviométrico que no supera los 1´200 mm y en los suelos Ferralíticos Rojos del Héctor Molina, en este caso con un nivel superior de lluvia, que puede alcanzar los 1´400 mm anuales.

Todo este material se evaluó en cepas de planta y retoño, en estudios de primavera y frío, destacándose de entre todas ellas la variedad C 86-56, de la cual se describen a continuación sus principales características morfológicas, de rendimiento, así como su curva de madurez, comparada con el testigo ocasional en esos años; paralelo a estos estudios se estudió este material bajo las pruebas de inoculación artificial de carbón en la Estación de Matanzas y en los Fondos de infección de roya, plantados en la propia EPICA-Habana.

Todos estos elementos sirvieron para presentar este material, primero en la comisión centro-occidente, y después en el programa de Fitomejoramiento, los que en ambos casos aprobaron a esta nueva variedad para ser extendida bajo las condiciones que se describen en el presente trabajo.

DESCRIPCIÓN DE LOS RESULTADOS

a) Características Morfológicas de la C 86-56
Progenitores: NCo 310 x C 187-68

Tallos: De color verde amarillento de 2.3 cm de diámetro y 250 cm de longitud
Entrenudo: Forma conoidal, de 12 cm de longitud, abundante banda cerosa, no presenta rajaduras, no tiene canal de yema. Banda de raíces 1.3 cm de ancho con 2 hileras de primordios
Yema: Triangular, grande, sobrepasa el anillo de crecimiento

Follaje: Color verde claro, de una longitud media de 160 cm y 5.0 cm de ancho, con 10 hojas activas; vaina de color verde amarillento de 36 cm de longitud y 5.4 cm de ancho. Con abundantes espinas en el centro de la vaina.

b) Resultados productivos

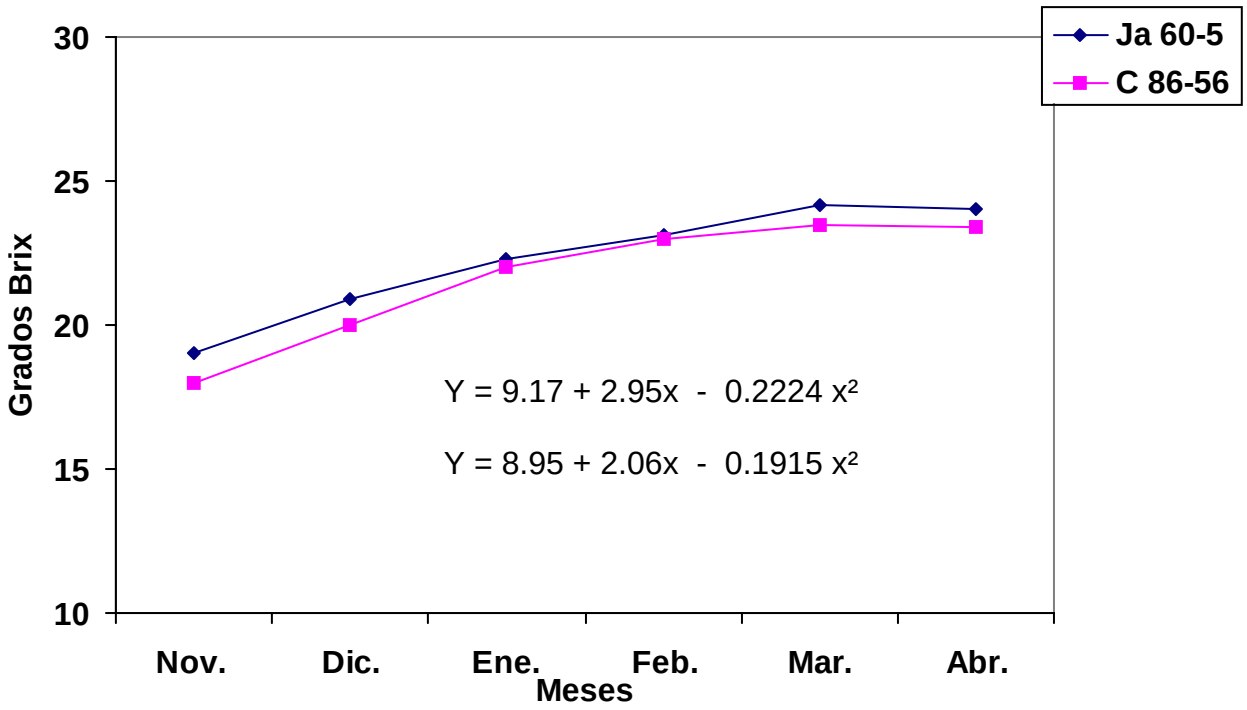
Buena germinación, hábito de crecimiento erecto, cierre de campo temprano despaje regular no se ha observado floración en sus tallos, tiene un excelente retoñamiento y una población promedio de 14 tallos molibles por metro lineal, su contenido de fibra es de 12.5 % . Su manejo se recomienda para suelos de régimen hídrico bajo y secantes como los Ferra líticos rojos ó amarillentos. Es una variedad de alta rusticidad buen comportamiento agrícola y aceptable contenido azucarero. El más alto contenido de sacarosa se obtiene a mediados de zafra. Su plantación es recomienda en frío.

Se encontró resistente a la roya de la caña en el fondo de infección, y al carbón en las pruebas de inoculación artificial sus resultados son inmune (I) en caña planta y altamente resistente (AR) en primer retoño.

c) <u>Resultados de cosecha en estudios replicados d e la variedad C 86-56</u>

CAI	Ciclo	Cepa	Edad meses	Variedades	Datos de cosecha T caña/ha	Porcent. T Pol/ha	Pol
Rubén M. Villena	Frío	Planta	16	C 86-56	113.10	16.82	19.02
				Ja 60-5	73.19	17.80	13.02
		Retoño	12	C 86-56	59.44	18.17	10.80
				Ja 60-5	49.53	18.50	9.16
		Retoño Quedado	24	C 86-56	72.12	16.76	12.08
				Ja 60-5	55.74	17.83	9.93
Héctor Molina (EPICA)	Frío	Planta	16	C 86-56	72.57	17.01	12.34
				Ja 60-5	73.78	17.30	12.76
		Retoño	12	C 86-56	52.66	19.57	10.30
				Ja 60-5	47.11	19.91	9.37

<u>Curva de Brix Refractométrico</u>:



d) <u>Resultados de las pruebas de extensión montadas en el CAI Rubén Martínez Villena</u>

<u>Variedad</u>	**<u>Producción Agrícola (t caña/ha)</u>**
CP 52-43	75 t/ha

C 86-56	80 t/ha

CONCLUSIONES

Luego de haber observado los resultados de esta variedad en las condiciones que se estudió, se recomienda que sea plantada en suelos con déficit de caña, en localidades con régimen pluviométrico bajo, pues es una variedad que resiste estas condiciones, dentro de los que se pueden señalar los Ferralíticos Rojos y Ferralíticos amarillentos, además se han observado buenos resultados en otras provincias, plantándolas en suelos Pardos con y sin carbonato, como Sancti Spíritus.

Las fechas de plantación y cosecha que se recomiendan son:

Fecha de plantación	Fecha de cosecha
Enero-Febrero	Marzo-Abril
Septiembre-Noviembre	Febrero-Marzo

RECOMENDACIONES

- Reproducir aceleradamente en la provincia de La Habana la semilla de la C 86-56, sobre todo en los CAI Rubén Martínez Villena, Camilo Cienfuegos, Manuel Isla, Eduardo García Lavandero, Abraham Lincoln y Augusto César Sandino.
- Distribuir esta variedad a condiciones similares de las provincias Matanzas, Cienfuegos y Ciego de Ávila.

REFERENCIAS

Bernal; N. (1986). “Clasificación de ambientes en las provincias de Holguín, Las Tunas y Granma en estudios de regionalización de caña de azúcar”. *Tesis* para optar al grado de Candidato a Doctor en Ciencias Agrícolas. INICA. 106 p.

COMPORTAMIENTO DE 4 VARIEDADES DE CAÑA DE AZÚCAR (SACCHARUM SSP) EN SUELO ALUVIAL

Garcés Camejo, Misladys
Hung Miranda, Moizán *

Estación Provincial de Investigación de la Caña de Azúcar. Delegación Provincial del Minaz
Calle 4 ta #49 entre 5ta y Frank País .reparto J. Menéndez, Bayamo-Granma. Cuba
E.mail: planificación@delegación.gr.minaz.cu
* Universidad Granma.

ABSTRACT

The present work was done into sugacane varieties Garden; it which found in the Sugarcane Productive Unit (UBPC) "Blas Roca Calderio" belonging to Sugar Factory "Arquímides Colina" on fluvisoil (Vertisuelo) in the comprending period of March to middle of May miunth of the 2001 year. The reserach carried out in to Alleatorized completally dising with four treatment end six repetition, in each one five sample take aou; the evaluated varieties were C86-456, C85-503, Cp 5243 (tests) and C 120-78.

`The evaluated variables were stalk hight, stalk diameter, stalk and betwen nodes ñongth, actives leaf numbers, numbers of stalk by lineal meter percent of pol/sugarcane, brix, agricultural yield and tonnes of pol/ha, the differen parameters of agricultural yields were analyzed in each one of varieties, resulting the varieties of best behavior were the C86-503 and C86-456, similary results were obtained with the agroindustrial parameters. To analyzed the economics parameters: the C86-456 and C86-503 varieties were obtained the best results at the end we recomendary to planted this varieties on fluvisoil soil.

INTRODUCCIÓN

La caña de azúcar (*Saccharum Officinarum L.*) es el principal cultivo de nuestro país, cubre aproximadamente el 40% del territorio nacional, se desarrolla en gran diversidad de suelos, condiciones climáticas y de relieve. Milanés, (1997).

No existen dudas acerca de que el aumento y (o) disminución de los rendimientos en las áreas cañeras se encuentra estrechamente relacionado con el éxito o el fracaso de las variedades predominante. Matsuoka, (1991).

Por la gran importancia que reviste la caña de azúcar para nuestro país, es la necesidad de intensificar sus producciones, por lo que se han hecho grandes esfuerzos para desarrollar las investigaciones científicas que permitan lograr mayores rendimientos tanto agrícola como industrial con menos costos y mayor eficiencia, partiendo desde trabajos encaminados desde la obtención de nuevas variedades resistente a plagas y enfermedades, sequía etc. Como las diferentes labores agrotécnicas y culturales que se le realizan al cultivo. MINAZ (1996).

Do y Chinea, (1991), señalaron la necesidad urgente del empleo de nuevas variedades con mayor potencial agroproductivo y azucarero, así como un alto grado de adaptabilidad a las condiciones del medio. Según los propios autores esto puede lograrse mediante la introducción de variedades extranjeras, o ejecutando un programa de mejoramiento genético para aumentar le variabilidad.

González, (1994), señala que la obtención e introducción de nuevas variedades de caña de azúcar en la agricultura cañera cubana es un hecho que descansa sobre la existencia probada del fenómeno de interacción genotipo- ambiente que describe el comportamiento diferenciado de los genotipos bajo diferentes condiciones de clima, suelo y manejo-cosecha.

Por todo lo anteriormente señalado el objetivo del trabajo es Comparar cuatro variedades de caña de azúcar (C86- 456, C86- 503, CP52- 43, C120- 78 en cuanto a sus componentes del rendimiento agrícola e industrial en un suelo aluvial de la UBPC "Blas Roca Calderio del CAI " A. Colina.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se realizó en el Jardín de Variedades que se encuentra en la UBPC "Blas Roca Calderío" perteneciente al CAI "Arquímedes Colina" sobre un suelo fluvisol, en el período comprendido desde Marzo hasta el 15 de Mayo del Año 2001.El experimento fue realizado en un diseño completamente aleatorizado con 4 tratamientos y 6 repeticiones, tomándose en cada repetición 5 muestras, donde al área que estaban plantadas las variedades presentaban 5 surcos cada una con 7,5 m de longitud y plantada a 1,60 m entre hileras, las variedades estudiadas con las siguientes: C86-456, C86-503, CP52-43 (testigo) y C120-78**.** Las variables evaluadas fueron Altura del tallo (cm), Diámetro del tallo (cm), Longitud de los entrenudos (cm), Número de entrenudos, Número de hojas activas, Número de tallos por metro lineal, % de pol en caña, Brix, Pureza, Rendimiento agrícola y Tonelada de pol/ha.

Para medir estos parámetros se empleó la metodología del Departamento de Genética del INICA (1990). Para la realización del análisis estadístico se utilizó el paquete Statística, empleándose el modelo de análisis de varianza de clasificación simple.

El análisis económico se realizó tomando los datos de costo de plantación, fertilización, cultivo y cosecha del Departamento Económico de la UBPC, basándonos en la plantación de 13,42 ha (1 cab)

Los costos que se tomaron fueron los siguientes:

- - Costo directo de las labores de preparación de suelo, plantación, fertilización y cultivo de la caña de frío (532.52 $/ha).
- - Costo de cosecha manual (4.47 $/t)
- - Valor de la caña como materia prima a la industria (21-65 $/t)

Para la realización de los cálculos se procedió de la siguiente forma: Se multiplicó el costo directo por 13.42 ha (1cab), para determinar el costo total se sumo el costo de cosecha. Después se calculó el CPP = Gastos acumulados/ ingreso, por último se determinó la ganancia estimada = Valor de la venta – costo total.

RESULTADO Y DISCUSIÓN

En la tabla 1 se expresan los resultados de los parámetros evaluados en el rendimiento agrícola, se puede apreciar que en el primer parámetro altura del tallo la variedad que expresó el mejor resultado fue la C86-503, existiendo diferencias significativa con las demás variedades, luego le siguieron las variedades C86-456, C120-78 y CP52-43 (testigo). En el diámetro del tallo la mejor variedad fue la CP52-43 (testigo) existiendo diferencias significativas con las demás variedades, comportándose la C120-78 como la de peor resultado. Referente a la longitud de los entrenudos se puede apreciar que la variedad que mejor comportamiento tuvo fue la C120-78 presentando diferencias significativas con el resto de las variedades, luego le siguieron la C86-456 y la C86-503, presentando resultados inferiores la CP52-43. Relacionado con el número de entrenudos la C86-503 y la C 86-456 fueron las variedades que presentaron mejores resultados En cuanto al número de hojas activas la que mejores resultados obtiene es la C86-456 la cual presenta diferencias significativas con las demás variedades. Con relación al número de tallos por metro lineal la variedad que mejor resultado alcanzó fue la C86-456 presentando diferencias significativas con las demás, alcanzando los peores resultados la C 120-78.

Estos resultados obtenidos se relacionan muy estrechamente con las características botánicas y los comportamientos productivos de estas variedades expresados por Bernal et al (1997).

Después de haber realizado los análisis en los parámetros del rendimiento agrícola en las diferentes variedades queda demostrado que las variedades que mejor comportamiento presenta son la C86-456 y la C 86-503.

TABLA 1: Evaluación de los parámetros del Rendimiento Agrícola.

Variedades	Altura del tallo (cm)	Diámetro del tallo (cm)	Longitud del Entrenudo (cm)	Número de entrenudos (cm)	Número De Hojas activas	Número De Tallo/m
C 86-456	224.4[b]	2.24[c]	10.5[b]	18.6[b]	7.1[a]	15.3[a]
C 86-503	257.9[a]	2.31b	10.2[b]	19.7[a]	6.7[b]	12.0[c]
C 120-78	221.9[b]	2.21[c]	13.7[a]	14.4[d]	6.8[b]	11.1[c]
Cp 52-43	201[c]	2.56[a]	9.6[c]	17.6[c]	6.7[b]	14.0[b]
C.V %	5.76	5.06	11.41	10.83	8.44	6.85
Tukey	5.3650	0.0490	0.5143	0.7842	0.2377	0.92

P- = 0.05

Tabla 2. Evaluación de los parámetros agroindustriales de las cuatro variedades de caña

Variedades	Rend. Agrícola (t/ha)	Brix	% pol	Pureza (%)	T pol % Caña/ha
C86-456	100.7 [a]	21.7 [c]	19.7 [c]	91.5 [a]	20.0 [a]
C86-503	98.1 [a]	22.3 [b]	20.3 [b]	91.1 [a]	18.9 [a]
C120-78	92.9 [a]	22.2 [b]	19.6 [c]	88.0 [b]	18.1 [a]
CP52-43	87.7 [a]	23.8 [a]	21.1 [a]	89.0 [b]	18.7 [a]
C.V %	19.61	1.39	1.98	1.35	19.84
Tukey	18.8710	0.3202	0.4101	1.2438	3.8564

P- = 0.05

Cuando analizamos los parámetros agroindustriales, tabla 2, podemos observar que para el rendimiento agrícola no existen diferencias significativas entre ellas pero la que mayor rendimiento alcanza es la C86-456 y la de menor la CP52-43 (testigo). En cuanto al Brix la variedad CP52-43 fue la de mejor comportamiento no así la C 86-456 existiendo diferencias significativas entre ellas. Para el % pol la variedad que obtuvo los mejores resultados fue la CP52-43 (testigo) seguida por la C86-503. En relación con la pureza las variedades que expresaron los mejores resultados fue la C86-456 y la C86-503 siendo las de peor comportamiento la CP52-43 (testigo) y la C120-78, lo similar ocurre con las t pol % en caña/ha, que aunque no existen diferencias significativas entre ellas la variedad que mayor resultado alcanzó fue la C86-456 y las de peores resultados la CP 52-43 y la C 120-78.

Luego de haber analizado cada uno de los parámetros agroindustriales, podemos plantear que las variedades que mejores resultados obtuvieron fueron la C86-456 y la C86-503.

Tabla 3: evaluación de los parámetros económicos.

Recursos	U.M	C 86-456	C 86-503	Cp 52-43	C 120-78
Presupuesto necesario	$	13191.88	13035.8	12531.6	12418.8
Costo de producción	$	0.45	0.45	0.48	0.46
Valor de la venta total	$	29281.6	28526.04	26083.9	26991.0
Ganancia estimada	$	16089.7	15490.2	13552.3	14572.0

En la tabla 3 se aprecian los resultados de los parámetros económicos, alcanzándose los mejores resultados en las variedades C86-456 y la C86-503 donde obtuvieron menor costo por peso las cuales a su vez tienen una ganancia de $ 16089.7 y $ 15490.2 respectivamente.

CONCLUSIONES

Después de haber realizado los análisis correspondientes en los parámetros agrícolas y agroindustriales de las cuatro variedades estudiadas hemos arribado a la siguiente conclusiones:

Las variedades que mejor comportamiento tuvieron en los parámetros agrícolas, industrial y económico fueron la C 86-456 y la C 86-503.

REFERENCIAS

Matsuoka, S. (1991) "The contribution of man made varietes to the sugar industry in Sao Paulo", *Ciencia y cultura*, Vol. 43:, pp. 282-289, Julio- Agosto.

Milanés, N. Cabrera, R y Mora, J. M.(1997). Perfeccionamiento en la red experimental de la caña de azúcar en cuba. *Rev INICA*. *Cuba y caña*.

MINAZ,(1996). Manual de variedades. Seminario para subdirectores agrícolas de los CAI. Edición provincial para el uso de los servicios

Do Noge Pie y Chinea, A. (1991). Composición del banco de germoplasma de la caña de azúcar de la república socialista de Viet-Nam. *Ciencia y técnica. Agricultura cañera*. Vol. 11 (3), pp. 10-19

Bernal, N. et al. (1997). Variedades de caña de azúcar. Uso y manejo. *Publicaciones IMAGO*, INICA, C. Habana, 95p.

González, A. (1994). "Caracterización del efecto ambiental en estudios de regionalización de variedades de caña de azúcar (Saccharum ssp). Híbrido), en la provincia de las Tunas" *Tesis* en opción al grado de doctor en ciencias agropecuarias

COMPORTAMIENTO DE CINCO VARIEDADES DE CAÑA DE AZÚCAR EN TRES NIVELES DE SALINIDAD DE LOS SUELOS DEL CAI "PARAGUAY"

Pérez C, Eloy.*
Angarica Baró E. **

*Estación Provincial de Investigaciones de la Caña de Azúcar. Holguín
**Estación Territorial de Investigaciones de la Caña de Azúcar. Santiago de Cuba

ABSTRACT

The behavior of the cane of sugar in the face of several levels of salinity of the floors of the CAI "Paraguay", in the Valley of Guantánamo was studied under conditions of gavels. The results didn't show negative effects of the several levels of salinity on the germination at the end of the period (20 days), however, all the varieties experienced a marked delay of the same with the increments of these. The longitude of the shafts was affected between 14 and 34% and the production of dry matter (D.M.) in 34 and 64 % for saline tenors of 2 500-3 500 ppm and more than 4 000 ppm of soluble total salts respectively. The varieties less and more affected turned out to be the C187-68, My 5465 (57 %) and Ja64-19, C323-68 (71 %), respectively.

INTRODUCCIÓN

En el Valle de Guantánamo la salinización obedece, según Herrera y otros (1983), a un manto freático muy mineralizado que ha incursionado a profundidades inferiores a la crítica, agregan que se trata de una salinización del tipo continental y por tanto presenta el fenómeno de impulverización marina de las áreas cercanas a las costas. Cabrera (1992) y Mesa y otros (1979) consideran el mal drenaje, el riego con agua de baja calidad y el uso inadecuado de las labores agronómicas como factores importantes en el crecimiento de las áreas salinizadas. Guantánamo posee más de 2 500 ha. con contenidos entre medianamente y fuertemente salinizados que afectan de forma considerable la capacidad potencial de la provincia y aunque en los últimos años se han obtenido resultados importantes en el lavado capital, es imprescindible estudiar y cuantificar las afectaciones que sufre la caña de azúcar bajo tales condiciones minimizando los demás factores limitantes. Estas consideraciones constituyen objetivos fundamentales del presente trabajo.

MATERIALES Y METODOS

Se tomaron 3 suelos con diferentes niveles de salinidad en las áreas cañeras del CAI "Paraguay", los cuales fueron secados al aire, tamizados con mayas de 2 mm y mezclada homogéneamente con N, $P_2 O_5$ y $K_2 O$ a razón de 100; 50 y 100 Kg/ha. con ésta masa de

suelo se llenaron macetas de barro de 15 kg. y se conformó una matriz experimental de 3 niveles de salinidad 5 variedades y 4 repeticiones. (Cuadro.1**.**). El experimento se plantó con 3 semillas de una yema de las cuales se eliminaron 2 después de concluido el período de germinación. El riego se efectuó cada 24-48 horas según las necesidades reciclando el agua de drenaje hacia las macetas para evitar las pérdidas. Al estudio se le realizaron mediciones y conteos periódicos hasta la cosecha a los 189 días. Se realizó el análisis de varianza y se aplicó la prueba de rangos múltiples de Duncan cuando hubo diferencias.

Cuadro.1. Conformación de los tratamientos

Tratamientos		**Variedades**
Categorías	**Niv. Sal. ppm**	
SUELO A	**>1500**	**My 5465**
SUELO B	**2500-3500**	**My 187-68**
SUELO C	**<4500**	**C 323-68**
		Ja 60-5
		Ja 64-19

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de la dinámica de la germinación medida a los 10; 15 y 20 días no mostraron efectos negativos de los contenidos salinos del suelo sobre la misma al final del período (20días), sin embargo, todas las variedades experimentaron un retraso marcado de ésta con el incremento de los niveles de salinidad del suelo. Mientras en las macetas con suelo A todas las variedades culminaron el proceso de germinación entre 6 y 9 días en los suelos B y C a los 10 días, éste alcanzo solo el 71.2 y 56,4 % respectivamente y a los 15 días 94.2 y 85.2 %. Por ultimo la germinación en suelo B culminó en un período que osciló entre 13 y 16 días mientras en suelo C éste se alargó hasta 18 y 20. Siempre hubo un efecto diferenciado de las variedades ligado estrechamente a sus características genéticas (cuadro.1**.**). La presencia de una adecuada humedad durante el proceso de germinación incrementa el efecto de dilución de las sales y no se inhibe la absorción de agua por la semilla, causas importantes de los efectos negativos de la salinidad sobre la caña de azúcar, según Towakol y Normand (1969).

Cuadro.2. Dinámica de germinación para período de 10; 15 y 20 días.

Variedades.	**10 días**			**15 días**		**20 días**	
	Suelos						
	A	**B**	**C**	**B**	**C**	**B**	**C**
My 5465	**100**	**90**	**63**	**100**	**91**	**100**	**100**
C187-68	**100**	**76**	**60**	**99**	**89**	**100**	**100**
Ja 60-5	**100**	**59**	**49**	**89**	**79**	**100**	**100**
C323-68	**100**	**68**	**56**	**93**	**86**	**100**	**100**
Ja 64-19	**100**	**63**	**54**	**90**	**80**	**100**	**100**
Germin.	**6-9**	**-**	**-**	**-**	**-**	**13-16**	**18-20**

En la cuadro.3. se exponen las afectaciones causadas por la elevación del nivel de salinidad del suelo sobre el crecimiento de los tallos de la caña de azúcar a los 90 días el cual varió entre 13 y 34 % para los suelos B y C respectivamente. En general todas las variedades resultaron afectadas; la C187-68 fue la más tolerante con 8.5 y 26.2 % para los suelos B y C las restantes oscilaron entre 12.1 (Ja 64-49) y 17.9 % (C323-68) en suelo B y entre 32.2 % para la Ja64-19 y 37.9 % para la Ja60-5 en el suelo C, que parece ser la más afectadas por las salinidad del suelo para este carácter cuyo comportamiento genético se expresa en las letras del suelo A.

Cuadro.3. Efecto de los contenidos salinos de los suelos sobre la longitud de los tallos

Variedades.	**Suelos.**		
	A	**B**	**C**
My 5465	**48.9 a**	**41.7**	**31.4**
C187-68	**40.1 b**	**36.7**	**29.6**
Ja 60-5	**43.4 b**	**37.8**	**26.6**
C323-68	**35.8 c**	**29.4**	**23.3**
Ja 64-19	**33.2 c**	**29.2**	**22.5**

A los 189 días de plantado el experimento se realizó la cosecha, procesándose como materia seca (M. S.) toda la parte aérea, los resultados que se muestran la cuadro.4**.**, expresan, que la caña de azúcar cultivada bajo condiciones de suelo con niveles de salinidad de más de 4500 ppm de sales solubles puede afectar sus rendimientos hasta un 64 %, incluso con niveles medios de alrededor de 2500-3500 ppm la pérdida resultan significativas y alcanzan hasta el 34%. Las variedades generalmente presentan niveles diferentes de tolerancia, mientras la My 5465 y C 187-68 pierden el 57 % y la Ja 60-5 el 65 % la C323-68 y la Ja 64-19 reducen sus rendimientos (gs de M.S.) en el 71 %. Tendencias muy similares encontraron Mesa y colaboradores en vertisuelos del CAI " Urbano Noris y recomiendan no plantar caña de azúcar en suelos con más de 3000 ppm de sales solubles totales.

Cuadro.4. Producción de materia seca (gs) de 5 variedades afectadas por sales

Variedades.	**Suelos.**		
	A	**B**	**C**
My 5465	**200.8 a**	**138.3**	**85.9**
C187-68	**187.1 a**	**136.8**	**81.0**
Ja 60-5	**173.0 b**	**116.0**	**60.2**
C323-68	**160.7 c**	**103.3**	**49.1**
Ja 64-19	**160.1 c**	**102.6**	**46.0**

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El incremento de los niveles de salinidad más allá de 2500 ppm de SST redujo los potenciales productivos de la caña de azúcar en más de 30 %, el incremento de éstos hasta más de 4500 ppm de SST eleva las pérdidas hasta el 64 %, las que pueden ser superiores en variedades poco tolerantes independiente de la acción de otros factores limitantes. Por lo que bajo las condiciones de los suelos del Valle de Guantánamo no se recomienda plantar caña de azúcar en suelos con más de 3000 ppm de SST y debe continuarse trabajando en la recuperación de los suelos y la aplicación de medidas que minimicen el crecimiento de las áreas salinizadas.

REFERENCIAS

Cabrera, R.(1992): "Fundamento de las mediadas para el mejoramiento y la recuperación e los suelos salinos de las áreas cañeras del Valle de Guantánamo" *Tesis de Dr. Cienc. Agric*. INICA. Habana. 103 p.

Herrera, L. M., Martínez, M.,Ortegas, F. (1993). "Algunas características de los suelos salinos del valle de Guantánamo". *Ciec. de la Agric*.; N° 17, pp. 97-109

Mesa, A., Suárez, O. Y Naranjo, M. (1979) ."Estudio sobre el efecto de la salinidad de un vertisuelo sobre los rendimientos de la caña de azúcar". *Agrotecnia . de Cuba*. Vol. II (2). Juli.-Dic. p.13.

Towakol,Y. R. and W. C. Normand. (1969): "Effects of salinity on Louisiana Sugar Cane". *The Intenac. Sugar Journ*al , Vol. LXXI. N° 848, Agust. pp. 227-230

CULTIVO CONTINUADO EN CAÑA DE AZÚCAR, CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS Y EXTRACCIÓN DE NUTRIENTES EN VERTISUELOS NEGROS.

Montero, Beatriz [*]
Angarica, E. **
Martín, G *
Pérez, E..

* Estación Provincial de Investigaciones de la Caña de Azúcar, Holguín.
** Estación Territorial de Investigaciones de la Caña de Azúcar, Santiago de Cuba**.**

ABSTRACT

With the object of knowing the influence of the cultivation continued from the cane of sugar on the chemical properties of a black vertisol, were analyzed samples of the horizon húmico for 8 years, with factorial design of divided parcel and three treatments: ***Burnt cane, Green Cane extracting the Residuals and Green Cane with Residual***, besides applications of organic fertilizers and mineral (***80 t of slowness/ha; 50 t of slowness/ha +100kg of N/ha; 100 kg of N/ha and a witness without fertilizer***). The studied variables: organic matter, KCL pH, Ca^{++}, Mg^{++}, Na^{+}, K^{+}; K_2O and P_2O_5 by Oniani and Bray-Kurts, ton of cane/ha, extraction of nutrients/tons of cane, % and tons of dry matter, and the efficiency of nitrogen. Diminishing the contents of M.O; Na^{+}; K^{+} and K_2O by Oniani, under the effect of the continuous cultivation, increasing the Ca^{++}; Mg^{++} and P_2O_5 by Oniani and Bray-Kurts. The results of ton cane/ha, were significant in plant, 1st and 4th sprout. In plant and 4th sprout, there was a negative effect in green cane extracting the residuals, It didn't get hold of for first sprout, affected for the burn. Upon analyzing the applications of fertilizers, these overcame to the witness; being the most significant in cane plant, ***100 Kg of N/ha***, and in 1st sprout, ***50 t of slowness/ha +100Kg of N/ha***. The results of the total extraction of nutrients for tons of cane, they were not affected significantly for the applications of fertilizers, neither for the several forms of handling, the efficiency found for the nitrogen was from 0.34.

INTRODUCCIÓN

El estilo de las grandes compañías norteamericanas consistía en producir la caña de azúcar, bananos etc., de forma extensiva en los países colonizados o semicolonias, lo que dio lugar a uno de los males más grande de nuestras economías: el **MONOCULTIVO** (Castro, 1960).

En Cuba, un país productor de caña de azúcar se conoce poco y no se ha estudiado suficientemente como pueden variar las propiedades químicas bajo el efecto del cultivo continuado; según Frómeta (1983), éste ocasiona disminución de la capacidad de cambio de bases debido fundamentalmente a la disminución de la materia orgánica y una marcada tendencia a disminuir su calidad; Tisdale y Cades (1982), señalan que debido a los efectos

del cultivo continuado, es extremadamente importante conocer la evolución de los nutrientes, su extracción y la materia orgánica. Estos cambios geoquímicos que directa o indirectamente se manifiestan en los rendimientos, nos permiten recomendar diferentes técnicas de manejo, proteger y mejorar el suelo y su fertilidad, obteniendo incrementos sostenidos del rendimiento agrícola; estos elementos constituyen objetivos esenciales del presente trabajo.

MATERIALES Y MÉTODOS.

Se analizaron 336 muestras de suelos (0-20 cm), en un período de 8 años, de un experimento de larga duración, con la variedad C120-78 sobre Vertisuelos Negros de la provincia Holguín. Se empleó un factorial con parcela dividida, cuyos tratamientos ***Caña Quemada*** (**A**), ***Caña Verde extrayendo los Residuos*** (**B**) y ***Caña Verde con Residuo*** (**C**), además de aplicaciones de fertilizantes orgánico y mineral (**80 t de cachaza/ha; 50 t de cachaza/ha + 100kg de N/ha; 100 kg de N/ha y un testigo sin fertilizante**). Las determinaciones analíticas se efectuaron según manual del ***INICA*** (**1990**); las variables estudiadas resultaron Materia Orgánica (MO), pH KCL, Ca^{++}, Mg^{++}, Na^{+}, K^{+}; Capacidad de Cambio de Bases (CCB), K_2O y P_2O_5 por Oniani y Bray-Kurts, t de caña/ha; se analizó las extracción de nutrientes por toneladas de caña, % y toneladas de Materia Seca (MS), y la eficiencia de nitrógeno. Los resultados se evaluaron a través de un análisis de varianza, se aplicó la prueba de rangos múltiples de Duncan cuando hubo diferencias y la prueba t para comparar medias. Las interacciones se estandarizaron para eliminar las variaciones estaciónales, empleando la fórmula propuesta por Bazelet y otros (1982).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

En análisis realizados durante 8 años para comparar el comportamiento de las propiedades químicas de un vertisuelo negro sometido a un cultivo continuado de caña de azúcar se encontró que estas sufrieron alteraciones con el tiempo, observándose cierta disminución en la materia orgánica coincidiendo con García y otros, (1990), mientras que el pH KCl, presentó un comportamiento similar al inicio y al final del ciclo. El Na^{+}; K^{+} y K_2O asimilables por el método de Oniani disminuyeron en 0.77 y 0.13 meq/100g de suelos respectivamente y 0.20 mg K_2O /100g de suelos (cuadro.1**.**), encontrándose un aumento en la capacidad de cambio de bases, siendo predominantes los contenidos de Ca^{++} y Mg^{++} que ocuparon el 61.5 y 36.8 % respectivamente, se obtiene un aumento en los contenidos de fósforo asimilable por Bray-Kurtz y Oniani.

Cuadro.1. Propiedades químicas de un vertisuelo negro durante 8 años de cultivo continuado

Ciclo.	MO	pH (KCl)	K_2O Asim.	P_2O_5		Cationes Cambiables.				CCB
			Oniani.	BrayKurtz	Oniani	Na^{+}	K^{+}	Ca^{++}	Mg^{++}	

	%	-	mg /100 g	mg/100 g		meq /100 g de suelo.				-
Inicial	**1.96**	**7.01**	**0.61**	**6.44**	**14.97**	**1.08**	**0.80**	**31.69**	**16.63**	**50.20**
Final	**1.80**	**6.96**	**0.41**	**7.94**	**22.39**	**0.31**	**0.67**	**35.55**	**21.27**	**57.79**

Uno de los aspectos que influye en los cambios del suelo es la quema de la caña de azúcar, encontrándose que al transcurrir 8 años (fig. 1), en estos suelos, por esta práctica, se favorecieron los cationes Ca^{++} coincidiendo con (González y otros, 199**0**), y Na^{+} con (García et al, 1990), además de la CCB. Al analizar la materia orgánica, se encontró interacción en su contenido con los subtratamientos (fig.2), donde el testigo absoluto tuvo un efecto negativo con la quema, estando los tratamientos fertilizados por encima de la media, igual comportamiento presentó el de caña verde con residuos.

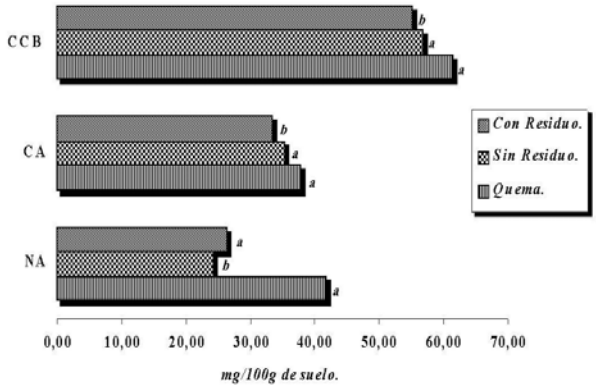
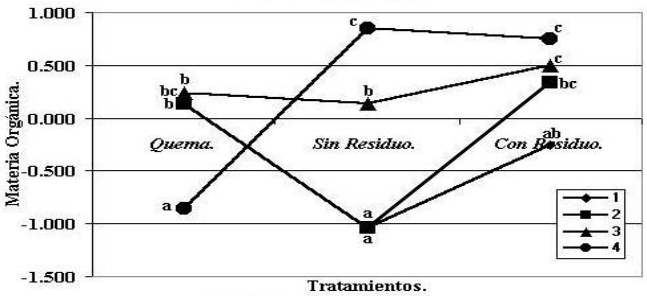


Figura.1. Caracteristicas quimicas con diferentes manejos de cultivo.



Leyenda.

1.- 80 ton Cachaza/ha. 2.- 50 ton Cachaza + 100 Kg N/ha. 3.- 100 Kg N/ha. 4.- Sin Fertilizantes.

Figura.2. Interaccion de la materia organica.

En la figura 3, los resultados de t caña/ha, del 2do ciclo (1991-1998), se mostraron diferencias significativas en los tratamientos para planta, 1er y 4to retoños, no habiendo diferencias en las demás cepas. En planta y 4to retoño, se observó un efecto negativo en caña verde extrayendo los residuos, no así para primer retoño que se vio afectado por la quema.

Al analizar las diferentes aplicaciones de fertilizantes estas superaron al testigo (fig.4), los subtratamientos más significativos en caña planta, 100 Kg de N/ha, y en 1er retoño, el subtratamiento de 50 t de cachaza+ 100 Kg de N/ha.

En el cuadro 2, se presentan los resultados de la extracción total de nutrientes por toneladas de caña, las que no se vieron afectadas significativamente por las aplicaciones de fertilizantes, ni por las diferentes formas de manejo: ***Caña Quemada*** (**A**), ***Caña Verde extrayendo los Residuos*** (**B**) y ***Caña Verde con Residuos*** (**C**). El tratamiento con residuos fue numéricamente superior en 3.89 y 4.28 para N y K_2O respectivamente, a pesar de tener menos toneladas de caña (34.27), fue el de más extracción con relación a la quema y sin residuos; este último presenta una pérdida para obtener 1 tonelada de caña según la eficiencia de –0.04, siendo el de más toneladas de cañas producidas. El fósforo elemento esencial para la caña de azúcar, en su extracción en el tratamiento de caña quemada (0.63),

tuvó un aumento y en general fue alta la extracción en los tres tratamientos al compararlo con lo planteado por Villegas y otros (1998).

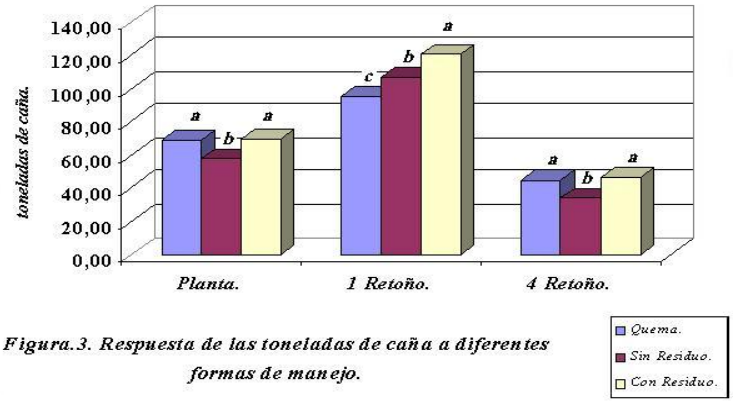


Figura.3. Respuesta de las toneladas de caña a diferentes formas de manejo.

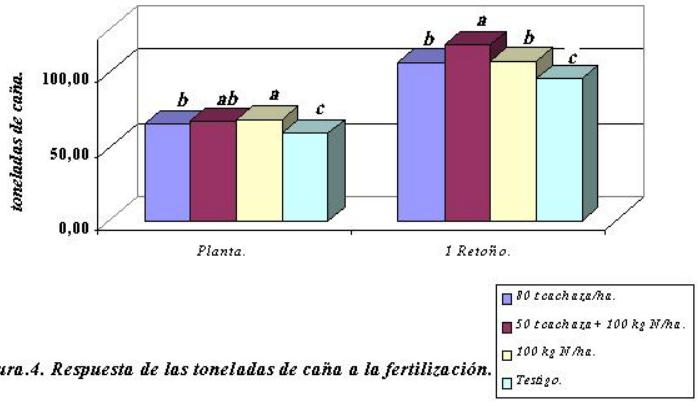


Figura.4. Respuesta de las toneladas de caña a la fertilización.

Los valores de extracción de nitrógeno en los subtratamientos: **80 t de cachaza/ha; 50 t de cachaza/ha + 100kg de N/ha; 100 kg de N/ha y un testigo sin fertilizantes,** oscilaron de 3.54-3.94, donde la eficiencia encontrada para el nitrógeno fue de 0.34.

Cuadro.2. Contenido de Materia Seca (MS), extracción de nutrientes y eficiencia

Tratamientos.		**Extracción Kg/t de caña.**			**% MS**	**ton. MS**	**ton. de caña/ha**	**Eficiencia**
		N	**P_2O_5**	**K_2O**				
Trat.	A	3.85	0.63	4.15	43.75	32.95	44.62	0.03
	B	3.89	0.55	4.28	75.16	33.70	34.27	0.03
	C	3.80	0.50	4.21	75.29	32.71	47.02	-0.004
Subtrat.	1	3.58	0.80	4.10	67.63	25.54	40.19	0.34 de N
	2	3.94	0.71	4.37	69.98	31.18	44.62	
	3	3.76	0.47	4.54	70.21	28.30	41.51	
	4	3.54	0.45	4.64	70.73	26.07	41.55	

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El análisis de los resultados obtenidos permitió llegar a las siguientes conclusiones:

- Se encontró disminución del contenido de M.O; Na^+; K^+ y potasio asimilable por Oniani, bajo el efecto del cultivo continuado, no así para el Ca^{++}; Mg^{++} y fósforo asimilable por Oniani y Bray-Kurts que aumentaron.
- Encontrándose diferencias significativas en el rendimiento, en planta y primer retoño, en los tratamientos y subtratamientos, no así para el cuarto retoño, que fue en los tratamientos.

- Los resultados de la extracción total de nutrientes por toneladas de caña, no se vieron afectadas por las aplicaciones de fertilizantes, ni por las diferentes formas de manejo, en los subtratamientos la eficiencia encontrada para el nitrógeno fue de 0.34.
- Recomendamos seguir estudiando los diferentes manejos para determinar su efecto a largo plazo sobre la fertilidad del suelo y los rendimientos del cultivo.

REFERENCIAS.

Castro Ruz, F. (1960). "La Diversificación en la Agricultura, Tarea Estratégica para el Productor Cañero". *Discurso pronunciado ante 600 Coordinadores de Cooperativas Cañeras*. La Habana. Cuba.

Bazelet, M.; F.J.Dejkhues y B.Eisenberg (1982). "Experimentos de fertilizantes con diferentes cultivos". *Rev. de la Potasa* (7) 103 a. 6pp.

Frómeta, N. (1983). "Variaciones producidas en algunas propiedades de un suelo ferralítico Rojo típico durantes el cultivo continuado". *Tesis de* C. Dr. ISCAH. La Habana.

García, E. N. Arzola, M Pérez y A. Andrés (1990): Efecto de las variaciones estaciónales sobre algunas propiedades agroquímicas de los suelos Pardos con carbonatos (Inceptisols) con y sin cultivo de caña de azúcar. I Precipitaciones y Humedad relativa. En: *XI Congreso Latinoamericana y II Congreso de la Sociedad Cubana de la Ciencia del Suelo*. Memorias Vol. I.

González, J; Fernández, M. C y Gimeno. G. M. (1990). "Efectos de los incendios forestales sobre el suelo. XI En: *Congreso Latino Americano y II Congreso Cubano de la Ciencias del Suelo. La Habana*.. Memorias Volumen IV.1111p.

Tisdale, J., Cades, J. (1982.: "Organic matter and water stable aggregates in soil". *J. Soil, Sci*. Vol. 33, pp. 140-163

Villegas, R., Regla M. Chang y Maribel González (1998). "Sostenibilidad del Agroecosistema y evolución de características biogeoquímicas en estudios de larga duración con caña de azúcar". *Cuba y Caña*. Vol 2.

DIVERSIDAD Y ABUNDANCIA DE INSECTOS HERBÍVOROS FOTOFÍLICOS EN CAÑA DE AZÚCAR

Loddo Vega, Zoila *
Rodríguez Regal, Mérida **
Granado Rojas, Carlos *
Blanco Vega, Arcelio *

* Grupo de Extensión y Servicios Agrícolas de Granma. Delegación Provincial MINAZ. Calle 4ta #49 entre 5ta y Frank País, Reparto Jesús Menéndez, Bayamo, Granma. Cuba. Teléf. 42-4723 y/o 42-5015 ext. 293
E mail: planificacion@delegacion.gr.minaz.cu
** Instituto Nacional de Investigaciones de la Caña de Azúcar. Avenida Van Troi # 17203 Boyeros. Ciudad Habana. CP 19210. Cuba

ABSTRACT

This study was conducted in a sugar cane agroecosystem located in "Los Guayos" Media Luna municipality in Granma province with the objective to study the diversity and abundance of homoptera species insect that are attracted by light. The conventional light trap functioned daily during a year. The result obteined show that homptera orden is represented by 17 species belong to 16 genera of the families: Fulgoridae, Cercopidae and Cicadellidae, the last is of the major richness and abundance. An important result in this study was the record of two new species on sugar cane crop: *Xestocephalus pulicarius* and *Protalebra brasiliensis*.

INTRODUCCIÓN

El cultivo de la caña de azúcar representa el 44 % de la producción mundial de azúcar y el 37 % de la exportación en los países productores de Latinoamérica y el Caribe, por lo que este cultivo es uno de los renglones fundamentales para el desarrollo económico de muchos países del área (O´Relly, 1997). En Cuba este cultivo ha ocupado siempre un lugar primordial en la agricultura y aún la economía de nuestro país depende de esta industria, el mismo ocupa más del 35 % del territorio agrícola nacional y tiene reportadas no menos de 103 especies de insectos que ocasionan daños al cultivo, aunque en su mayor parte son consideradas de poca o ninguna importancia hasta el momento, por lo que un número reducido es el que ha sido estudiado.

Los homópteros son un grupo poco estudiado a pesar de que se caracterizan porque no sólo ocasionan daños a la planta por su forma de alimentarse sino por ser vectores eficaces de muchos virus de plantas, como la comprensión de la biología, comportamiento y ecología de una plaga constituye la base sobre la que deben fundamentarse las estrategias del manejo integrado de plagas para aplicar las técnicas mas adecuadas de control y un manejo efectivo y duradero se realizó este estudio con el objetivo de conocer la riqueza y

abundancia de especies de este orden que habitan en el cultivo y establecer indicadores cuantitativos que caractericen a esta comunidad.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se desarrolló en las áreas cultivadas con caña de azúcar en la zona de los Guayos, Municipio Media Luna, Granma, y para ello se instaló una trampa de luz del tipo convencional en el centro de una hectárea rodeada del cultivo según metodología de Valladares (1990), la misma funcionó diariamente de 6:00 p.m a 6:00 a.m.
Para cumplir con el objetivo propuesto se contaron e identificaron los individuos colectados diariamente en el Laboratorio de Entomología de la Estación Provincial de Investigaciones de la Caña de Azúcar (EPICA) con la ayuda de las claves de De Zayas (1988) y colección de referencia de la Universidad de Granma. Los datos climáticos fueron tomados en la Estación Meteorológica mas cercana al área de estudio. La diversidad de la comunidad se cuantificó decenalmente con los índices ecológicos: Riqueza de Margaleff y Dominancia de Berger Parker (Anne Magurran, 1989).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Composición de la comunidad de homópteros.

Un total de 17 especies comprendidas en 16 géneros y 3 familias fueron capturadas durante el período de estudio (tabla 1).

Tabla 1. Especies de homópteros capturados con trampa de luz en caña de azúcar

FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE
Cercopidae	*Prosapia*	*Prosapia bicinta fraterna* Uhler
Cicadellidae	*Draeculacephala*	*Draeculacephala producta* M y B
	Hortensia	*Hortensia similis* Walker
	Carneocephala	*Carneocephala reticulata* Sign
	Xestocephalus	*Xestocephalus pulicarius* V.Duz
		Xestocephalus sp.
	Protalebra	*Protalebra brasiliensis* Barb.
	Poeciloscarta	*Poeciloscarta histrio* Fab.
	Nesosteles	*Nesosteles guajanae* De Long
	Deltocephalus	*Deltocephalus flavicosta* Stal.
Fulgoridae	*Saccharosydne*	*Saccharosydne saccharivora* West.
	Peregrinus	*Peregrinus maidis* Ashm.
	Omelicna	*Omelicna cubana* Myers.
	Haploxius	*Haploxius crudus* V.Duz
	Oliarus	*Oliarus complectus* Ball.

	Mnemosyne	*Mnemosyne cubana* Stal.
	Perkinsiella	*Perkinsiella saccharicida* Kirkaldy

Prosapia bicinta fraterna Uhler es la única representante capturada de la familia Cercopidae, conocida como salivazo y plaga de los pastos en Cuba (Mendoza y col, 1983), además se cría en gramíneas como la hierba de limón, guinea, pará, cañuela y también en la base de la caña, donde es escasa y carece de importancia (De Zayas, 1988). El género tienen dos especies cuarentenadas para Cuba.

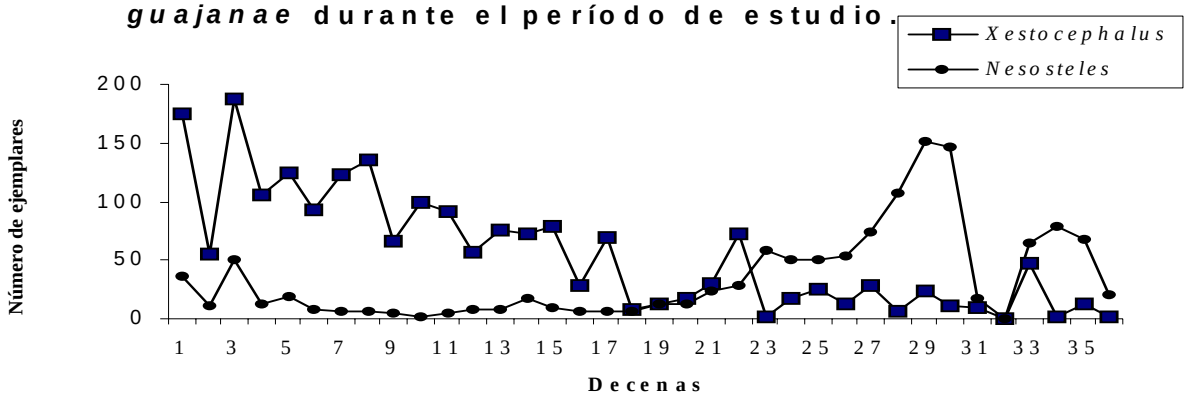
La familia Cicadellidae está representada por 8 géneros y 9 especies, de ellas hay 6 reportadas en el cultivo de la caña por De Zayas (1988), este autor destaca que *Protalebra brasiliensis* Barb. se encuentra en la hierba, huertos, boniato, zanahorias, etc. y *Xestocephalus pulicarius* V Duz se localiza en las gramíneas. Una especie de este género no pudo ser identificada . En la bibliografía consultada no encontramos reportes de estos insectos en caña de azúcar.

Los géneros que representan a la familia Fulgoridae son siete con igual número de especies de ellos, todas las especies están reportadas en el cultivo (Bruner et al. 1975 ; De Zayas, 198; Rodríguez y Navarro, 1998).

Dinámica poblacional de las especies más abundantes en la comunidad.

Las especies más abundantes durante todo el período de estudio fueron : *Xestocephalus pulicarius* V.Duz, *Nesosteles guajanae* DeLong, *Omelicna cubana* Myers y *Hortensia similis* Walker

Fig.1 Población de *Xestocephalus pulicarius* y *Nesosteles guajanae* durante el período de estudio.



.

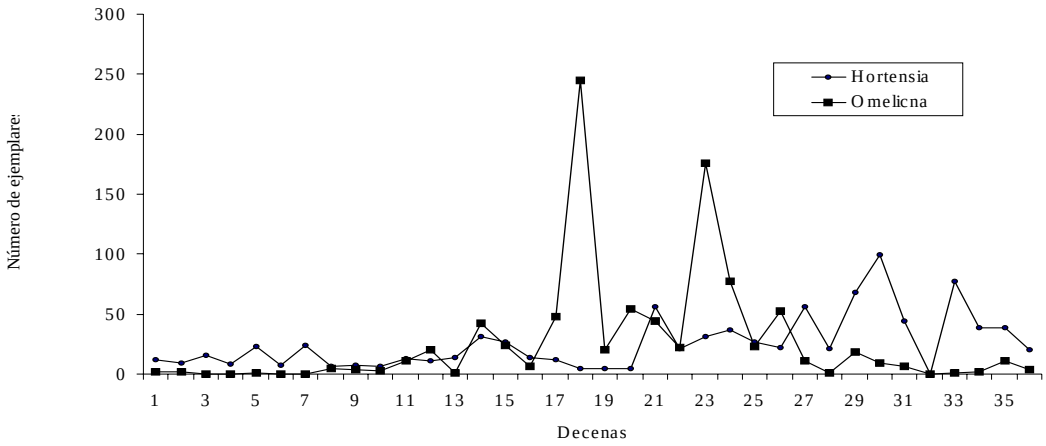
Xestocephalus pulicarius V.Duz (Cicadellidae) se hizo presente durante todo el año (fig.1), manteniendo su población en todas las decenas con sus mayores capturas entre enero y mayo con una máxima captura en enero con 417 individuos. Su máxima absoluta fue de 1978 individuos, el 27 % de las capturas totales del período. Sin embargo *Nesosteles guajanae* DeLong (Cicadellidae) a pesar de que se presentó también durante todo el año, los mayores valores se presentaron en las tres decenas del mes de octubre, su máxima población se presentó en la decena 29 con 151 individuos, no coincidiendo con las

poblaciones de *Xestocephalus*. No coincidiendo sus mayores poblaciones con la especie *X. pulicarius* Su máxima absoluta fue de 1142 individuos, el 16 % de las capturas totales del período (figura.1).

Coincidiendo en parte con Hidelgato (1999) que en estudios realizados en un agroecosistema cañero determinó como especie mas abundante en el cultivo a esta especie.

Hortensia similis Walker (Cicadellidae) se caracterizó por presentarse durante todo el año (fig.2) y en todas las decenas, presentó abundantes capturas entre la decena 21 y 35 con los mayores valores en la decena 30. Su máxima absoluta fue de 920 individuos, el 13 % de las capturas totales del período. No coincidiendo estos resultados con los obtenidos por González (2001).

Fig.2 Población de Hortensia similis y Omelicna cubana durante el período de estudio.



Omelicna cubana Myers estuvo presente todo el año (fig.2)pero con poblaciones bajas y valores cero en capturas diarias y algunas decenas. Las mayores poblaciones se presentaron de la decena 14 a la 26 con un máximo en la decena 18 con 245 individuos. Su máxima absoluta fue de 939 individuos, el 13 % de las capturas totales del período.

Caracterización de la diversidad de las familias presentes en la comunidad homoptera.

La riqueza de acuerdo a los índices calculados para las familias (tabla 2) demuestra que la familia Cicadellidae es la de mayor riqueza de las tres familias presentes en el agroecosistema estudiado con un valor de 2,1805 seguida de la Fulgoridae con 1,8195.

La dominancia con valor 0,4732 es mayor en la familia Fulgoridae dado a la abundante presencia de *Omelicna cubana* que representa el 17 % de la comunidad fulgorida presente.

Tabla 2. Índices de riqueza y abundancia de especies de las familias capturadas.

FAMILIA	**S**	**N**	**Rm**	**BP**
Cercopidae	1	658	0	1
Cicadellidae	9	4664	2.1805	0.4240
goridae	7	1984	1.8195	0.4732

S = # de especies N = # de individuos capturados
Rm – Riqueza de Margaleff BP -- Dominancia de Berger Parker

CONCLUSIONES

1. 1. La estructura de la comunidad fotofílica homoptera en el agroecosistema cañero de los Guayos está compuesta por las familias: Cicadellidae, Fulgoridae y Cercopidae con 16 géneros y 17 especies.
2. 2. Se reportan las especies *Xestocephalus pulicarius* y *Protalebra brasiliensis* en el cultivo de la caña.
3. *3.* Las especies mas abundantes en el agroecosistema estudiado son: *X. pulicarius, N. guajanae, O. cubana y H. similis.*
4. 4. La mayor riqueza y abundancia de especies la presenta la familia Cicadellidae y la mayor dominancia la Fulgoridae.
5. 5. Los resultados aquí obtenidos deben ser considerados por el SEFIT para el establecimiento del Manejo Integrado de estos insectos en caso necesario.

REFERENCIAS

Álvarez Ma del Carmen, A. Navarro (1998), Descubrir cualquier síntoma de enfermedad o plaga desconocida. *Revista Cañaveral* Vol.4 No. 3, 10-12.

Bruner S.C, L.C Scaramuzza y A.R Otero. (1975), "Catálogo de los insectos que atacan a las plantas económicas de Cuba". 2da Edición revisada y aumentada.

De Zayas, F. (1988), Entomofauna Cubana. T: VII , pp. 261 . Editorial Científico Técnica.

González F.J. (2001), Indicadores ecológicos de la comunidad de insectos fotofílicos de un agroecosistema dedicado a la caña . *Tesis en opción al grado de Dr. en Ciencias Agrícolas*. pp. 117.

Hidelgato, M.N . (1999), Population dynamics of Cicadellidae (Homoptera: Cicadellidae) in a sugarcane agroecosystem of Cuba. *Revista de Biología Tropical* Vol.47, No. 3, 503-511.

Magurran, Anne. (1989), Diversidad ecológica y su medición. Ediciones Vedra, Barcelona, 200p.

Mendoza H.F y J. Gómez . (1983), En Principales insectos que atacan a las plantas económicas de Cuba. pp. 304. Edit. Pueblo y Educación.

O´Relly L.J., M. Galán y A. Fuentes. (1997), Empleo de la lucha integral para el combate de plagas de la caña de azúcar. En: *Taller Jornada Científica Medio Siglo de Investigaciones Cañeras en Cuba*, Resumen de Ponencias 23-26.

EFECTOS DE LOS BIOESTIMULANTES MADUCAN Y ENERPLANT EN DIFERENTES VARIEDADES DE CAÑA DE AZÚCAR.

Rodríguez Ortiz, Yunior
Martín Gutiérrez, George
Cobos Vidal, Yakelín
Anache Casael, Silvino
Lamoru Beris, Marcos.

Estación Provincial de Investigaciones de la Caña de Azúcar. Holguín

ABSTRACT

The work was developed in the Bank of Seed Registered of the CAI "Guatemala." For the same were taken yolks isolated of the varieties C323-68, SP70-1284, C88-523 C90-530, obtained of the Bank of Basic Seed of the EPICA-Holguín, where was evaluated the employment of the bioestimulanting MADUCAN and ENERPLANT in several varieties of cane of sugar, as well as their possible effects on the physiologic processes of this first stage of the cultivation (75 days).

Were carried out several combinations, conforming the following treatments:

1.

EFICACIA DE LOS CONTROLES BIOLÓGICOS EN LA REGULACIÓN DE LA POBLACIÓN *Saccharosydne saccharivora* West. (HEMIPTERA: DELPHACIDAE)

Rodríguez Regal, Mérida *
Loddo Vega, Zoila *
Fernández Argudín, Miriam **
Tuero Suárez, Susana *

*Instituto Nacional de Investigaciones de la Caña de Azúcar. INICA. Ave Van Troi #17 403 Boyeros, Ciudad Habana. **E.mail**: merida@inica.edu.cu
** Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria.

ABSTRACT

Saccharosydne saccharivora West. (Hemiptera: Delphacidae) is associated to sugarcane and it is considered of economic importance for it's damages, as a pest when it reaches high populations. In the present research, the efficacy of natural enemies was evaluated from samples taken in sugarcane plantations, as well as the partial life table for the egg phase, during years 1997, 1998 and 1999, following the methodology of Vignes (1983). *Aprostocetus* sp., *Anagrus flaveolus* and a *Fusarium* species parasitoids were observed. The latter behaved as an entomopathogen fungus. They all represent regulatory factors in *S. saccharivora* West. egg populations. *Aprostocetus* sp. and *Fusarium* sp. were present in all localities, whereas *A. flaveolus* was recorded only in the country's central region. *Aprostocetus* sp. exercises a reverse density dependency, with positive retro feeding, that produces overcompensation, while *Fusarium* sp. originates a direct density dependency, with negative retro feeding, which produces under-compensation in the population. Both natural enemies contribute to stability, with sustained decreases in time, thus representing key factors in *S. saccharivora* West. population.

INTRODUCCIÓN

Saccharosydne saccharivora West. está mayormente asociado a la caña de azúcar. Fue informa por primera vez por Schomburgh en Barbado en el año 1831 (Guagliumi 1953) Se encuentra ampliamente propagado por el área del Caribe y Suramericana.

Los brotes de los saltahojas aparecen en el periodo húmedo del año en plantaciones jóvenes y son de gran intensidad en años de baja pluviometria.

Se distinguen dos tipos de perjuicios a causa del ataque de los saltahojas en la caña de azúcar, el primero de menor importancia es la succión de la savia de la planta por la alimentación, en ocasiones de centenares de ejemplares en una misma hoja y el segundo, más grave, aunque secundario, causado por el desarrollo de hongos oportunistas en la las excretas azucaradas de los insectos.

.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se evaluó la incidencia de los enemigos naturales del saltahojas *S. saccharivora a* partir de muestras tomadas en plantaciones de caña azúcar . Se calculó la eficiencia de los parasitoides y las tabla de vida parcial para la fase de huevo durante los años 1997, 1998 y 1999 según la metodología de Vignes (1983).

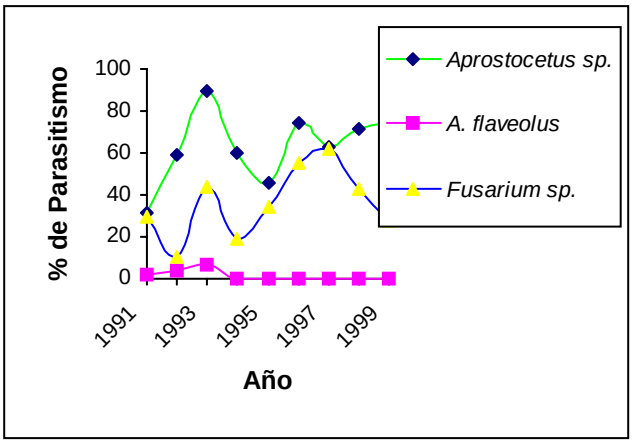
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De los parasitoides de huevos evaluados, *Aprostocetus* sp. resultó ser el de mayor influencia en las poblaciones de ***S. saccharivora***. El parasitismo real alcanzó valores entre 3.4 y 64.5 %, con máximo de más del 60 % en Guantánamo; seguido por el hongo entomopatógeno *Fusarium* sp. que infestó entre 3.9 y 44.0 %. *A. flaveolus* fue observado en las localidades de Cabaiguan y Ciego de Ávila y solamente alcanzó un parasitismo de un 2.0 % (tabla 1).

Tabla 1. Mortalidad en huevos de *S. saccharivora* en diferentes localidades.

Localidad	***Fecha***	***Parasitismo (%)***				
		Aprostocetus sp.		***A. flaveolus***	***Fusarium sp.***	***Total***
		Real	***Potencial***			
BSB San Cristóbal	oct	7.00	16.20	0.00	35.30	51.50
	nov	41.20	43.50	0.00	12.60	56.10
	dic	39.20	31.70	0.00	42.20	26.20
30 de Nov. San Cristóbal	oct	3.40	7.50	0.00	14.40	1.90
	dic	36.90	26.10	0.00	44.00	29.80
Jovellanos	nov	33.80	39.80	0.00	34.60	75.70
Cabaiguan	nov	22.30	28.10	1.10	20.10	50.70
C. de Ávila	nov	19.10	24.80	2.00	24.00	50.80
Florida	nov	13.50	15.40	0.00	16.20	31.60
Ranchuelo	nov	22.90	22.90	0.00	24.20	47.10
Palma Soriano	nov	13.10	14.90	0.00	3.90	18.80
Guantánamo	nov	64.50	66.20	0.00	6.90	73.10

Fig. 1. Mortalidad en el estado de huevo de *S. saccharivora* por año. San Cristóbal, Pinar del Río.



Sin obviar el papel que juegan el resto de los enemigos naturales en el mantenimiento de la población del saltahojas de la caña de azúcar, constituyen factores de mortalidad, ya que los promedios del parasitismo observado en San Cristóbal (BSB) y en otras localidades ponen en evidencia la potencialidad de *Aprostocetus* sp. como factor de regulación del fitófago. En esta localidad se determinó que el parasitismo se mantuvo en el tiempo en niveles relativamente altos, *Aprostocetus* sp mostró porcentajes superiores al 30 %, en ocasiones superior al 80 %, seguido de una especie de *Fusarium* que en este caso actuó como un hongo entomopatógeno infectando a más del 30 % de los huevos de ***S. saccharivora*** (figura 1).

Tabla de vida parcial de huevo de *S. saccharivora* en 3 años

El calculó de la tabla de vida parcial del estado de huevo se corroboró que los factores bióticos participan activamente en la regulación de la población de ***S. saccharivora*** lo que permitió agrupar la información ecológica referente a la estimación de la mortalidad en el tiempo para este estado (Varley *et al*. 1975; Rabinovich 1982; Sharov 1999) (tabla 2, figura 2).

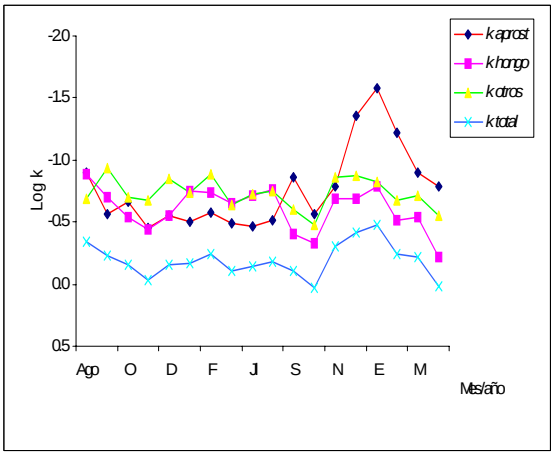


Tabla 2. Relación de los factores denso dependientes en la regulación del estado huevo de *S. saccharivora*.

Factor de mortalidad	***b***
k_1 Aprostocetus	1.88
k_2 Fusarium	-0.70
k_3 otras causas	-2.33
K_4 total	0.08

Fig. 2. Mortalidad en el estado de huevo de *S. saccharivora* por año. San Cristóbal, Pinar del

Los resultados demuestran que:

1. 1. El estado de huevo interactúa con factores bióticos que ejercen un papel regulador (R-función) en el crecimiento de ***S. saccharivora*** (figura 2).
2. 2. *Aprostocetus* sp. (k_1), *Fusarium* sp. (k_2), y otras causas (K_3) que incluyen la dispersión, son factores de retroalimentación positiva y negativa.
3. 3. (k_1) actúa como un factor denso dependiente inverso. Su acción es una retroalimentación positiva y produce sobrecompensación y tendencia a la estabilidad, al alcanzar la pendiente un valor entre 1 y 2 (tabla 2).
4. 4. (k_2) actúa como un factor denso dependiente directo con una acción de retroalimentación negativa y provoca decrementos en la población. Produce subcompensación por ser el valor de pendiente menor que 1.
5. 5. (K_3) actúa como un factor denso dependiente directo con retroalimentación negativa y provoca decrementos en la población. Produce sobrecompensación por ser la pendiente mayor que 2.

La curva de *Aprostocetus* sp. resultó la más cercana a la K total, puede, por tanto, considerarse un factor clave en la mortalidad de ***S. saccharivora*** y el de mayor peso en producir los decrementos en el tiempo, seguido de *Fusarium* sp. que influye en el mismo sentido.

En la tabla 2 se presentan los valores de las pendientes (b) de la relación entre el logaritmo de la población y los k-valores que describe el grado del efecto de la densidad sobre la tasa de incremento poblacional, y da la medida de cómo actúa el factor clave.

Los resultados discutidos conducen a afirmar que si bien el complejo de enemigos naturales representa un impacto negativo al desarrollo de ***S. saccharivora***, demostrado en el tiempo, es evidente que dentro de este complejo, *Aprostocetus* sp. constituye el factor de mortalidad clave dentro del sistema tritrófico en el estado de huevo, lo que en gran medida produce, en cualquier condición, una mortalidad alta, permitiendo que sólo una parte de la población de huevo se convierta en ninfa. No se puede obviar que otros factores coadyuvan en este porcentaje de mortalidad los cuales de conjunto determinan valores de densidad por debajo del umbral económico.

De manera que se puede afirmar que existe una denso dependencia entre la población de puestas de ***S. saccharivora*** y el parasitoide, así como con las otras causas de mortalidad.

CONCLUSIONES

- Entre los enemigos naturales de ***S. saccharivora*** los más abundantes, frecuentes y eficaces fueron *Aprostocetus* sp., *Fusarium* sp. que incidieron en todas las localidades y *A. flaveolus* en la región central del país. *Aprostocetus* sp. ejerce una denso dependencia inversa con retroalimentación positiva que produce sobrecompensación y *Fusarium* sp. una denso dependencia directa con retroalimentación negativa que produce subcompensación, ambos enemigos naturales contribuyen a la estabilidad con decrementos sostenidos en el tiempo, razón por la cual representan factores clave en la población del fitófago.

REFERENCIAS

Guagliumi, P. (1953). El saltahojas de la cña de azúcar en Venezuela. Tomo I p 306 – 313
Rabinovich, J. (1982). México. Ed. Continental, 313 pp
Sharov, A. A. (1983). http://www.ento.vt.edu/~ sharov/ Pop Ecol/ 1999, Chapter 1-10, 1999.
Varley, G. C.; G. R. (1975). Graolwell and M. P. Hassell, Blackwell Scient. Publication, 212 pp.
Vignes, J. (1983). *Congress in ISSCT*, XVIII, Cuba, Biological Comission, Tomo III.

ESTUDIO PRELIMINAR DEL EFECTO DE DIFERENTES FERTILIZACIONES EN UN CULTIVO DE CAÑA DE AZÚCAR EN EL SUR DE ESPAÑA

Salas, M. C.
Urrestarazu, M.
Martín, J.M,
Córdoba, A de*.

Departamento de Producción Vegetal
Universidad de Almería. España
E-mail: csalas@ual.es

*Azucarera de Guadalfeo, S.A.
Granada. España

ABSTRACT

Vinasse is an industrial polluting remainder of the alcohol distillation for the environmental. Nevertheless, by its high concentration in potassium and content in organic matter it could be used like fertilizer, so that we improved the fertility of the ground and solve a contamination problem. This study aimed to investigate the effects the application of concentrated vinasse as partial or total substitute of the fertilizer surface application in a sugarcane crop by means of leaf tissue analysis. The preliminary results of the level of nutrients will be resisted later with the analysis of the production and quality of the sugarcane. The level of nutrients in leaves of the plant is very variable and it is directly influenced by the degree of fertility of the ground and the applied fertilization. According to the preliminary results and as previous conclusions to the analysis of the production results, the application of concentrated vinasse to the ground in a sugarcane crop could contribute in the elimination of a highly polluting remainder.

INTRODUCCIÓN

La vinaza es el residuo líquido industrial de la destilación del alcohol, puede provenir de la fermentación del jugo o de la melaza. Es un residuo muy contaminante para el medio ambiente por su alto contenido en materia orgánica por lo que presenta una elevada demanda bioquímica de oxígeno (DBO). Sin embargo, por su alta concentración en potasio y contenido en materia orgánica podría utilizarse como fertilizante; coincidiendo con las deficiencias de estos elementos en los suelos españoles donde se cultiva. Este residuo no se aplica como fertilizante en el cultivo de la caña en España sin embargo, es una práctica cada vez más habitual en países como Argentina o Brasil. Con el uso de la vinaza como fertilizante, a la vez que mejoramos la fertilidad del suelo estamos resolviendo

un problema de contaminación medioambiental. Si contrastamos la fertilización que se lleva a cabo en el sur de España con los requerimientos del cultivo (Fogliata, 1995; Humbert, 1968; Olalla *et al.*, 1988), concluiremos que la fertilización nitrogenada es excesiva mientras que la potásica no cumple las necesidades nutricionales (El Wali y Gascho, 1984a). El objetivo de este trabajo consistió en evaluar los efectos de la aplicación de la vinaza concentrada como sustituto parcial o total del abonado de cobertera en un cultivo de caña de azúcar. Para ello se realizó un estudio de la influencia en la concentración de nutrientes en hojas. Estos resultados preliminares serán contrastados posteriormente con el análisis de la producción y calidad de la caña de azúcar. La concentración de nutrientes en los tejidos de la planta es muy variable y está influenciada directamente por el grado de fertilidad del suelo y la fertilización aplicada.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se realizó desde mayo de 2001 hasta mayo de 2002. La variedad de caña de azúcar utilizada fue Tuc 77/42 en la segunda soca o retoño. Las operaciones de cultivo fueron uniformes en todas las parcelas. La vinaza se distribuyó con un pulverizador manual y se le dio un riego para evitar el estrés salino. Siguiendo la práctica de la zona, los fertilizantes empleados fueron el complejo 15-15-15 (N-P_2O_5-K_2O) para el abonado de fondo y urea en cobertera. La vinaza, antes de utilizarse en el ensayo, pasa por el proceso de clarificación y concentración hasta un 50% (Tabla 1). Para evaluar la respuesta del cultivo a los tratamientos se realizó un estudio preliminar de la concentración de nutrientes en los tejidos foliares. Se aplicaron tres tratamientos de fertilización (Tabla 2), el primero consistió en la fertilización media del agricultor de la zona (T_0), en el segundo se sustituía la primera cobertera por vinaza concentrada (T_1) y, en el tercero las dos coberteras eran sustituidos por vinaza (T_2). Para los análisis foliares se recolectó la hoja+1 a los cuatro meses de la plantación, se seleccionó los 20 o 25 cm centrales del limbo y eliminó la nervadura central (Fogliata, 1995). Los tres tratamientos se llevaron a acabo en dos suelos diferentes en sus características edafológicas: en Salobreña, latitud 36º 43’ y longitud 3º 35’, y textura franco-arenoso, y en Motril, latitud 36º 43’ y longitud 3º 32’, y franco-arcillo-arenoso. En el ensayo se eligió un diseño experimental en bloques completos al azar con tres repeticiones (Little y Hills; 1976; Petersen, 1994.), y nueve subparcelas dentro de cada parcela.

Tabla 1. Características medias químicas de la vinaza concentrada de caña de azúcar a una concentración del 50% p/p utilizada en los ensayos

	% p/p		**mg kg^{-1}**
Nitrógeno total	1,2	**Hierro (Fe)**	500
Fósforo (P_2O_5)	0,33	**Cobre (Cu)**	8
Potasio (K_2O)	5	**Manganeso (Mn)**	70
Calcio (CaO)	0,6	**Zinc (Zn)**	15
Magnesio (MgO)	0,8	**Boro (B)**	9
Azufre (S)	0,73		
Materia orgánica total	39	**Relación C/N**	20

Extracto húmico total	38	**PH**	4,5 ± 0,5
Ácidos húmicos	Trazas	**Densidad aparente**	1,28
Ácidos fúlvicos	35	**(kg m^{-3})**	
Carbono orgánico total	23,6		
Proteínas	8		
Hidratos de carbono	20		
Aminoácidos libres	0,58		

Fuente: Kimel Química de España.

Tabla 2. Características de los tratamientos en función de la composición química y distribución de los fertilizantes aplicados

Tratamiento		**kg ha^{-1}**						**g ha^{-1}**				
		N	**P_2O_5**	**K_2O**	**CaO**	**MgO**	**S**	**Fe**	**Cu**	**Mn**	**Zn**	**B**
T_0	**Fondo**	50	50	50	-	-	-	-	-	-	-	-
	Cobertera 1- urea	36	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Cobertera 2- urea	36	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Total	122	50	50	-	-	-	-	-	-	-	-
T_1	**Fondo**	50	50	50	-	-	-	-	-	-	-	-
	Cobertera 1- vinaza	36	10	150	18	24	22	1172	19	164	35	21
	Cobertera 2- urea	36	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Total	122	60	200	18	24	22	1172	19	164	35	21
T_2	**Fondo**	50	50	50								
	Cobertera 1- vinaza	36	10	150	18	24	22	1172	19	164	35	21
	Cobertera 2- vinaza	36	10	150	18	24	22	1172	19	164	35	21
	Total	122	70	350	36	48	44	2344	38	328	70	42

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los niveles de nitrógeno en la hoja +1 de las plantas cultivadas en Salobreña (Tabla 3), en todos los tratamientos se encuentra ligeramente por debajo de los óptimos (El Wali y Gascho, 1984a), llegando a niveles críticos en las plantas de Motril (Tabla IV). La compactación del suelo origina una disminución significativa de la absorción de nitrógeno y un aumento significativo de Mn y Al, alterando el equilibrio nutricional de la planta (Lowery y Schuler, 1985). El tipo de suelo de Motril y la labor poco profunda que se acostumbra origina cierta compactación que se refleja en niveles de N inferiores a los del suelo de Salobreña y niveles de Mn significativamente mayores. Para el fósforo no aparecen diferencias significativas en ninguno de los suelos no se vieron afectados por la forma de aplicar los fertilizantes (Tabla III y IV), sin embargo en ambos suelos los niveles

son ligeramente bajos respeto a los óptimos (0,22-0,30%) (El Wali y Gascho, 1984a; 1984b). Los valores óptimos para potasio en la hoja+1 están en 1-1,6% de materia seca (El Wali y Gascho, 1984a), de manera que en las plantas de Salobreña (Tabla III) los niveles están próximos a esos valores y con diferencias significativas al 95% entre los tratamientos. Existe una relación directa entre la fertilización potásica y, la absorción y acumulación de este elemento en la hoja. Dicha relación se ve alterada en suelos compactados en los que se produce una inadecuada aireación radical, dificultando la absorción de este elemento (Humbert, 1968). En las plantas de Motril (Tabla IV), los niveles de K en hoja son mayores en las plantas abonadas con dos coberteras de vinaza (T_2), seguramente por una mala aireación en el medio radical, a consecuencia de la aplicación de un producto con una muy elevada DBO. Los valores más bajos corresponden a las abonadas de forma tradicional (T_0) con diferencias significativas al 95%. En cualquier caso, los niveles de K son menores que en las plantas de Motril. El contenido mayor en hoja en este elemento coincide con la mayor fertilización con vinaza.

Tabla 3. Niveles foliares en la hoja+1 según los tratamientos aplicados en función de la fertilización: T_0 fertilización tradicional (fondo y dos coberteras), T_1 (fondo y dos coberteras, la primera con vinaza), y T_2 (fondo y dos coberteras con vinaza) para el suelo de Salobreña. $DSM_{0,05}$ y $DSM_{0,01}$, diferencias significativa mínima al 95 y 99 %, respectivamente

		% m.s			Mg kg^{-1} m.s.				
Tratamientos		**N**	**P**	**K**	**Fe**	**Cu**	**Mn**	**Zn**	**B**
T_0	**Media**	1,70	0,21	1,70	152,51	1,25	21,44	25,39	9,22
	DS	0,23	0,09	0,10	90,33	0,15	0,50	2,71	1,26
T_1	**Media**	1,74	0,15	1,42	54,25	0,63	30,38	23,23	8,18
	DS	0,26	0,02	0,12	17,06	0,13	5,84	1,27	1,80
T_2	**Media**	1,81	0,17	1,60	80,42	0,64	25,42	22,77	6,01
	DS	0,14	0,03	0,08	4,00	0,22	4,50	1,72	0,10
	$DSM_{0,05}$	-	-	0,20	-	0,35	8,52	-	2,54
	$DSM_{0,01}$	-	-	-	-	0,53	-	-	-

El hierro no presenta diferencias significativas en ninguno de los suelos estudiados y, su valor puede considerarse alto (El Wali y Gascho, 1984a; 1984b), en las plantas de Salobreña (Tabla III) las concentraciones en hierro son mayores que en las de Motril (tabla IV). Por el contrario, los niveles de cobre en hoja presentan diferencias significativas en las plantas cultivadas en Salobreña (tabla III), en los tres tratamientos los niveles son bajos, valores menores de 3 ppm son considerados críticos (El Wali y Gascho, 1984b). De los tres tratamientos las plantas abonadas de forma tradicional (T_0) presentan casi el doble de Cu en hoja que las abonadas en cobertera con vinaza una (T_1) o dos veces (T_2). Sin embargo, a pesar de no mostrar diferencias significativas entre los tratamientos, los niveles de las plantas cultivadas en Motril (tabla IV) son bastante elevados a excepción del tratamiento en el que se aplica vinaza en dos coberteras que es ligeramente menor. Para el manganeso, sólo aparecen diferencias significativas en los análisis correspondientes a Salobreña (Tabla III), con el máximo valor en las abonadas en una cobertera con vinaza (T_1). En ambos suelos, los valores máximo se presentan en el mismo tratamiento (T_1) y están dentro de los

valores normales (El Wali y Gascho, 1984a; 1984b). En el caso del zinc, las diferencias significativas al 95% aparecen en Motril (tabla IV) y las concentraciones están próximas los valores considerados máximos que oscilan entre 16 y 32 mg kg^{-1} (El Wali y Gascho, 1984a; 1984b). En las plantas cultivadas en Salobreña (tabla III), las concentraciones son altas pero dentro de los límites. En ambos casos siguen la misma tendencia, los valores mayores de Zn se presentan en las hojas de las cañas abonadas de forma tradicional (T_0), disminuye cuando se aplica vinaza en una cobertera y es aún menor cuando se aplica en dos (T_2). Por último, los tratamientos de la finca de Salobreña tienen los niveles de boro por debajo de los óptimos, mientras que en la de Motril ocurre lo mismo con los tratamientos de vinaza y, el testigo presenta valores adecuados. La deficiencia de boro se observa más frecuentemente en suelos donde la tasa de infiltración es más elevada (Anderson y Bowen, 1990), lo que explicaría la gran diferencia entre los dos testigos. Hay que destacar que en ambos suelos aparecen diferencias significativas al 95% (Tabla 3 y 4) y los valores mayores son de las plantas abonadas tradicionalmente (T_0), diminuyendo en el T_1 donde se aplica en una cobertera de vinaza, y alcanza el menor valor en las hojas del tratamiento en el que las dos coberteras son de vinaza (T_2).

Tabla 4. Niveles foliares en la hoja+1 según los tratamientos aplicados en función de la fertilización: T_0 fertilización tradicional (fondo y dos coberteras), T_1 (fondo y dos coberteras, la primera con vinaza), y T_2 (fondo y dos coberteras con vinaza) para el suelo de Motril. $DSM_{0,05}$ y $DSM_{0,01}$, diferencia significativa mínima al 95 y 99 %, respectivamente

Tratamientos		% m.s.			mg kg^{-1} m.s.				
		N	P	K	Fe	Cu	Mn	Zn	B
T_0	Media	1,69	0,15	1,09	55,11	3,57	45,42	36,18	19,73
	DS	0,07	0,04	0,05	4,84	1,06	5,18	5,87	6,53
T_1	Media	1,47	0,14	1,13	53,49	3,84	46,52	29,39	9,51
	DS	0,06	0,03	0,08	7,64	0,97	5,12	3,16	0,62
T_2	Media	1,53	0,14	1,34	64,01	2,30	36,49	25,40	8,16
	DS	0,16	0,04	0,11	6,94	0,62	8,61	1,65	1,12
	$DSM_{0,05}$	0,21	-	0,17	-	-	-	7,92	7,67
	$DSM_{0,01}$	-	-	-	-	-	-	-	-

CONCLUSIONES

Como conclusiones previas en general en los análisis foliares el nivel de potasio es más elevado de lo que se esperaba para unos suelos pobres en este elemento y la aplicación de vinaza no mejora el contenido en hoja ni en potasio ni en nitrógeno. Sin embargo, como avance y antes de disponer de todos los resultados, la aplicación de vinaza concentrada al suelo en un cultivo de caña podría contribuir en la eliminación de un residuo altamente contaminante.

REFERENCIAS

Anderson, D L. and Bowen, J.E. (1990). "Nutrición de la caña de azúcar". Instituto de la potasa y el fósforo (INPOFOS), 10

El Wali, A.M.O., Gascho, G.J. (1984a). "Soil testing, foliar analysis, and DRIS as guides for sugarcane fertilization". *Agron. Journal* Vol. 76, pp. 466-470

El Wali, A.M.O., Gascho, G.J. (1984b), Fertilization of sugarcane using critical nutrient levels. *Sugar Journal* Vol.46(8), pp. 9-11

Fogliata, F.A. (1995). "Agronomía de la caña de azúcar". Ed. Graduado. Ayacucho, Argentina, pp. 1272

Humbert, R.P. (1968). "The growing of sugarcane". Ed. Elsevier Co. Amsterdam, pp 779

Little, T. M., Hills, F. J. (1976). "Métodos estadísticos para la investigación en la agricultura". Ed. Trillas. México

Lowery, B.; Schuler, R. (1985). "Influence of compactation on nutrient availability". In:. *Fertilizer, Aglime and Pest Management Conference*., Proceeding. Univ. Wisconsin, USA, pp 3

Olalla, L.; Jurado, F.; Navarro, E.; Mira, A. (1988). "Fundamento y estado actual de las recomendaciones de abonado de la caña de azúcar". Publicación de la Consejería de

Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía. Ed. Dirección General de Investigación y Extensión Agrarias
Petersen, R.G. (1994). “Agricultural Field Experiments”.. Ed. Marcel Dekker, Inc. New York

EVALUACIÓN AGRONÓMICA, INDUSTRIAL E ISOENZIMÁTICA DE LA SEMILLA ARTIFICIAL DE CAÑA DE AZÚCAR

Nieves, Nadina*
Zambrano Yumaris **
Cid, Mariela *
Pina Danilo *
Castillo, Ramiro *

*Centro de Bioplantas, Universidad de Ciego de Ávila, Carretera a Morón, km 9, CP 69450, Ciego de Ávila, Cuba. E-mail: **E-mail**: nnieves@bioplantas.cu
**Instituto Nacional de Investigaciones de la Caña de Azúcar (INICA), Santiago de Las Vegas, La Habana, Cuba,
E-mail: cecilia@inica.edu.cu

ABSTRACT

The establishment of plants from artificial seeds, whether dry or encapsulated, especially in the field, remains problematic. This study shows the agronomical and industrial behaviour of sugarcane plants cv. CP-5243 derived of artificial seed compared with traditional and isolated buds methods. Artificial seed-acclimatised plants were plantlet in field conditions simultaneously with two-control treatment previously germinated: Macropropagated plants derived of stems of three buds and axillary buds isolated from field-grown plants. Artificial seed was taller and the smaller diameter at eight months age, but this differences disappeared at 12 months. In sugars analysis and yeld no differences in all parameters evaluated were found into artificial seed-derived plants and other control methods. Isoenzymatic patrons not show differences into tree methods assayed.

INTRODUCCIÓN

La caña de azúcar (*Saccharum sp*.) es uno de los cultivos más importantes desde el punto de vista económico cuya contribución es cerca del 60 % de la producción de azúcar a nivel mundial y se cultiva en cerca de 16 millones de ha. Este es el principal uso de la tierra en la agricultura cubana, se encuentra distribuida a través de todo el territorio nacional y ocupa alrededor de un millón cuatrocientas mil hectáreas, lo que representa cerca del cuarenta por ciento del área cultivada total.

La industria azucarera cubana sufrió una considerable depresión a partir de la década de 1990. La caída posterior de los precios en 1998 y 1999 indudablemente ha venido a agravar aun más las condiciones financieras de la agroindustria, que requiere recuperar la utilización de su capacidad instalada en los centrales en busca de calidad, estabilidad y eficiencia. Las principales causas que han influido en esta decadencia son la

carencia de insumos para la producción, el ataque de plagas y enfermedades con el consiguiente deterioro de la calidad de las semillas, y la presencia de factores climáticos adversos en ese período.

La obtención de semilla básica de alta calidad y la introducción de variedades logradas a través del programa de mejoramiento genético son caros y arduos, debido a la movilización de materiales y recursos humanos, y no resuelven el problema de enfermedades sistémicas. En Cuba se designan a la producción de semillas cerca de 80 000 hectáreas cada año. Esta cantidad representa una pérdida importante en la producción de azúcar. Una alternativa para la propagación clonal a través de meristemos o yemas axilares *in vitro*, es la producción masiva de embriones somáticos a partir de suspensiones celulares. Ellos pueden ser producidos directo o indirectamente a partir de células, callos u órganos, estos embriones pueden ser encapsulados y usados como semilla sintética para la plantación. El establecimiento de este sistema podría ser importante tanto desde el punto de vista científico como económico. Guiderdoni *y otros* (1995) relacionan las amplias posibilidades que brindan los cultivos embriogénicos (callos y suspensiones celulares), así como los embriones somáticos para que se conviertan en una herramienta atractiva y eficiente para la propagación. (Gnanapragasam y Vasil, 1990, mientras que Eksomtramage *y otros,* 1992) los emplean en la crioconservación.

Uno de los aspectos básicos en el establecimiento de una metodología de la semilla artificial es la evaluación de su comportamiento en condiciones de campo, ya que el objetivo final de la misma es servir como método de plantación y que las plantas propagadas por esta vía mantengan las características básicas de la variedad.

El objetivo del trabajo es establecer el comportamiento agronómico e industrial de las plantas de caña de azúcar de la variedad CP52-43 logradas por semilla artificial, así como estudiar mediante patrones isoenzimáticos su posible variabilidad genética.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los experimentos *in vitro* se llevaron a cabo en el Lab. De Cultivo de Células y Tejidos del Centro de Bioplantas, UNICA, mientras que los experimentos de campo se realizaron en las áreas experimentales de la EPICA de Florida, Camagüey, Cuba.

Plantas de dos a cuatro meses de edad, provenientes de embriones somáticos encapsulados obtenidos mediante la metodología descrita por Castillo (2001), aclimatadas en casas con condiciones controladas en el Centro de Bioplantas se plantaron en la Estación Experimental de la Caña de Azúcar de Florida, las que se compararon con el método tradicional de siembra (trozos de 3 yemas) y el método de yemas (nudos con una yema), en un bloque completamente aleatorizado con tres réplicas por tratamiento. Cada parcela contó con 4 surcos de 14 m de largo y en cada surco se colocaron 21 posturas, con una distancia de plantación de 1.50 m.

Las condiciones de riego, fertilización y limpia fueron las establecidas por las normas del cultivo, las que se aplicaron rigurosamente.

Se realizaron dos evaluaciones, a los 8 meses de plantadas las posturas y a los 12 meses, que coincidió con el momento de la cosecha.

El análisis estadístico de los resultados se realizó utilizando el Paquete Estadístico Statgraphics (Versión 2.0 para Windows). Los datos obtenidos se procesaron mediante un análisis de varianza (ANOVA) de clasificación simple y en los casos en que se presentaron diferencias estadísticas se procedió a ejecutar el Test de Rangos Múltiples de Duncan

($p<0.05$). Los datos porcentuales se transformaron mediante la ecuación $X´=2\arcsin((x/100)^{0.5})$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla 1 se expone el comportamiento de las plantas obtenidas a partir de embriones somáticos encapsulados (semilla artificial) cultivadas en campo, comparadas con dos métodos de plantación utilizados en la producción comercial.

En la evaluación realizada a los 8 meses de la plantación los individuos provenientes de semilla artificial presentaban un diámetro del tallo inferior al de los dos métodos control, aunque la longitud del mismo era superior a ambos, con diferencias estadísticas de significación.

A los 12 meses de edad (momento de la cosecha) aún se mantuvo la superioridad de la semilla artificial en cuanto a longitud y masa fresca del tallo, con diferencias estadísticas en el último caso. Mientras que, en cuanto al diámetro del tallo, se supera al método por estacas, y se mantiene inferior al de los tallos de las plantas obtenidas por la siembra de yemas aisladas.

Un aspecto que es importante destacar es el relacionado con la floración, ya que las plantas provenientes de semilla artificial presentaron una floración muy baja, con valores cinco veces inferior al de los métodos de control evaluados, con diferencias estadísticas de significación. Este es un parámetro valioso en los estudios realizados, pues se conoce el efecto negativo que tiene la floración sobre el rendimiento industrial y la variedad en estudio (CP52-43) es de madurez temprana que florece abundantemente a partir del mes de noviembre, por lo que el comportamiento de la floración es un aspecto que de mantenerse en las cepas posteriores sería favorable para mejorar la calidad de la variedad.

Tabla 1: Comportamiento en campo de las plantas de caña de azúcar de la variedad CP52-43 obtenidas por embriones somáticos encapsulados (Semilla Artificial) comparado con los métodos tradicionales de plantación. Medias con letras desiguales difieren estadísticamente (ANOVA, Duncan, $p \leq 0.05$).

Edad de las plantas (meses)	Indicador	Semilla Artificial	Segmentos de tallos	Yemas aisladas	ES
8	Diámetro del tallo (cm)	2.54b	2.66ab	2.72a	0.036
	Altura de la planta (cm)	198.1a	186.3b	181.0b	1.47
12	Número de Tallos/plantón	7.0	7.7	7.8	0.35
	Diámetro del tallo (cm)	2.69ab	2.64b	2.77a	0.43
	Altura de la	223.0	207.7	215.7	5.59

	planta (cm)				
	Masa fresca (kg)	1.07a	0.96ab	0.87b	0.45
	Número promedio de flores/surco	8.0b	44.0a	39.3a	6.87
	Porcentaje de Brix	23.1	23.2	23.7	0.32
	Porcentaje de sacarosa	20.4	20.5	21.1	0.38
	Pureza aparente del jugo	88.4	88.5	89.2	0.65
	Pol en caña	17.87	17.97	18.51	0.34
	Toneladas de caña/ha	91.54	90.43	88..91	2.81
	Toneladas de pol/ha	16.33	15.71	16.12	0.31

En los análisis de azucararía no se encontraron diferencias en ninguno de los parámetros evaluados (porcentaje de brix, porcentaje de sacarosa, pureza del jugo y pol en caña). Tampoco se muestran diferencias en lo referente a las toneladas de caña/ha y toneladas de pol/ha.

La germinación y conversión de embriones bajo condiciones *ex vitro* no se considera una rutina desde el punto de vista comercial, ya que hasta el presente muy pocas especies, tales como la alfalfa y algunas coníferas presentan porcentajes aceptables que le permitan ser aplicables a escala comercial (Redenbaugh, 1993). En caña de azúcar no existen referencias sobre la introducción en condiciones de campo de embriones somáticos encapsulados, solamente Quiala *y otros* (1999) refieren la germinación de embriones somáticos encapsulados en matriz de alginato y con tratamientos adicionales con KNO_3 para facilitar la ruptura de la cápsula, pero bajo condiciones *in vitro*. Mientras que Tapia *y otros* (1999) y Nieves *y otros* (1999) reportaron la germinación de embriones somáticos de caña de azúcar en condiciones *ex vitro* en casas de aclimatización.

En ninguno de los sistemas isoenzimáticos estudiados se encontraron diferencias en los patrones de bandas electroforéticas, lo que pone de manifiesto la estabilidad genética lograda por esta vía de propagación biotecnológica. La causa fundamental de la variación genética producida por el cultivo *in vitro* de órganos y/o tejidos de plantas ha sido la aparición de lo que se denomina cambios epigenéticos, los cuales son generados por genes que se estimulan y expresan por los efectos del cultivo *in vitro per se*, pero tales genes no provocan cambios en los patrones hereditarios. En estudios realizados a plantas regeneradas a través del cultivo de meristemos y con varios subcultivos en la micropropagación, las plantas (producto del rejuvenecimiento) aumentaron el 30 % el ahijamiento en la primera multiplicación y hasta el 20 % en la segunda (Pérez, 1998).

Khishnaraj y Vasil (1995) refieren que estudios citológicos practicados a plantas regeneradas a partir de embriones somáticos demostraron la estabilidad genética de las mismas, favorecido esto en gran medida por el origen unicelular de los embriones y así por la no aparición de células aberrantes en su desarrollo. Por otra parte, Chowdhurry y Vasil (1993) no encontraron variaciones del ADN de plantas de caña de azúcar regeneradas *in*

vitro con el empleo de técnicas de análisis molecular por RFLP. Los autores señalan el hecho de que el uso de cultivos embriogénicos es menos propenso a cambios genéticos debido al proceso de selección de las células durante la formación de embriones. Los resultados aquí alcanzados constituyen nuevas evidencias para plantas de interés económico consideradas dentro de las recalcitrantes por pertenecer a la familia de las Gramíneas para quien el éxito de la regeneración y el empleo de las técnicas del cultivo de tejidos comenzó en la década del 70 (Guiderdoni *y otros*, 1995).

Finalmente es importante señalar que el comportamiento fitosanitario de las plantas fue bueno. En observaciones practicadas en las tres variantes de propagación ensayadas se determinó un grado 2 de resistencia a la Roya (*Puccinia melanocephala* H. y P. Sydow) y sólo se encontraron dos látigos de carbón (*Ustilago scitaminea* Sydow) en las plantas obtenidas por la vía de la semilla artificial.

CONCLUSIONES

- Los resultados demuestran que en las plantas regeneradas vía semilla artificial a partir de embriones somáticos no se afectaron los patrones de comportamiento agronómico ni de resistencia y/o susceptibilidad de las plantas a algunas enfermedades, manteniendo los patrones de comportamiento fisiológico y genético referidos para esta variedad comercial que ocupa en estos momentos el 5.8 % del área cultivada en Cuba.
- Estas experiencias son las primeras que bajo condiciones *ex vitro* se realizan con genotipos comerciales de caña de azúcar, pues aunque mucho se ha estudiado el proceso de la diferenciación y el cultivo *in vitro* de esta especie, pocas o ninguna referencias se han publicado sobre la encapsulación de embriones somáticos y el desarrollo en campo de las plantas obtenidas por esta vía.

REFERENCIAS

Castillo, R. (2001). *Tesis en Opción Dr. En Ciencias Agrícolas. pp 100.*

Chowdhurry, MKU., Vasil, IK. (1993), *Theor. Appl. Genet*. Vol. 86, pp. 181-188

Eksomtramage, T., Paulet, F., Glaszmann, JC., Guiderdoni, E., Engelmann, F. (1992). *Cryo Letter*. Vol.13, pp. 239-252

Gnanapragasam, S., Vasil, I.K. (1990), *Plant Cell Reports*. Vol. 9, pp. 419-423

Guiderdoni, E., Mérot, B., Eksomtramage, T., Paulet, F., Feldmann, P., Glaszmann, JC. (1995**). "**Somatic Embryogenesis and synthetic seed" II En: Y. P. S. Bajaj (ed). *Biotechnology in Agriculture and Forestry* Vol. 31. Springer-Verlag. pp. 92-113

Krishnaraj, S., Vasil, I.K. (1995), *Current Plant Science and Biotechnology in Agriculture*. Kluwer Academic Publishers, Vol. 20. pp. 417-469

Nieves, N., Tapia, R., Castillo, R., Blanco, MA., González, JL., Sánchez, M., Martínez, M.E. (1999**),** *Cultivos Tropicales* Vol. 20(4), 23-28

Pérez, J.N. (1998). "Propagación y Mejora Genética de Plantas por Biotecnología". (J.N. Pérez Ponce ed.).Instituto de Biotecnología de las Plantas, Cuba. pp. 105-121

Quiala, E., de Feria, M., Jiménez, E., Chávez, M., Capote, A., Pérez, N., Herrera, I. (1999), Reportes Cortos *V Coloquio de Biotec. de las Plantas. Ins., Biotecnología de las Plantas*. pp. 115-117

Redenbaugh, K. (1993), “Applications of synthetic seeds to crop improvement”. In: Synseeds (K. Redengaugh, ed). CRC Press Inc. pp. 1-481

Tapia, R., Castillo, R., Nieves, N., Blanco, MA., González, JL., Sánchez, M., Rodríguez, Y. (1999),. *Biotecnología Aplicada*. Vol. 16

EVALUACIÓN DE HOSPEDEROS DE SUSTITUCIÓN EN LA DIVERSIFICACIÓN DE MEDIOS BIOLÓGICOS

Sao Peña, Elia
Fonseca Peña, Ernesto
Reyes Pérez , Enivis

Estación Provincial de investigaciones de la caña de azúcar .Carretera Central Km 81/2 Majibacoa. Las Tunas.
E-mail: epicalt@ltunas.inf.cu

RESUMEN

Durante el período abril - septiembre de 1997 se desarrolló en la EPICA de Las Tunas experimentos a nivel de laboratorio con el objetivo de buscar un posible hospedero de sustitución para la reproducción a gran escala de *Cotesia flavipes* (cam) (hymenóptero, braconidae) control biológico de larvas del *Diatraea saccharalis* (fab.) (bórer de la caña de azúcar). Para lo que se inocularon aparejadamente con este hymenóptero larvas de bórer y Galleria melonella de distintos estadios y tamaños. Como resultados del estudio se obtuvo que *Cotesia flavipes* (cam) presenta un alto porcentaje de parasitismo sobre el bórer de la caña de azúcar, no ocurriendo así en G*alleria melonella,* aunque se obtuvieron algunos cocones, estos fueron en promedio cocones/larva menores que para el bórer, es decir, la diferencia obtenida fue tanto cuantitativa como cualitativamente inferior. Los resultados nos indican que no es recomendable explotar a *Galleria melonella* como hospedero de sustitución del *Diatraea saccharalis* (fab.) para la reproducción a gran escala en los laboratorios de su parásito C*otesia flavipes (cam.).*

INTRODUCCIÓN

La lucha contra plagas es dirigida en el mundo a través de vías que no causen daños ecológicos, por lo que la lucha biológica ha ido ganando en importancia y repercusión. En Cuba desde hace varios años se explota el uso de controles biológicos contra las plagas que atacan nuestros cultivos, siendo de gran importancia la caña de azúcar como nuestro principal cultivo y el bórer como principal plaga que lo ataca (Barba, 1984).

Nacionalmente existe un programa de lucha biológica organizado a través de una red de Centro de Reproducción de Entomófagos y Entomopatógemos (CREE) que son los encargados de la reproducción y liberación a gran escala de los entomófagos y entomopatógenos que se utilizan como medios de control contra el bórer y otras plagas que atacan la caña de azúcar (MINAZ,1991). Actualmente es utilizado como principal método de control contra *Diatraea saccharalis Fab*. la mosca cubana *Lixophaga diatraea Tow*., además del *Trichogramma fuentesi Torre, Beauveria bassiana* y otros, medios biológicos que han tenido muy buenos resultados al lograr disminuir considerablemente los niveles de infestación de la plaga año tras año.

Pero estos son organismos biológicos los cuales tienen su ciclo de vida, el que siempre tratamos de explotar lo más posible, sin embargo entre el *Diatraea saccharalis* (fab.) y *Lixophaga diatrea Towns* existe incongruencia en cuanto a los niveles poblacionales en las distintas épocas del año (dinámica de sus poblaciones); el bórer alcanza sus mayores poblaciones en los meses cálidos, mayo-octubre mientras su parásito lo hace en los meses fríos, noviembre-febrero; como puede observarse cuando se necesitan mayores porcentajes de población del parásito para controlar las altas poblaciones de la plaga estos son bajos, es decir, no logran controlar el porcentaje necesario para disminuir las poblaciones del bórer por debajo del umbral económico, por lo que se ha buscado la forma de introducir otro control biológico que al integrarlo a los ya existentes logre ser el complemento para alcanzar la disminución hasta niveles por debajo del umbral económico determinado para el bórer de la caña (1.67).

Con esta finalidad se dan los primeros pasos para la introducción, aclimatación y liberación de *Cotesia flavipes Cam*. (Hymenoptero) parásito de larvas de barrenadores, el que se encuentra introducido en gran número de países del continente americano y en el resto de los países cultivadores de caña de azúcar con resultados satisfactorios. Actualmente este se reproduce en Cuba a nivel de laboratorio comprobándose un alto parasitismo para *Diatraea saccharalis Fab.,* confrontándose problemas con su reproducción debido a lo difícil que resulta obtener altas poblaciones del bórer a nivel de laboratorio por lo costoso de los productos que componen la dieta artificial utilizada con este fin.

En los países donde se reproduce a gran escala *Cotesia flavipes* como control biológico de las especies de Diatraea no se conoce hasta el momento la utilización de ningún otro hospedero de sustitución que no sea el insecto que se desea controlar, por lo que nos dimos a la tarea de realizar el estudio de *Galleria melonella* como posible hospedero intermediario para la reproducción de *Cotesia flavipes (*Cam.*,* debido a la fácil reproducción del mismo a escala de laboratorio y que en estos momentos esta cría ya se desarrolla con éxito en todos los CREE del país como hospedero intermediario de *Lixophaga diatrea Towns.*

MATERIALES Y MÉTODOS

Durante los meses de abril, junio y septiembre de 1997, a nivel de laboratorio fueron inoculadas, simultáneamente, larvas de *Diatraea saccharalis Fab.* y *Galleria melonella* con el himenóptero parásito de larvas del bórer de la caña de azúcar *Cotesia flavipes Cam.* Para desarrollar la parasitación en cada experimento fueron escogidas larvas de bórer de 2do y 3er estadio y de *Galleria melonella* de distintos tamaños:

Tabla 1. Tratamientos empleados en el experimento

Hospedante.	Total larvas	Con excreta de Bórer
Bórer	30	9
Gallería: 1 cm	10	3
2 cm	10	3

3 cm	10	3
total	30	9

La inoculación se realizó utilizando hembras adultas de *Cotesia flavipes Cam*. con 48 h de emergidas, procedentes de un mismo tubo de ensayo, para garantizar la correcta parasitación fueron dirigidas las inoculaciones; se colocaron en una mesa previamente desinfectada, una por una las larvas de bórer y gallería a parasitar y fueron extraídas del tubo de ensayo las hembras adultas de *Cotesia*.

Una vez concluido este proceso las larvas de bórer parasitadas fueron colocadas individualmente en viales depositándoles dentro una rodaja de maíz lo suficientemente grande para que contaran con alimento hasta que concluyera esta fase, evitando así manipulaciones innecesarias que provocaran la muerte de las larvas; para *Galleria melonella* se procedió de la misma forma con la diferencia de que a estas no se les colocó alimentos, ya que para este hospedero no se recomienda alimentación una vez inoculadas. Todos los viales se colocaron a una misma temperatura.

Los viales fueron observados diariamente para conocer el comportamiento de las larvas inoculadas y poder detectar cualquier anormalidad que pudiera producirse, a partir del 10mo día de inoculadas se comenzó la revisión de los viales con el objetivo de ir recolectando los cocones de *Cotesia flavipes Cam*. formados, los que se fueron colocando en tubos de ensayo, determinándose previamente el promedio de cocones/larvas, diferenciando las procedentes del bórer y *Galleria melonella*. La observación de los cocones formados se siguió diariamente hasta que emergieron los adultos, contándose hembras y machos con la finalidad de determinar la proporción sexual.

Las hembras adultas luego de las 24 horas de emergidas, para garantizar que hubiera ocurrido el apareamiento, fueron utilizadas para inocular larvas de *Diatraea saccharalis* Fab. y así poder comprobar si existía una normal reproducción de estas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados del trabajo muestran que existen diferencias significativas en cuanto al parasitismo de *Cotesia flavipes Cam* .entre ambos hospedantes utilizados, para el caso de las distintas longitudes empleadas de Galleria no se obtuvo diferencias. Resultados que se reflejan en la tabla que aparece a continuación:

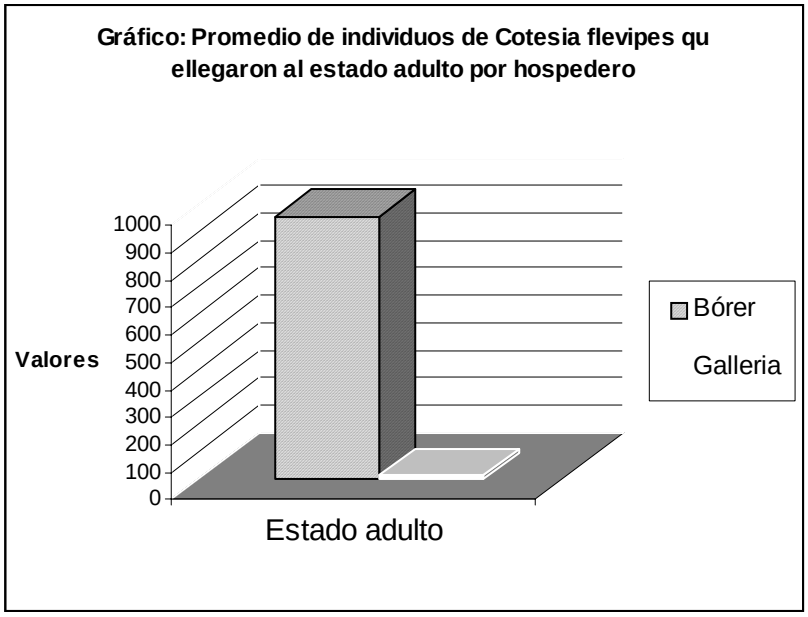
Tabla .Comportamiento del parasitismo de Cotesia flavipes (cam.) en ambos hospederos.

Larvas inoculadas	Total	Obtención masa cocones	Promedio cocones/larvas	Estado adulto
Bórer	30	30 a	32 a	960a
Gallería 1 cm	10	1a	8a	4a
2cm	10	2a	6a	9a
3cm	10	0a	0a	0a
Total Gallería	30	3 b	4	13 b

Como puede observarse el número de larvas de Bórer que resultaron parasitadas por este hymenoptero respecto a Galleria resulta significativamente más alto, al igual que el promedio de cocones obtenidos por larvas parasitadas. Este parámetro (cocones/larvas) en el Bórer se encuentran dentro del rango óptimo que plantean en otros países (25-35 cocones/larvas), mientras que para la *Galleria* este valor es muy bajo lo que infiere que no resulta efectivo como hospedante para obtener los altos niveles de reproducción de *Cotesia flavipes* que se necesitan a escala de laboratorio para realizar las liberaciones con las presiones inundativas que deben mantenerse en campo con la finalidad de el establecimiento del parásito. Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Acosta y Galán (1997) y además confirman los obtenidos durante varios años de estudio en Brasil y otros países de América donde no se conoce el uso de hospederos de sustitución para este Hymenóptero. (Palmeira, 1997).

Como resultado del trabajo podemos señalar además que existe una respuesta del parásito ante la presencia de las excretas del huésped ya que en todos los casos se observó una mayor rapidez en la parasitación y mayor aceptación por el hospedante al colocarle a las larvas para parasitar restos de las excretas del hospedante (bórer); lo que confirma la teoría de que el parásito es atraído por kairomas de baja volatilidad existentes en las excretas de huésped. Siendo necesario destacar que en el caso de las larvas del bórer respecto a las de *Gallería* la aceptación del parásito a la hora de ovopositar fue diferente, ya que todas las larvas de bórer fueron parasitadas inmediatamente por la hembra de *Cotesia flavipes*, notándose a su vez diferencia entre aquellas que se les colocó sus excretas respecto a las demás, tanto en la velocidad en la identificación del huésped como en la rapidez al realizar el acto de ovoposición; en las larvas de *Gallería* también se manifestó, siendo importante destacar que la hembra de *Cotesia* sólo se acercó voluntariamente a parasitarla en aquellos casos en que se les deposito restos de las excretas de las larvas del bórer ocurriendo que en el resto de las larvas fue necesario colocar la hembra adulta del parásito encima de ellas, e inclusive así, fue comprobado posteriormente que estas no parasitaron, como muestran los resultados de la tabla; señalando además que las larvas de gallería de las cuales emergieron los cocones de Cotesia fueron aquellas que se les coloco las excretas del bórer. Se observa como el 100 % de las larvas de bórer fueron parasitadas, obteniéndose un alto promedio de cocones/larvas; emergiendo de estos el 100% de los adultos con una proporción de sexos de 4:1, destacándose que el mayor promedio de cocones/larvas se obtuvo en aquellas que se le colocó las excretas.

La inoculación sobre *Gallería*, como reflejan los resultados de la tabla no fue efectiva, ya que sólo un bajo porcentaje resultó estar parasitada, estando estos resultados muy lejos del promedio obtenido en bórer; aunque se debe decir que si se comprobó que *Cotesia* puede parasitar a la *Galleria melonella,* pero con un nivel de parasitismo que además de ser demasiado bajo para los objetivos que se persiguen, existió poca emergencia de los adultos y los que lograron hacerlo presentaron deformaciones en las alas, disminución del tamaño, movilidad, aceptación por el hospedante a la hora de ponerlos a parasitar y durabilidad total del estado adulto. De esta misma tabla podemos inferir que la longitud de 2 cm fue donde se reporto el mayor parasitismo de Cotesia flavipes sobre Galleria melonella.



Los resultados obtenidos coinciden con los alcanzados por otros investigadores de Brasil, EUA, México, República Dominicana, y otros. Estos plantean que para este hymenoptero parásito de larvas de barrenadores no se ha reportado hasta el momento hospederos de sustitución en ninguno de los países en que se ha introducido; las referencia con que se cuenta indican que siempre se ha trabajado utilizando como hospedante la plaga que se desea controlar. (Galán y Acosta, 1996).

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. 1. *Cotesia flavipes* parásita con buenos resultados al nivel de laboratorio al bórer de la caña de azúcar.
2. 2. El parásito es atraído por las excretas del hospedante y su presencia aumenta la rapidez y porcentaje del parasitismo: promedio cocones /larva.
3. 3. La *Galleria melonella* aunque fue parasitada por *Cotesia flavipes* sus resultados no fueron satisfactorios como hospedante para su reproducción a escala de laboratorio.

REFERENCIAS

Acosta, S. y M. Galán (1997). "Resultados de la inoculación de *Cotesia flavipes* sobre *Galleria melonella"*. *Comunicación Personal*

Barba, M. (1884). "Encuesta Nacional del Bórer de la caña de Azúcar, Zafra 1982-1983)

Galán, M. y S. Acosta (1996). Cotesia flavipes como control biológico del Diatraea saccharalis (Fab.) (Bórer de la caña de azúcar). Ensayo. Departamentos de Protección de Plantas de las EPICA.27p

Departamento Fitosanitario, Ministerio del Azúcar (1991): Instructivo metodológico para la Lucha biológica

Palmeira, J. F. C. (1997). "Resultados de Cotesia flavipes Cam. como control de la brocca de la caña de azúcar en estados de Brasil". *Ensayo*

EVALUACIÓN DE LA APTITUD FÍSICA DE LAS TIERRAS DEDICADAS AL CULTIVO DE LA CAÑA DE AZÚCAR EN LA PROVINCIA LA HABANA

Benítez, Ledya *
Gómez, Alberto **
Balmaseda, Carlos*
Zuaznabar, R.*
Curiel, J. ****

*Instituto Nacional de Investigaciones de la Caña de Azúcar
Ave. Van Troi 17 203. Boyeros . Ciudad de La Habana
E-mail: ledya@inica.edu.cu

**Estación Territorial de Investigaciones de la Caña de Azúcar La Habana - Pinar del Río
Carretera Güiro Marrero Km 7½. Quivicán. La Habana

RESUMEN

En el presente trabajo se muestra la primera aproximación del estudio de la Evaluación de la Aptitud Física de las Tierras para el cultivo de la caña de azúcar en la provincia La Habana, la misma se obtuvo empleando los criterios del Sistema de Evaluación AGRO24, del Ministerio de la Agricultura utilizando como variables para la evaluación la Unidad Cartográfica de Suelo del Mapa Nacional de Suelos, escala 1:25000, como unidad de tierra, la información que se genera en dicho mapa, junto a los perfiles de suelos a él asociados y las precipitaciones medias anuales.

La unidad de manejo utilizada fue el bloque cañero, considerando que este se utiliza como unidad mínima para el manejo tecnológico del cultivo. La aptitud de las tierras se expresa en cuatro categorías, a partir del rendimiento límite superior a alcanzar por suelo, al nivel de subtipo, y del factor limitativo, considerando la totalidad de las áreas de secano. Del territorio bajo la administración del Ministerio del Azúcar en la Provincia, dedicado al cultivo de la caña, resulta apto en sus diferentes categorías el 88 %. Por otra parte se detectaron áreas con buena aptitud que en estos momentos están dedicadas a otros usos, lo cual evidencia la necesidad de un trabajo de reordenamiento territorial.

Acorde a las potencialidades de rendimiento agrícola que presentan el 66 % de los suelos de la provincia, es factible ir reduciendo las áreas cañeras no aptas. La creación de una base de datos y la cartografía montada en formato digital y Sistema de Información geográfica, permite el conocimiento, ubicación y manejo adecuado de las áreas afectadas por diferentes factores limitantes los cuales requieren la aplicación de un grupo de labores de mejoramiento así como el manejo cartográfico de los suelos según su aptitud física para el cultivo.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo muestra la primera aproximación del Programa de Evaluación de Tierra, realizado a toda el área geográfica atendida por el MINAZ en la provincia La Habana.

Los favorables resultados obtenidos en la producción de caña en el decenio 81-90 basado en la intensificación de la agricultura, a partir de la aplicación de tecnologías de avanzada e inversiones, se vieron significativamente afectados, motivado por las medidas económico-sociales que el país se vio forzado a tomar, lo cual ha generado suficientes motivaciones para crear e implementar un sistema de trabajo, donde se integran nuevos métodos y estilos de dirección del proceso productivo y la explotación máxima de las capacidades científico-técnicas existentes en el territorio, para lo cual la evaluación de tierras es un requisito indispensable con vistas a recomendar tecnologías de manejo apropiadas que a la vez armonicen con el medio y eviten su degradación.

La caña de azúcar en la provincia La Habana, cubre diversos tipos de suelos, condiciones de relieve y regiones climáticas, por lo que para mejorar su rendimiento, las tecnologías de su explotación y disminuir los costos, se realizó la evaluación de sus tierras determinando los rendimientos esperados para diferentes grados de aptitud, los cuales se expresan en cuatro categorías, a partir del rendimiento límite superior a alcanzar por suelo, al nivel de subtipo, y del factor limitativo, considerando la totalidad de las áreas de secano.

Para la evaluación se utilizó el Sistema de cálculo del potencial productivo de los suelos, AGRO24 (Mesa y Mesa 1993) y el Sistema de Información Geográfica ILWIS 2.2 para la salida gráfica de los resultados, la gestión de actualización y reordenamiento del fondo de tierra de los Complejos Agroindustriales en función de la aptitud de las tierras y la ubicación de los factores limitantes con vistas a la recomendación de medidas de manejo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para la realización de ese trabajo se siguió el procedimiento metodológico descrito por Balmaseda y Ponce de León (2000) El modelo de evaluación empleado es el desarrollado por Mesa y Mesa (1993), implementado en el Sistema Automatizado AGRO24, el cual tiene la ventaja de que los coeficientes y rendimientos básicos del modelo pueden ser ajustados fácilmente a las condiciones de cada lugar, aunque se evalúa el cultivo de la caña de azúcar como tal, sin considerar los requerimientos propios de los grupos de manejo de las variedades.

AGRO24: utiliza 11 variables, de suelo y clima, para determinar las categorías de Aptitud de las tierras (Tipo y subtipo de suelo, pendiente, pedregosidad, rocosidad, Salinidad, profundidad efectiva, acidez del suelo (pH_KCl), Aluminio cambiable, Capacidad de Intercambio Catiónico, drenaje, compactación y precipitaciones medias anuales) La fuente de datos principal fue el Mapa Nacional de Suelos, escala 1:25000, y los perfiles asociados al mismo, el Mapa de bloques de cada unidad, escala 1:25000 y las precipitaciones son tomadas de los pluviómetros ubicados en los Complejos Agroindustriales. El Sistema tiene en cuenta, para definir la Aptitud Física de las Tierras para diferentes cultivos, Bases de Datos que sintetizan los resultados de investigaciones realizadas, durante varios años, por especialistas del Ministerio de la Agricultura. Al definir el cultivo a evaluar se toma su Rendimiento Básico por cada tipo de suelo, al nivel de

subtipo, este rendimiento es multiplicado por el factor más limitante, es decir el que mayor afectación produce. El valor obtenido es, posteriormente, afectado por el coeficiente de las precipitaciones, llegándose de esta forma al Rendimiento Mínimo Potencial del cultivo para esas condiciones edafoclimáticas.

Los resultados que se obtuvieron fueron analizados detalladamente con la Dirección de cada uno de los CAI y sus Unidades Productivas, en todos los casos donde hubo dudas de la Evaluación se revisaron los datos utilizados y se realizaron comprobaciones en el campo. Una vez terminada la revisión de los resultados se volvió a ejecutar el AGRO24 para obtener la evaluación definitiva de cada Unidad de Evaluación.

Los Mapas Catastral, al nivel de bloques, y el de Suelos, ambos a la escala 1:25000, fueron digitalizados en un sistema CAD (Computer Aided Design) e introducidos posteriormente en un Sistema de Información Geográfica (ILWIS 2.2) De igual forma se hizo con las Bases de Datos de atributos para facilitar de esta manera la manipulación de los datos, creando diferentes escenarios con las alternativas que se estudiaron.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Del total de áreas destinadas al cultivo de la Caña de Azúcar en la provincia de La Habana el 87 % son aptas para el cultivo y el 12 % no aptas, en el gráfico 1 se muestra la variación de los grados de aptitud de las Tierras en el territorio, donde se constata el alto porcentaje de las categorías superiores de Aptitud (A1, A2).

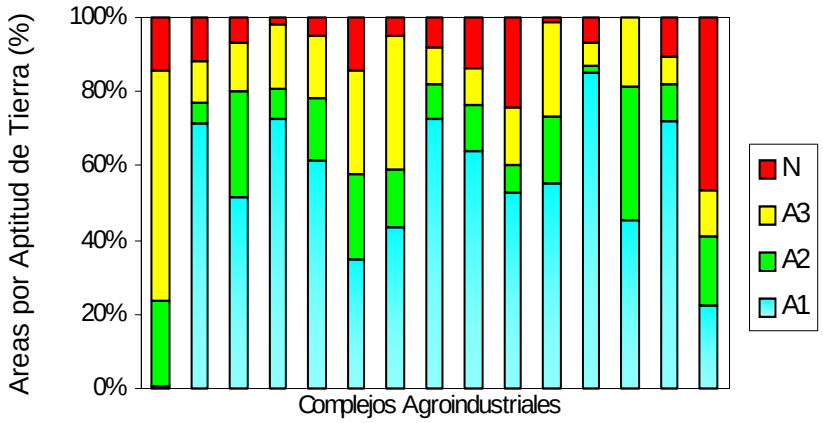


Gráfico1. Comportamiento de las diferentes categorías de Aptitud por Provincia

El 5 % del área con la categoría de aptas se encuentra destinada a otros usos, así como el 7 % de las no aptas se encuentran con caña, es decir los resultados de la evaluación están aportando datos de vital importancia para el reordenamiento territorial de la provincia con relación al uso actual de los suelos y la aptitud real de los mismos.

El factor que mayor influencia tuvo en la evaluación para las tierras no aptas y marginalmente aptas (A3) fue la profundidad efectiva de los suelos, de la superficie con estas categorías de aptitud 32 % presenta esa limitación, se ubica fundamentalmente en el centro de la provincia y se manifiesta en casi todos los tipos de suelos con un efecto importante en el desarrollo del cultivo pues influye en su establecimiento, durabilidad de las cepas, reservas de humedad y contenido de nutrientes disponibles para las plantas, etc., el segundo factor en importancia según la superficie afectada es la compactación con 30 % de las áreas, en la actualidad se considera como uno de los principales problemas a enfrentar en la agricultura cañera, vinculado estrechamente al manejo, el criterio evaluado fue la susceptibilidad de los suelos a compactarse como aspecto de más permanencia y relevancia para determinar la aptitud física de las tierras.

Otros factores limitantes fueron la pedregosidad (10 %), el drenaje en la costa sur, la pendiente en la costa norte que trae asociada la erosión y poca profundidad efectiva, y la rocosidad en escasa superficie.

Los resultados de la evaluación fueron expresados a través del SIG y empleados como base para la toma de decisiones y el manejo integral de la producción.

CONCLUSIONES

1. 1. El 87 % de las áreas evaluadas son aptas para el cultivo de la caña.
2. 2. La Evaluación de Tierras realizada constituye el eslabón que une los estudios básicos de los recursos naturales suelos y clima, con la Toma de Decisiones para la planificación y ordenación del uso de la tierra.
3. 3. Acorde a las potencialidades del rendimiento agrícola que presentan el 66 % de los suelos de la provincia (> de 37 t/ha) es factible ir reduciendo las áreas cañeras no aptas, en la medida que se organice la producción con aplicación de tecnologías que faciliten el incremento de los rendimientos agrícolas.

El 22 % de las áreas son afectadas por diferentes factores limitantes las cuales requieren de un grupo de medidas de mejoramientos

REFERENCIAS

1. 1. Balmaseda, C. y D. Ponce de León. 2000. Evaluación de la Aptitud de las Tierras dedicadas al cultivo de la Caña de Azúcar. *Manual de Procedimientos. INICA*. 54 pp.

EVALUACIÓN DE LA APTITUD FÍSICA DE LAS TIERRAS DEDICADAS AL CULTIVO DE LA CAÑA DE AZÚCAR EN LA PROVINCIA LA HABANA

Benítez, Ledya *
Gómez, Alberto **
Balmaseda, Carlos*
Zuaznabar, R.*
Curiel, J. ****

*Instituto Nacional de Investigaciones de la Caña de Azúcar
Ave. Van Troi 17 203. Boyeros . Ciudad de La Habana
E-mail: ledya@inica.edu.cu

**Estación Territorial de Investigaciones de la Caña de Azúcar La Habana - Pinar del Río
Carretera Güiro Marrero Km 7½. Quivicán. La Habana

RESUMEN

En el presente trabajo se muestra la primera aproximación del estudio de la Evaluación de la Aptitud Física de las Tierras para el cultivo de la caña de azúcar en la provincia La Habana, la misma se obtuvo empleando los criterios del Sistema de Evaluación AGRO24, del Ministerio de la Agricultura utilizando como variables para la evaluación la Unidad Cartográfica de Suelo del Mapa Nacional de Suelos, escala 1:25000, como unidad de tierra, la información que se genera en dicho mapa, junto a los perfiles de suelos a él asociados y las precipitaciones medias anuales.

La unidad de manejo utilizada fue el bloque cañero, considerando que este se utiliza como unidad mínima para el manejo tecnológico del cultivo. La aptitud de las tierras se expresa en cuatro categorías, a partir del rendimiento límite superior a alcanzar por suelo, al nivel de subtipo, y del factor limitativo, considerando la totalidad de las áreas de secano. Del territorio bajo la administración del Ministerio del Azúcar en la Provincia, dedicado al cultivo de la caña, resulta apto en sus diferentes categorías el 88 %. Por otra parte se detectaron áreas con buena aptitud que en estos momentos están dedicadas a otros usos, lo cual evidencia la necesidad de un trabajo de reordenamiento territorial.

Acorde a las potencialidades de rendimiento agrícola que presentan el 66 % de los suelos de la provincia, es factible ir reduciendo las áreas cañeras no aptas. La creación de una base de datos y la cartografía montada en formato digital y Sistema de Información geográfica, permite el conocimiento, ubicación y manejo adecuado de las áreas afectadas por diferentes factores limitantes los cuales requieren la aplicación de un grupo de labores de mejoramiento así como el manejo cartográfico de los suelos según su aptitud física para el cultivo.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo muestra la primera aproximación del Programa de Evaluación de Tierra, realizado a toda el área geográfica atendida por el MINAZ en la provincia La Habana.

Los favorables resultados obtenidos en la producción de caña en el decenio 81-90 basado en la intensificación de la agricultura, a partir de la aplicación de tecnologías de avanzada e inversiones, se vieron significativamente afectados, motivado por las medidas económico-sociales que el país se vio forzado a tomar, lo cual ha generado suficientes motivaciones para crear e implementar un sistema de trabajo, donde se integran nuevos métodos y estilos de dirección del proceso productivo y la explotación máxima de las capacidades científico-técnicas existentes en el territorio, para lo cual la evaluación de tierras es un requisito indispensable con vistas a recomendar tecnologías de manejo apropiadas que a la vez armonicen con el medio y eviten su degradación.

La caña de azúcar en la provincia La Habana, cubre diversos tipos de suelos, condiciones de relieve y regiones climáticas, por lo que para mejorar su rendimiento, las tecnologías de su explotación y disminuir los costos, se realizó la evaluación de sus tierras determinando los rendimientos esperados para diferentes grados de aptitud, los cuales se expresan en cuatro categorías, a partir del rendimiento límite superior a alcanzar por suelo, al nivel de subtipo, y del factor limitativo, considerando la totalidad de las áreas de secano.

Para la evaluación se utilizó el Sistema de cálculo del potencial productivo de los suelos, AGRO24 (Mesa y Mesa 1993) y el Sistema de Información Geográfica ILWIS 2.2 para la salida gráfica de los resultados, la gestión de actualización y reordenamiento del fondo de tierra de los Complejos Agroindustriales en función de la aptitud de las tierras y la ubicación de los factores limitantes con vistas a la recomendación de medidas de manejo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para la realización de ese trabajo se siguió el procedimiento metodológico descrito por Balmaseda y Ponce de León (2000) El modelo de evaluación empleado es el desarrollado por Mesa y Mesa (1993), implementado en el Sistema Automatizado AGRO24, el cual tiene la ventaja de que los coeficientes y rendimientos básicos del modelo pueden ser ajustados fácilmente a las condiciones de cada lugar, aunque se evalúa el cultivo de la caña de azúcar como tal, sin considerar los requerimientos propios de los grupos de manejo de las variedades.

AGRO24: utiliza 11 variables, de suelo y clima, para determinar las categorías de Aptitud de las tierras (Tipo y subtipo de suelo, pendiente, pedregosidad, rocosidad, Salinidad, profundidad efectiva, acidez del suelo (pH_KCl), Aluminio cambiable, Capacidad de Intercambio Catiónico, drenaje, compactación y precipitaciones medias anuales) La fuente de datos principal fue el Mapa Nacional de Suelos, escala 1:25000, y los perfiles asociados al mismo, el Mapa de bloques de cada unidad, escala 1:25000 y las precipitaciones son tomadas de los pluviómetros ubicados en los Complejos Agroindustriales. El Sistema tiene en cuenta, para definir la Aptitud Física de las Tierras para diferentes cultivos, Bases de Datos que sintetizan los resultados de investigaciones realizadas, durante varios años, por especialistas del Ministerio de la Agricultura. Al definir el cultivo a evaluar se toma su Rendimiento Básico por cada tipo de suelo, al nivel de

subtipo, este rendimiento es multiplicado por el factor más limitante, es decir el que mayor afectación produce. El valor obtenido es, posteriormente, afectado por el coeficiente de las precipitaciones, llegándose de esta forma al Rendimiento Mínimo Potencial del cultivo para esas condiciones edafoclimáticas.

Los resultados que se obtuvieron fueron analizados detalladamente con la Dirección de cada uno de los CAI y sus Unidades Productivas, en todos los casos donde hubo dudas de la Evaluación se revisaron los datos utilizados y se realizaron comprobaciones en el campo. Una vez terminada la revisión de los resultados se volvió a ejecutar el AGRO24 para obtener la evaluación definitiva de cada Unidad de Evaluación.

Los Mapas Catastral, al nivel de bloques, y el de Suelos, ambos a la escala 1:25000, fueron digitalizados en un sistema CAD (Computer Aided Design) e introducidos posteriormente en un Sistema de Información Geográfica (ILWIS 2.2) De igual forma se hizo con las Bases de Datos de atributos para facilitar de esta manera la manipulación de los datos, creando diferentes escenarios con las alternativas que se estudiaron.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Del total de áreas destinadas al cultivo de la Caña de Azúcar en la provincia de La Habana el 87 % son aptas para el cultivo y el 12 % no aptas, en el gráfico 1 se muestra la variación de los grados de aptitud de las Tierras en el territorio, donde se constata el alto porcentaje de las categorías superiores de Aptitud (A1, A2).

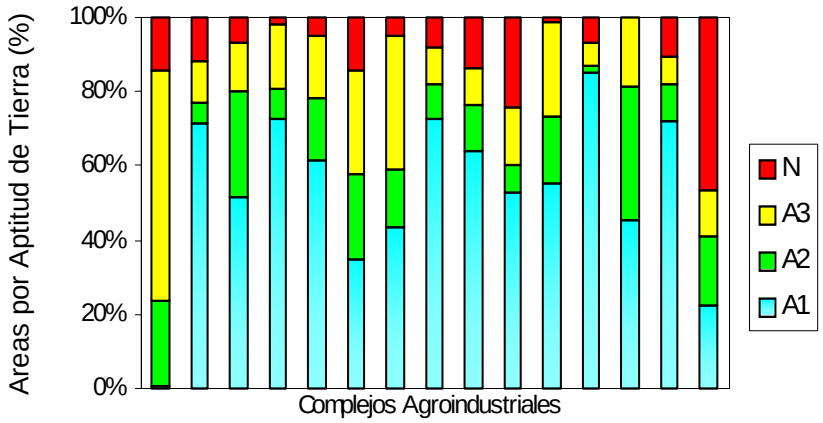


Gráfico1. Comportamiento de las diferentes categorías de Aptitud por Provincia

El 5 % del área con la categoría de aptas se encuentra destinada a otros usos, así como el 7 % de las no aptas se encuentran con caña, es decir los resultados de la evaluación están aportando datos de vital importancia para el reordenamiento territorial de la provincia con relación al uso actual de los suelos y la aptitud real de los mismos.

El factor que mayor influencia tuvo en la evaluación para las tierras no aptas y marginalmente aptas (A3) fue la profundidad efectiva de los suelos, de la superficie con estas categorías de aptitud 32 % presenta esa limitación, se ubica fundamentalmente en el centro de la provincia y se manifiesta en casi todos los tipos de suelos con un efecto importante en el desarrollo del cultivo pues influye en su establecimiento, durabilidad de las cepas, reservas de humedad y contenido de nutrientes disponibles para las plantas, etc., el segundo factor en importancia según la superficie afectada es la compactación con 30 % de las áreas, en la actualidad se considera como uno de los principales problemas a enfrentar en la agricultura cañera, vinculado estrechamente al manejo, el criterio evaluado fue la susceptibilidad de los suelos a compactarse como aspecto de más permanencia y relevancia para determinar la aptitud física de las tierras.

Otros factores limitantes fueron la pedregosidad (10 %), el drenaje en la costa sur, la pendiente en la costa norte que trae asociada la erosión y poca profundidad efectiva, y la rocosidad en escasa superficie.

Los resultados de la evaluación fueron expresados a través del SIG y empleados como base para la toma de decisiones y el manejo integral de la producción.

CONCLUSIONES

1. 1. El 87 % de las áreas evaluadas son aptas para el cultivo de la caña.
2. 2. La Evaluación de Tierras realizada constituye el eslabón que une los estudios básicos de los recursos naturales suelos y clima, con la Toma de Decisiones para la planificación y ordenación del uso de la tierra.
3. 3. Acorde a las potencialidades del rendimiento agrícola que presentan el 66 % de los suelos de la provincia (> de 37 t/ha) es factible ir reduciendo las áreas cañeras no aptas, en la medida que se organice la producción con aplicación de tecnologías que faciliten el incremento de los rendimientos agrícolas.

El 22 % de las áreas son afectadas por diferentes factores limitantes las cuales requieren de un grupo de medidas de mejoramientos

REFERENCIAS

1. 1. Balmaseda, C. y D. Ponce de León. 2000. Evaluación de la Aptitud de las Tierras dedicadas al cultivo de la Caña de Azúcar. *Manual de Procedimientos. INICA*. 54 pp.

EVALUACIÓN DE LA APTITUD FÍSICA DE LAS TIERRAS EN LA PROVINCIA DE HOLGUÍN.

Martín Gutiérrez, George*
Rodríguez Ortíz, Yunior*
Cobo Vidal, Yakelín*
Montero Sarría, Beatriz*
Marín Mazorra, Rafael **

***** Estación Provincial de Investigaciones de la Caña de Azúcar de Holguín.
****** Instituto Nacional de Investigaciones de la Caña de Azúcar.

ABSTRACT

Have been presented the results of the Evaluation of the Physical Aptitude of the Lands, for unirrigated land, of the geographical area of the Sugar AgroIndustry of the Holguín country, contributing to the territorial reorganizer, the Units of Earth that are Sum or Capable Middlingly for sugar cane, won't be dedicated to other cultivations; unless being presented the illness of the Wilt (***Cephalosporium sacchari***, *Butler*.), they won't be kept in mind. Based on this and in the methodology procedures described by ***Balmaseda and Ponce of León*** (**2000**); gave like result that of the agricultural area of the country, there is 20.22% Not Capable, for the cultivation of cane and 79.78% Capable, of them 53.68%, in the Capable Marginally category, for several combinations of factors limitative, the difference corresponds the categories Sum and Middlingly Capable. When we analyzed in detail the result of the evaluation for each current use, we realize that exist 8.25% Not Capable dedicated to cane of sugar and 68.04% that they are Capable for the cultivation and they are dedicated to other uses. Exists an area of 315.10 ha with the illness of the Wilt, being Capable for sugar cane. Upon creating a stage of the areas dedicated to sugar cane, simulating what would pass if are made some culture labor that would improve certain factors limitative, influential in the categories of aptitude and the agroproductivity, give a difference in the category Sum of 4.33%, passing the category Middling, increasing the Yield Potential Minimum, between 6.60-7.64 t/ha.

INTRODUCCIÓN

El aumento de la población mundial, las crecientes necesidades humanas y el aumento de las actividades económicas ejercen una presión cada vez mayor sobre los recursos de la tierra, suscitan la competencia y los conflictos y llevan a un uso inapropiado de la Tierra y sus recursos. Si a esto le agregamos que los recursos de la tierra son limitados y debido a la competencia, la economía consumista imperante a nivel mundial, estos son agotados y degradados hasta su total inutilización, llevando a una destrucción la civilización. Por lo que es necesario resolver estas disyuntivas y encauzarse hacia un uso más eficiente de los recursos naturales y de la tierra, de una manera sostenible y conservacionista.

Nuestro país ha cultivado caña de azúcar desde hace siglos y siempre en los mismos suelos, desde la colonia española, pasando por las grandes compañías americanas, hasta nuestros días; de las segundas, ***Castro*** en un discurso del año **1960** dijo: ***"Preocupados de producir únicamente caña, dieron lugar a uno de los males más graves de nuestra economía:*** **el MONOCULTIVO".** Lo que originó el uso inadecuado de ciertas zonas y contribuyó a la degradación en otras, principalmente en nuestra provincia, acentamiento de una de las más grandes compañías de aquellos años (*United Frut Sugar Company*). La Evaluación de tierras lleva a una planificación racional de la utilización de la tierra y a un uso apropiado y sostenible de los recursos naturales y de los recursos humanos. La tierra es la última fuente de riqueza y la base sobre la cuál la civilización esta construida (***Rossiter,*** 1994). El Programa de Evaluación de las Tierras dedicadas al cultivo de la caña de azúcar, responde a la necesidad de conocer la aptitud física y económica del fondo de tierra existente en la Agro-Industria Azucarera cubana, con el propósito de realizar un uso correcto de las mismas, basada necesariamente en procedimientos científico–técnicos que permitan reducir el margen de error de las decisiones. Teniendo como objetivos y premisas principales las siguientes: evaluar la aptitud de todas las tierras de la provincia, contribuyendo al reordenamiento territorial y desarrollar la informática en la agricultura cañera. La Evaluación desde el punto de vista biofísico, para las condiciones de secano. Las Unidades de Tierra (**UT**) que resultan Suma (**A1**) o Moderadamente (**A2**) aptas para caña de azúcar, no serán dedicadas a otros tipos de cultivos y cuando este presente la enfermedad de la Marchitez (***Cephalosporium sacchari Butler****),* no se tendrán en cuentan y serán cuarentenadas.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se desarrolló según el procedimiento metodológico descrito por ***Balmaseda y Ponce de León*** (**2000**), considerando esta evaluación como preliminar, es decir es una primera aproximación, al permitirnos conocer la Aptitud Física de las tierras para el cultivo de la caña de azúcar, utilizando como unidad mínima de manejo el bloque cañero, el mismo que se usa para el manejo tecnológico del cultivo. Se utilizó el modelo de evaluación desarrollado por ***Mesa y Mesa*** (1993), implementado en el Sistema Automatizado **AGRO24**, el cual tiene en cuenta 11 variables, de suelo y clima, para determinar las categorías de Aptitud de las tierras. La información fue tomada principalmente del Mapa Nacional de Suelos, escala 1:25 000, y los perfiles asociados al mismo, mientras las precipitaciones fueron tomadas de los pluviómetros instalados en los Complejos Agro-Industriales de la provincia de Holguín. Además se tuvieron en cuenta otros estudios hechos con anterioridad: La captura de la información fue hecha por el ***PreAgro24*** (***INICA*****, 2000**).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la provincia, el sector de la Agro-Industria Azucarera tiene un área geográfica total de 230 638.58 ha de ellas el 89.00 % con valor agrícola y no agrícolas 11.00 %. De estas áreas agrícolas hay el 13.90 % que están vacías, ociosas ó dedicadas a cultivos varios, el resto se dedica al cultivo de la caña de azúcar; a esto le sumamos que estas áreas son un mosaico de suelos al tener 29 tipos y subtipos, lo que hace muy difícil su uso y manejo, siendo los de mayor extensión son los Vertisol, con el 69.15%, y en segundo lugar los Cambisol con 16.61 %.

Los principales factores edáficos que limitan el desarrollo del cultivo de la caña de azúcar en la provincia, son por su influencia en los rendimientos agrícolas: la profundidad efectiva que afecta al 27.70%, de toda el área agrícola, el mal drenaje con el 62.53 %, los que principalmente se acentúa en la zona sur con el 83.25 %, ocupando en esta zona los vertisoles 62.42 %, del total de la provincia, donde tenemos bien definida dos zonas climáticas: una sur, más lluviosa que la norte, lo que hace aún más crítica la situación del drenaje en la primera. Cuando analizamos el resultado de la evaluación en toda el área agrícola de la provincia (fig.1), observamos como

hay el 20.22 % No Aptas (N), para el cultivo de caña y 79.78 % Aptas, de ellas 53.68%, en la categoría Marginalmente Apta (A3), por diferentes combinaciones de factores limitativos; la diferencia corresponden a las categorías Suma (A1) y Medianamente (A2) Aptas.

Al analizar los Rendimientos Mínimos Potenciales (**RMP**), que se pueden obtener en estas condiciones por cada tipo de suelo evaluado, los ***Pardos con carbonatos típicos*** son los de mayor **RMP**, con 77.47 t/ha y los de menor los ***Pardos grisáceo típico*** con 9.14 t/ha, a pesar que los ***Oscuros plásticos Gleysados gris amarillentos*** son los de mayor extensión con 75 439.92.00 ha, tienen un **RMP** de 38.78 et/ha y están encima del promedio provincial (37.98 t/ha).

Cuando analizamos detalladamente el resultado de la evaluación por cada uso actual (ver fig.1), nos damos cuenta que existen 8.25 % No Aptas dedicadas al cultivo de caña de azúcar y 68.04 % en las diferentes categorías de aptitud (**A1**, **A2** y **A3**), que son Aptas para el cultivo y están dedicadas a otros usos. En este sentido puede hacerse un cambio y buscar cual es el uso más adecuado de estas áreas no aptas para el cultivo de la caña de azúcar, obteniéndole el máximo provecho en otros cultivos, haciendo un uso más racional y sostenible de este recurso finito, evitando así por más tiempo su degradación.

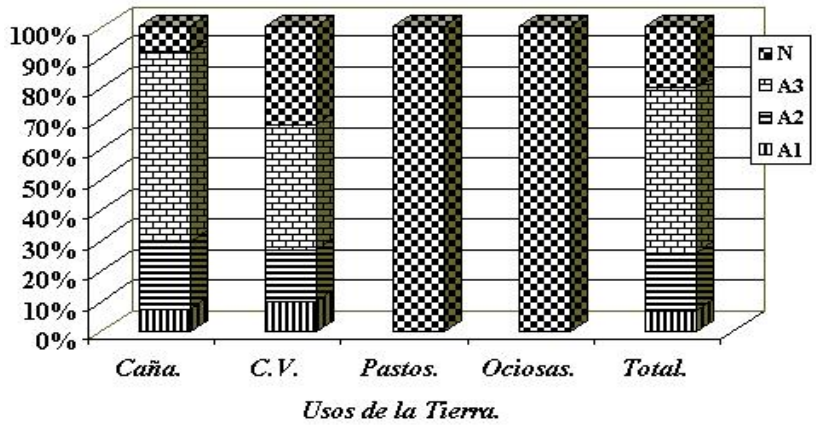


Figura.1. Aptitup de las Tierras de la provincia de Holguín.

Al crear un escenario de las áreas dedicadas a caña de azúcar, simulando lo que pasaría si se hicieran ciertas medidas agrotécnicas que mejorarían algunos de los factores limitativos (drenaje, profundidad efectiva, compactación), influyente en las categorías de aptitud y la agroproductividad, observamos (fig.2**.**), una diferencia en la categoría **A3** de 4.33 %, que pasa hacia la categoría inmediata superior **A2**, además de incrementar el **RMP** entre 6.60-7.64 t/ha.

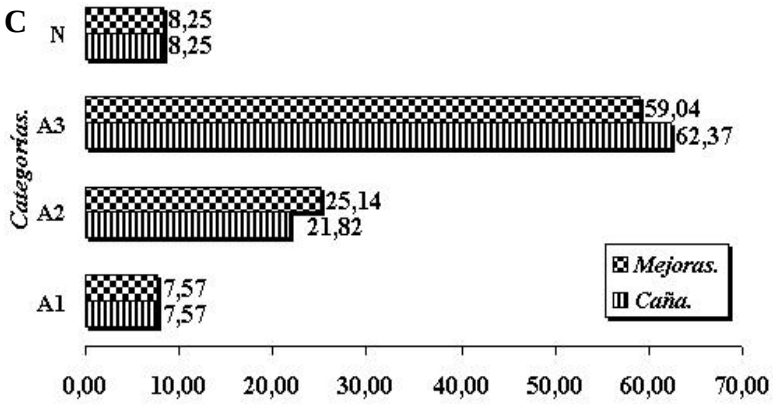


Figura.2. Resumen por Aptitud antes y después de las Mejoras Agrotécnicas.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Con este trabajo de evaluación de la aptitud de las tierras dedicadas al cultivo de la caña de azúcar, al ejecutar un llamado del Ministerio del Azúcar, se cumplieron los objetivos: capacitar al personal de los complejos, desarrollar la informática en la agricultura cañera, contribuir al reordenamiento territorial y evaluar la aptitud física de todas las tierras de la provincia y por sus características edafoclimáticas y factores limitativos, dedicar al cultivo las áreas que realmente sean Aptas, y aquellas que son No Aptas darle su verdadero uso en otros cultivos, según los Proyectos de Diversificación de la provincia.

Es importante que estas áreas No Aptas para el cultivo de la caña de azúcar salieran del balance de caña y fueran dedicadas a otros usos, ya que de seguir en su actual uso originarían pérdidas, solo por concepto de inversión en siembra de estas áreas, que no pagarían este dinero por los bajos rendimientos agrícolas que en ellas se obtienen, además de no durar más de 2 cepas, por lo que no le es rentable a las unidades productivas, seguir atendiendo estas áreas, dedicándole cuantiosos recursos, muchos de los cuales el país le dedica grandes sumas de USD para su compra en el exterior (fertilizantes, herbicidas, combustibles, etc.), que podían ser utilizados en otras áreas que si garanticen un mayor retorno económico al productor.

Recomendamos lo siguiente*:*

- ✓ ✓ Realizar las medidas de mejoramiento que propicien el incremento de los rendimientos agrícolas por áreas, así como mejoraran la aptitud y agroproductividad de los suelos.

- ✓ ✓ Intensificar los niveles de riego en las áreas declaradas como potenciales y en aquellas que se justifiquen hacer inversiones para reactivar o montar nuevas tecnologías.
- ✓ ✓ Continuar la evaluación de la aptitud de los suelos teniendo en cuenta los aspectos económicos.
- ✓ ✓ Seguir las recomendaciones acerca de la enfermedad de la marchitez en el Complejo Agro-Industrial Guatemala, para así evitar una propagación de la misma.
- ✓ ✓ Tomar conciencia y cambiar de mentalidad hacia las nuevas tecnologías de cultivo, por el estado degradativo que tienen los suelos de la provincia, el 62.37 %, en la categoría marginalmente apta.
- ✓ ✓ Cambiar la tecnología de preparación de suelos en aquellos lugares que lo requieran, principalmente en aquellos donde es poca la profundidad efectiva y los contenidos de piedras y rocas es considerable.
- ✓ ✓ El uso de enmiendas orgánicas tales como cachaza, ceniza, compots, etc, no solo para una fertilización orgánica, sino para ayudar a las propiedades hidrofísicas de los vertisuelos y así ayudar a un mejor drenaje de los mismos, así como evitar la contaminación del medio ambiente.
- ✓ ✓ Rectificar toda la red de drenajes existentes en los complejos, que beneficiaran la evacuación de las aguas superficiales y terminación de canales recolectores principalmente en los CAI Antonio Maceo, Cristino Naranjo y Urbano Noris, una de las causas del mal drenaje y la salinización de los suelos.
- ✓ ✓ Reactivar las brigadas y continuar la ejecución de la construcción del Drenaje Parcelario Ingeniero, principalmente en la zona sur donde este problema es fundamental por sus suelos (vertisuelos), que además son potencialmente salinos, principales causas de que sus áreas se encuentre en las categorías A3 y N.

Recordemos que la actitud del hombre hacia la naturaleza debe de ser de coexistencia y no de explotación.

REFERENCIAS

Castro, Ruz, F. (1960): La Diversificación en la Agricultura, Tarea Estratégica para el Productor Cañero En: *Discurso pronunciado ante 600 Coordinadores de Cooperativas Cañeras*. La Habana.

Balmaseda, C. y D. Ponce de León. (2000): Evaluación de la Aptitud de las Tierras dedicadas al cultivo de la Caña de Azúcar. En: *Manual de Procedimientos. INICA*. 54 pp.

INICA. (2000): PreAgro24. Programa para la preparación de datos de entrada al AGRO24. Grupo de Evaluación de Tierras, INICA.

Mesa, A. y A. Mesa. (1983): AGRO24. Sistema para el cálculo del potencial productivo de los suelos. Versión 4.0. Agrosoft, CNSF. MINAG.

Rossiter, D. G.: Land Evaluation Lectures Notes. (1994): Cornell University. College of Agriculture and Life Sciences, Department of Soil, Crop & Atmospheric Sciences. SCAS Teaching Series T94-1.

EVIDENCIAS DE MECANISMOS MORFOFISIOLÓGICOS DE RESISTENCIA DURANTE LA FASE DE COLONIZACIÓN DEL HONGO *Ustilago scitaminea* EN CAÑA DE AZÚCAR.

Piñón, Dolores*
Capote, Mercedes*
Fontaniella, Blanca***
Dobles, Carlos**
Solás, María T***
Legaz, María Estrella***
Vicente, Carlos***

*Instituto Nacional de Investigaciones de la Caña de Azúcar, Cuba.
E-mail: alexis20@cubarte.cult.cu
**Facultad de Biología, Universidad de La Habana, Cuba.
***Departamento de Biología Vegetal, Facultad de Biología, Universidad Complutense, Madrid, España.

ABSTRACT

Smut is a major disease of sugarcane caused by *Ustilago scitaminea*. Germination of fungal teliospores is achieved on the internode surface of plants and it is followed by the formation of appressoria. A primary response of sugarcane plants to the infection seems to be the production of several glycoproteins, defined a mid-molecular mass (MMMG) or high molecular mass (HMMG) macromolecules. Per cent of teliospore germination in the presence of both MMMG HMMG decreased about two times after 5h of teliospore contact with glycoproteins. This fact can be related, in a first approximation, to the ability of glycoproteins to produce cytoagglutination. Binding of fluorescein-labelled glycoproteins has been studied by fluorescence microscopy, showing that staining of cells was not uniform, but mainly in the contact zone between two individual teliospores when aggregated. HMMG was composed by only one fraction that was completely retained by smut teliospores whereas three from the five different glycoproteins occurring in the MMMG fraction were retained by cell wall teliospores. Moreover, an unique application of salicylic acid, naturally produced by sugarcane stalks after experimental fungal infection, enhaced the production of both glycoprotein pools. A hypothesis about the role of both HMMG and MMMG as defense glycoproteins is discussed.

INTRODUCCIÓN

Sobre la base de resultados anteriores en los que se determinó que los polisacáridos solubles y las glicoproteinas de los jugos de caña de azúcar incrementan en las plantas resistentes después de la inoculación después de la inoculación, el objetivo de este trabajo fue estudiar el posible rol de las glicoproteínas en la infectividad de las esporas del hongo

causal de la enfermedad del carbón y la acción de algunos elicitores potenciales sobre las respuestas de las plantas de caña a la infección fungosa.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los estudios se realizaron en plantas de 12 meses provenientes de variedades de caña de azúcar de diferente comportamiento frente al carbón. B42231 y Ja60-5 (altamente susceptibles) y My5514 (resistente) (Pérez y Mauri, 1985); los tratamientos fueron: *Yemas no inoculadas e inoculadas con U. scitaminea.* La inoculación se realizó con una suspensión de teliosporas provenientes de la variedad B42231 a una concentración de $2x10^5$ esporas/ml, y se aplicaron las normas técnicas del cultivo.

Análisis histológicos

Caracterización histológica. Se tomaron diferentes pedazos de 5 cm aproximadamente de tallos y meristemos de las variedades en estudio y se colocaron en una solución fijadora FAA (Formol-Alcohol-Acido Acético)por un mínimo de 24 horas. Se realizaron ensayos acorde a lo descrito por Montenegro y Gómez, 1997) y se efectuaron conteos de haces vasculares, mediciones del diámetro de células y búsqueda del agente patógeno en el interior de los tejidos. Se estudió además la estructura interna del látigo.

Determinación del papel de las glicoproteínas del jugo de la caña de azúcar en la resistencia varietal al carbón. El jugo clarificado fue cromatografiado a través de una columna de Sephadex G10 (15 x 2.5cm), Legaz y otros (1990) y posteriormente, por una columna de Sephadex G-50 (30 x 2,5cm). Las fracciones que contenían HMMG y MMMG fueron colectadas y dializadas contra agua destilada hasta que la azida sódica fue completamente removida. A las fracciones le fueron determinados los contenidos de los carbohidratos acorde a Dubois y otros (1956) y de proteínas acorde a Lowry y otros (1951).

Remoción de teliosporas de carbón por una disolución de glicoproteínas de caña de azúcar. Las fracciones HMMG y MMMG fueron previamente dializadas toda la noche contra 75mM de tampón fosfato pH 7,0 a 4°C y los dializados fueron filtrados a través de una columna de Sephadex G-100, (70cm x 2,5cm). Alternativamente, 1,0mg de teliosporas fueron puestas a flote durante una hora, centrifugadas a 12000 g durante 10 minutos a 2°C. Los precipitados fueron descartados y los sobrenadantes fueron filtrados a través de la misma columna de Sephadex G-100.La elución de las glicoproteínas fue monitoreada acorde a Dubois y otros. (1956).

Determinación de glicoproteínas por análisis de fluorescencia. Alicuotas de 3,0ml de HMMG y MMMG, y proteínas precipitadas con acetona fueron mezcladas con isotiocianato de fluoresceína y se siguió lo planteado por (Molina y Vicente, 1995).

Ensayos de ligamiento Muestras de 1,0 mg de peso seco de teliosporas de carbón fueron resuspendidas en 3,0 ml de glicoproteínas marcadas y mantenidas durante 1 hora a 38°C en un baño con agitación a 120 oscilaciones por minuto. Después fueron colectadas por centrifugación a 12000 g por 10 min a 2°C y se midió la intensidad de la emisión de los

sobrenadantes, usando una luz de excitación de 450 nm, la fluorescencia relacionada fue visualizada por el microscopio de fluorescencia Las glicoproteínas ligadas fueron desorbidas desde el precipitado por adición de 3,0 ml de 50mM de sacarosa. Después de una hora de agitación, las teliosporas fueron removidas por centrifugación y se midió la fluorescencia de los sobrantes.

Germinación de teliosporas. Muestras de 1 mg de teliosporas de carbón fueron usadas para inocular placas de Petri (Lilly y Barnet, 1951) e incubadas a 38° C durante 5 h. Después 1,0ml de solución de HMMG y MMMG conteniendo 16ug de proteína fueron añadidos al medio y se determinó el porcentaje de germinación

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis histológicos.Se logró la visualización de hifas del hongo en las células del parénquima de tallos y meristemos de las plantas susceptibles inoculadas con la técnica de inclusión en paraplast (Montenegro y Gómez,1997), con la doble tinción safranina- azul de astrag. En ambos muestreos se observaron diferencias en el diámetro de algunas células del parénquima de las plantas susceptibles que se encontraban ocupadas por las hifas del hongo. No ocurrió así con el conteo de haces vasculares donde no fueron visualizadas estructuras del hongo. Por lo anterior consideramos que el hongo *Ustilago scitaminea* no se traslada por el xilema debido a la alta concentración de sales presentes en él que impiden el desarrollo fungoso;la infección se produce célula a célula del parénquima hasta llegar al meristemo. Lo anterior corrobora resultados anteriores al estudiar la infección de este patógeno en yemas de caña de azúcar (Appezzato y otros,1995).

Determinación del papel de glicoproteínas del jugo de la caña de azúcar en la resistencia varietal al carbón. Fue verificada la acción de las glicoproteínas del jugo de la caña de azúcar sobre la germinación de las teliosporas. Las glicoproteínas de caña de azúcar afectaron significativamente la germinación de las teliosporas. El porcentaje de germinación disminuyó dos veces en la presencia de MMMG (2.37 veces con la presencia de HMMG) después de 5 h de contacto de las teliosporas con las glicoproteínas. Este hecho debe estar relacionado, en primer lugar, a la habilidad de las glicoproteínas de producir citoaglutinación. Las teliosporas en agua destilada aparecen claramente dispersadas mientras la adición de 10μg de HMMG ó MMMG a la preparación de esporas produce instantáneamente una agregación celular, se forman agregados densos de teliosporas en contacto con la superficie de sus paredes celulares.

Ha sido observado que esta agregación es una función lineal del tamaño de las muestras de teliosporas y no fue desarrollada en preparaciones muy diluidas. Las células agregadas, fueron nuevamente dispersadas después de la adición de 50 μmoles de sacarosa a la preparación. Este disacárido fue seleccionado para revertir la agregación de las teliosporas, ya que la parte oligosacárida de las glicoproteínas de la caña de azúcar es un heterofructano compuesto por uniones de unidades de β 1-2 fructosa. En general, las teliosporas agregadas no germinaron pero algunas veces, el tubo germinativo de algunas de ellas es capaz de emerger cuando unas pocas células fueron agrupadas y siempre el primer extremo de la primera hifa puede dividirse y producir dos hifas divergentes .

La unión de glicoproteínas de caña de azúcar a la pared celular de las teliosporas de carbón se evidencia en la figura.1 (HMMG), un resultado similar se obtuvo para las MMMG. Como se observa, el máximo de emisión de fluorescencia a 512 nm, decreció fuertemente después de la incubación de las teliosporas en la correspondiente solución de glicoproteínas. El porcentaje de emisión de fluorescencia por HMMG decreció 2,5 veces a partir de la no adsorción de la solución mientras que con MMMG decreció 2.8 veces. Esto implica que las glicoproteínas fueron adsorbidas sobre la pared celular de las teliosporas o que alternativamente ellas entraron en las células del hongo, aunque el efecto de la agregación sobre la pared celular de las teliosporas soporta la primera hipótesis. Además, la fluorescencia verde puede ser detectada por microscopia de fluorescencia y localizada en una región particular de la pared celular, principalmente en la zona de contacto entre dos teliosporas individuales que se agregaron. Los controles sin glicoproteínas marcadas con fluorescencia no mostraron fluorescencia natural, mientras las esporas tratadas sólo con 1,0 mM de isotiocianato de fluoresceína durante 1 h fueron reveladas por su total fluorescencia.

La forma en que la diferente composición de las glicoproteínas presentes en las fracciones HMMG y MMMG interactúa con los supuestos receptores en la pared celular de las teliosporas de carbón, se muestra en la figura 2. Los HMMG estuvieron compuestos por una sola fracción eluida a 142-146 ml la cual fue completamente retenida por las teliosporas de carbón. Los MMMG estuvieron compuestos por 5 fracciones diferentes que eluyeron a 146 ml, 156-186ml, 190ml, 206-226 ml y 230-238 ml. La tercera, cuarta y quinta fracción fueron casi completamente retenidas por la pared celular de las teliosporas, mientras que la fracción que eluyó a 146 ml fue sólo retenida en un 50% y la última fracción que eluyó desde los 230 a 238 ml fue completamente recuperada en el sobrenadante.

El efecto combinado de la agregación de las glicoproteínas de la caña de azúcar y la germinación de las esporas pudiera implicar la producción de un elicitor secretado por las teliosporas en medio líquido. Por tanto, la aparición de productos de secreción en el medio de incubación ha sido demostrado. El crecimiento del micelio produce y secreta dos sustancias principales analizadas por HPLC con tiempos de retención entre 2.605 y 3.227 minutos respectivamente la primera sustancia que coeluyó con el ácido salicílico produjo un pico cromatográfico que fue aumentando por el cargamento de la muestra patrón. Sin embargo, la misma muestra con metiljasmonato produjo dos picos bien definidos, uno de ellos correspondiente al patrón de metil jasmonato (3.11 min) y otro correspondiente al producto del hongo con un tiempo de retención de 3.23. El incremento en la cantidad de esta sustancia desconocida (probablemente algún derivado del jasmónico diferente del metiljasmónico) continuó pero menor que aquella del ácido salicílico durante el tiempo de crecimiento del hongo. Además la adición de HMMG y MMMG al medio de cultivo (40 por 50 ml) disminuyó la cantidad de ácido salicílico y la cantidad de la sustancia secretada al medio.

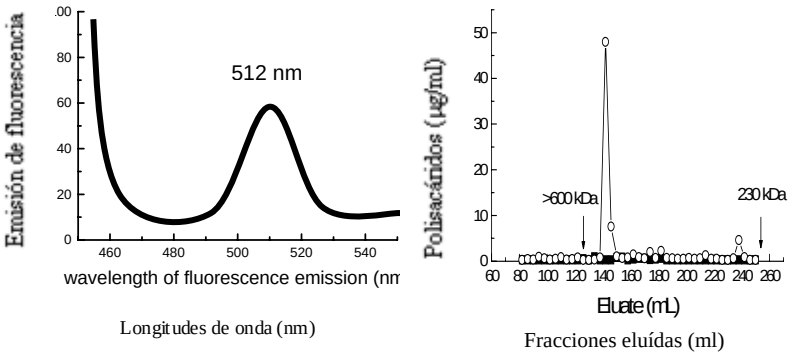


Fig. 1 Evidencias de la unión de glicoproteínas de caña a las teliosporas de *U. scitaminea*.

Fig. 2 Composición de glicoproteínas de la fracción HMMG que intercatúan con las teliosporas de *U. scitaminea*.

CONCLUSIONES

- Las glicoproteinas de las variedades resistentes interactúan marcadamente con las teliosporas de *U. scitaminea* disminuyendo marcadamente su poder infectivo, lo que resulta de interés para la selección de progenitores con resistencia a la enfermedad.
- Se confirma la existencia de alteraciones citopatológicas en las plantas susceptibles inoculadas con *U. scitaminea*

REFERENCIAS

Appezzato da Gloria, B., Capote, M y Amorin, L.(1995). Structural characteristics of buds of sugar cane cultivars with different le vels for resístanse ti smut. *Journal of plant Disease and Protection*. Vol. 102 (5), pp. 502- 508

Dubois, M., Gilles, K.A., Hamilton, J.K., Rebers, P.A. and Smith, F. (1956). Colorimetric method for determination of sugar and related substances. *Anal. Chem.* Vol. 28, pp. 350-356

Legaz, M. E., Martín, L., Pedrosa, M. M., Vicente, C., de Armas, R., Martínez, M.; Medina, l. and Rodriguez, C.W. (1990). Purification and partial characterization of a fructanase which hydrolyzes natural polysaccharides from sugar cane juice. *Plant Physiol*. Vol. 92, pp. 679-683.

Lilly, V.G. and Barnett, H.L. (1951). "Physiology of the Fungi". McGraw-Hill, New York

Lowry, 0.H., Rosebrough, N.J., Farr, A.L. and Randall, R.J. (1951). Protein measurement with the Folin phenol reagent. *J Biol. Chem.* Vol. 193, pp. 265-275.

Martínez, M., Legaz, M.E., Paneque, M., Armas, R., Pedrosa, M.M., Medina, I., Rodríguez, C.W. and Vicente, C. (1990). The origin of soluble fructans in sugar cane juice. *Intern. Sugar J.* Vol. 92, pp. 155-159

Molina, M. C. and Vicente, C. (1995" Correlationships between enzymatic activity of lectins, putrescine content and chloroplast damage in *Xanthoria parietina* phycobionts" *Cell Adh. Commun*. Vol. 3, pp. 1-12

Montenegro, G. y Gómez, M. (1997). "Anatomía y evolución del cuerpo vegetativo de las plantas vasculares". En: Manual de Técnicas. Facultad de Ciencias Biológicas. Pontificia Universidad católica de Chile. Santiago de Chile.

Pérez, L y Mauri, F. (1985). "Biología y Control de *U. scitaminea* Sydow agente causal del carbón de la caña". *Informe final de investigaciones* del quinquenio 1981-85, 98 pp.

EXTRACCIÓN DE NUTRIENTES EN CAÑA DE AZÚCAR EN UN VERTISUELO GRIS AMARILLO.

Cobo Vidal , Yakelín
Martín Gutiérrez, George
Rodríguez Ortíz, Yunior
Montero Sarría, Beatriz.

Estación Provincial de Investigaciones de la Caña de Azúcar (EPICA). Holguín.
E-mail: secsubdagricola@delegacion.hl.minaz.cu

ABSTRACT

In an experiment of annual and residual applications of potassium, was studied the dynamic of extraction of the sugar cane, in a gray yellowish vertisol, in 1st and 2nd sprouts of their 3rd cycle; were calculated the tons of Dry Matter (DM), extraction of N, P_2O_5, K_2O for hectare and the index of consumption for tons of cane, in shafts and hearts, also the efficiency. Product of the lack of answer of the cultivation to the applications of potassium in these floors, by being allright supplied, an index of efficiency of this fertilizer was not achieved, being a tendency in the treatments in both stumps, where the application of potassium could be considered as negative factor, like in the 2nd sprout where all produce 1 ton less than cane, contrarily, the VIII treatment, earn 1 ton for this application; in 1st sprout all are less efficient, except the III, V and VIII treatments being the last two those of better efficiency. Upon analyzing the efficiency of both stumps, the 1st sprout was the better, then was verified in general the effectiveness of the V treatments (120 kg K2O *annual*) and VIII (800 kg K2O *c/5 years*), in both sprouts. The production of DM in shafts and hearts, was not absolute in all the cases; the same as the extraction of nutrients/ha and for tons of shafts. The annual and residual applications had a similar behavior, so that we recommended fertilize with potassium, at least for 5 crops, remaining economically justified.

INTRODUCCIÓN

La elevada exigencia de nutrientes de este cultivo motiva el rápido empobrecimiento de los suelos, especialmente en forma de monocultivo. Los países cañeros han realizado diversos trabajos con el fin de determinar la extracción efectuada por este cultivo. En nuestro país la media encontrada por Pérez, (1982), fue de 1.18Kg N/t de caña para el N, sin embargo, Rodríguez y otros, *(1981*), encontraron valores medios de 1.49 Kg N/t de caña, para el fósforo la extracción oscila entre 0.40 y 0.50 Kg/t de caña (Villegas, 1998), y Cuellar (1984), encontró que la demanda del potasio puede alcanzar valores superiores a 2.00 kg de K_2O/t de caña, aunque debe encontrarse en el entorno de 1.8Kg de K_2O/t de caña.

El objetivo del presente trabajo es dar a conocer la dinámica de extracción de N, P_2O_5 y K_2O, de la caña de azúcar en las cepas de 1er y 2do retoño sobre un Vertisuelo gris amarillento.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para la creación del trabajo se tomaron los datos de un experimento de diferentes aplicaciones anuales y residuales de potasio, en su 3er ciclo, plantado en Vertisuelo gris amarillento con la variedad C120-78. El diseño empleado fue Bloque al Azar (8x6), oscilando los tratamientos entre 0 a 800 Kg K_2O/ha, con fondo 120 Kg N/ha y 50 Kg P_2O_5/ha. Las actividades se realizaron según las ***Normas Metodológicas del Departamento de Suelos y Agroquímica del INICA*** (**1986**). A las muestras una vez preparadas se le determinaron: la materia seca (MS), el nitrógeno (Kjedahl), P_2O_5 por colorimetría y K_2O por fotometría de llama, evaluándose los resultados de las extracciones de N, P_2O_5 y K_2O, en tallos y cogollos de la planta, los cuales fueron sometidos a un análisis de varianza.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las toneladas de Materia Seca (MS), tanto para tallos y cogollos (cuadro.1), expresa como se comporta esta por cepas en los diferentes tratamientos de aplicaciones anuales y residuales de potasio. En tallo del 1er retoño fue significativamente superior en los tratamientos V y VIII, mientras que en cogollo tuvieron un comportamiento estable, mientras en 2do retoño la mayor producción de MS se obtuvo en el tratamiento VIII, para tallos, no siendo así en cogollos, que correspondió al V, valores similares fueron reportados por Cuellar (1982), para suelos negros. Teniendo en cuenta la proporción de tallo molible en relación a la producción de MS, la mayor proporción se obtuvo en el tratamiento V en 1er retoño y el VIII en 2do retoño siendo más elevada en este último.

Cuadro.1. Toneladas de Materia Seca (MS) por tratamientos en 2 retoños

Tratamientos.		1er Retoño.		2do Retoño.	
		Tallo	Cogollo	Tallo	Cogollo
I	**Testigo Absoluto**	10.33 g	3.34 ns	22.60 d	7.79 c
II	**Testigo**	14.93 d	4.70 ns	28.16 b	9.93 b
III	**160 (anual) 2do ciclo**	16.81 b	4.04 ns	25.72 c	11.59 a
IV	**160 (anual) 3er ciclo**	15.51 c	4.57 ns	26.28 c	10.59 ab
V	**120 (anual)**	18.07 a	5.14 ns	24.66 c	11.73 a
VI	**160 (anual)**	12.77 f	3.93 ns	15.75 e	6.44 c
VII	**600 (c/5 años)**	13.28 e	4.24 ns	25.08 c	8.87 bc
VIII	**800 (c/5 años)**	16.88 b	4.99 ns	30.17 a	8.86 bc

La demanda de kg de nutriente/ha (cuadro.2), para las dos cepas en tallo, mostró diferencias significativas en las extracciones de nutrientes (**N**, **P_2O_5**, **K_2O**), donde el tratamiento V fue el de mayor extracción, seguido por el VIII, no siendo así en los demás. La del nitrógeno no fue significativo, en el cogollo, sin embargo la extracción de fósforo y potasio fueron superiores en estos tratamientos, lo que se corresponde con las característica de alto consumidor de potasio de este cultivo, por lo cual, se ven las grandes extracciones hechas por los tratamientos V y VIII, coincidiendo las mayores producciones de tallos molibles para ambas cepas.

Cuadro.2. Extracción de nutrientes en Kg/ha por tratamientos en 2 retoños

Tratamientos.	**Kg de N/ha.**		**Kg de P_2O_5/ha.**		**Kg de K_2O/ha.**	
	Tallo	**Cogollo**	**Tallo**	**Cogollo**	**Tallo**	**Cogollo**
1er Retoño.						
I	14.46 c	20.85 ns	6.20 d	3.50 b	38.02 d	1.86 ab
II	25.37 b	27.98 ns	8.96 c	4.70 b	34.34 d	1.56 b
III	24.36 b	24.44 ns	10.09 bc	4.04 b	74.85 b	1.52 b
IV	23.29 b	28.67 ns	10.86 b	5.28 ab	69.03 bc	2.15 a
V	34.33 a	34.95 ns	13.55 a	6.42 a	86.73 a	2.27 a
VI	26.81 ab	24.89 ns	8.93 c	4.50 b	66.39 bc	2.07 a
VII	31.88 ab	27.52 ns	9.59 c	4.66 b	59.10 c	2.15 a
VIII	32.90 ab	32.06 ns	10.12 bc	5.22 ab	84.37 ab	1.92 ab
2do Retoño.						
I	36.21 b	46.29 c	16.95 b	10.13 d	71.25 b	2.54 b
II	42.13 b	64.23 b	19.71 b	12.80 c	68.83 b	2.28 b
III	48.93 b	60.23 bc	18.00 b	13.90 bc	71.87 b	3.07 b
IV	48.61 b	73.58 ab	22.32 ab	15.88 b	103.71 ab	3.79 ab
V	44.32 b	82.84 a	20.97 ab	18.19 a	102.12 ab	4.87 a
VI	29.13 c	48.22 c	11.83 c	9.02 d	47.27 b	3.37 b
VII	48.87 b	61.66 bc	17.55 b	12.42 cd	61.36 b	2.84 b
VIII	66.37 a	83.49 a	24.14 a	11.07 cd	141.75 a	2.12 c

Con respecto a la extracción de nutrientes por toneladas de caña producidas (cuadro.3), en la cepa de 1er retoño, el nitrógeno en tallo y cogollo, las diferencias no fueron significativas. En fósforo, la mayor extracción se realizó en el tratamiento V en cogollo, mientras que en tallo no hubo diferencias, mientras en potasio exceptuando los testigos, los demás tuvieron un comportamiento muy parecido, es decir extrajeron cantidades similares, independientemente de las diferentes aplicaciones. En 2do retoño la extracción de **N**, **P_2O_5** y **K_2O** en tallo no fueron significativas, mientras en cogollo las mayores extracciones para los tres nutrientes se realizó en el tratamiento V. Como se puede apreciar, serán retiradas en los tallos grandes cantidades de estos tres elementos, aunque las extracciones varían con el tipo de suelo y la variedad (Montero y otros, 1987), las extracciones hechas por los cogollos son menores que las de los tallos; estos elementos serán restablecidos al suelo, producto a su descomposición.

Cuadro.3. Extracción de nutrientes en Kg/toneladas de caña por tratamientos en 2 retoños

Tratamientos.	Kg de N/t. de caña.		Kg de P_2O_5/t de caña.		Kg de K_2O/t de caña.	
	Tallo	Cogollo	Tallo	Cogollo	Tallo	Cogollo
1er Retoño.						
I	0.45 ns	0.65 ns	0.19 c	0.11 ns	1.19 b	0.06 a
II	0.56 ns	0.61 ns	0.20 c	0.10 ns	0.75 c	0.03 b
III	0.52 ns	0.52 ns	0.21 bc	0.09 ns	1.60 a	0.03 b
IV	0.55 ns	0.68 ns	0.19 c	0.12 ns	1.63 a	0.06 ab
V	0.77 ns	0.69 ns	0.27 a	0.13 ns	1.71 a	0.05 ab
VI	0.66 ns	0.61 ns	0.22 bc	0.11 ns	1.63 a	0.05 ab
VII	0.62 ns	0.67 ns	0.22 b	0.12 ns	1.43 ab	0.05 ab
VIII	0.62 ns	0.60 ns	0.26 a	0.10 ns	1.58 a	0.04 b
2do Retoño.						
I	0.48 ns	0.62 b	0.22 ns	0.14 c	0.95 ns	0.03 b
II	.42 ns	0.65 b	0.20 ns	0.13 c	0.69 ns	0.03 b
III	0.54 ns	0.94 ab	0.20 ns	0.16 bc	0.80 ns	0.03 b
IV	0.52 ns	0.79 b	0.24 ns	0.17 b	1.11 ns	0.04 ab
V	0.52 ns	0.99 a	0.25 ns	0.21 a	1.21 ns	0.06 a
VI	0.53 ns	0.89 ab	0.22 ns	0.16 b	0.86 ns	0.07 a
VII	0.57 ns	0.72 b	0.20 ns	0.15 bc	0.72 ns	0.03 b
VIII	0.63 ns	0.58 c	0.23 ns	0.11 d	1.36 ns	0.02 b

Producto de la falta de respuesta de la caña de azúcar a las aplicaciones de potasio en estos suelos, debido a que están bien abastecidos, no se logró un índice de eficiencia de este fertilizante, lo que concuerda con Rubio (1982), y Villegas y otros (1983), citados por García y otros (1990), y Montero (1989); sin embargo se ha creído prudente presentar en el cuadro.4**,** las tendencias que se producen en los tratamientos en sus diferentes cepas donde pueden encontrarse casos donde la aplicación de potasio puede ser considerada como factor negativo (con signos menos), como en el 2do retoño donde todos tienden a producir 1 tonelada menos de caña; al contrario del tratamiento VIII donde aumentó 1 tonelada por esta aplicación. En 1er retoño todas dan negativo, menos los tratamientos III, V y VIII, siendo los dos últimos más eficientes. Al analizar la eficiencia por cepas, se encontró que el 1er retoño fue la de mejor eficiencia con un valor de 0.0003 y la de 2do retoño la menos eficiente con –0.0409.

Cuadro.4. Eficiencia de potasio en t caña/ha por tratamientos en 2 retoños

Tratamientos.		1er Retoño.	2do Retoño.
III	**160 (anual) 2do ciclo**	0,0068	-0,0581
IV	**160 (anual) 3er ciclo**	-0,0221	-0,0348
V	**120 (anual)**	0,0406	-0,1220

VI	**160 (anual)**	-0,0311	-0,2773
VII	**600 (c/5 años)**	-0,0073	-0,0222
VIII	**800 (c/5 años)**	0,0096	0,0067
Total.		0,0003	-0,0409

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En sentido general se pudo constatar la efectividad de los tratamientos V (**120 kg K_2O, anual**) y VIII (**800 kg K_2O, residual c/5 años**), tanto para el 1er como en 2do retoños, con respecto a la producción de MS en tallos y cogollos no fue absoluto en todos los casos, de igual forma sucedió con la extracción de nutrientes/ha y por toneladas de tallos molibles. Las aplicaciones de fertilizantes potásicos no incrementaron los rendimientos cañeros, cuando las riquezas de este nutriente en el suelo superaron los índices establecidos como críticos; mientras las aplicaciones anuales y residuales tuvieron un comportamiento similar, por lo que se recomienda realizarla al menos para 5 cosechas, quedando económicamente justificado.

REFERENCIAS.

Cuellar, I; H. Pérez; N. Companioni y E. García (1982): Extracción de NPK por cuatro variedades de caña de azúcar en los principales suelos cañeros. En: *Evento ATAC*., 43 Habana.

García del Risco, E., A. Andrés, R. Villegas y N. Arzola (1990): Dinámica de extracción de N y K_2O por la caña de azúcar en suelos Pardos con carbonatos (Iceptisols) de la republica de Cuba. *XI Congreso Latinoamericano y II Congreso Cubano de la Ciencia del Suelo.* Habana.

Montero, Beatriz, E. Angarica (1989): Extracción de Nutrientes por 4 Variedades de Caña de Azúcar en Vertisuelos Gris Amarillento de la provincia Holguín. En: *Jornada Cient. INICA*. IV, Habana.

Pérez, H. (1982): Fertilización nitrogenada de la caña de azúcar. *Tesis* en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Agrícolas. INICA. La Habana. 130 p

Rodríguez, S., M. Ovehenrenko y J. C. Hurtado (1981): Extracción de N, P_2O_5 y K_2O por tres variedades de caña de azúcar en campos de producción. *Agrotecnia de Cuba* Vol. 13 (2)

Villegas, R., Regla M. Chang y Maribel González (1998): Sostenibilidad del Agroecosistema y evolución de características biogeoquímicas en estudios de larga duración con caña de azúcar. *Cuba y Caña*. Vol 2

FACTORES EDAFOCLIMÁTICOS ASOCIADOS A LA RESPUESTA DE LA CAÑA DE AZÚCAR A LOS FERTILIZANTES FOSFÓRICOS

Pineda, Emma
Menéndez; Antonio
Rodríguez, Isnel
Díaz, Raimundo

Estación Territorial de Investigaciones de la Caña de Azúcar Villa Clara – Cienfuegos.
Autopista Nacional, km. 246, Ranchuelo, Villa Clara, Cuba.
E-mail: epica@civc.inf.cu

ABSTRACT

Edafoclimatic factors such as effective depth, texture, compaction and rain among others can play a certain role with relationship to the fertilization and however in spite of the influence that they might have on the agricultural yield of can plantations, they have not been considered when a recommendation of fertilizers has been elaborated to be applyed in a certain area, constituting the objective of this work the evaluation of edafoclimatic factors that can influence in the response of the plant before the application of the phosphoric fertilizer, to achieve a better handling of this expensive input. The results indicate that as the contents of assimilable phosphorus increase, they diminish the production increments obtained with the application of phosphorus and on the other hand the increments spread to increase lightly to stop later on due to the effect of the rain. The effects of the compaction and the texture are highly related, being observed that the biggest increments with the phosphoric fertilization are obtained lastly in the non compact soils that correspond to the franc sandy texture, as for the effective depth the increment of the agricultural yield achieved by the phosphorus contribution varies in function of the same one so as the value of the effective depth increases the increment range diminishes.

INTRODUCCIÓN

Las recomendaciones para la aplicación del fertilizante fosfórico han estado basadas en los contenidos de fósforo asimilable del suelo fundamentalmente aunque últimamente se han estratificado de acuerdo con el criterio de pH según De León y col., 1999, pero realmente no sólo su contenido en el suelo influye en la respuesta del cultivo ante la aplicación de este elemento; existe otro grupo de factores edafoclimáticos como profundidad efectiva, textura, compactación y la lluvia total recibida por la cepa que pueden jugar un determinado papel y sin embargo a pesar de la influencia que tienen en una u otra medida sobre el rendimiento agrícola de las plantaciones cañeras, no se han considerado cuando se ha elaborado una recomendación de fertilizante para aplicar en un área determinada, constituyendo el objetivo principal de este trabajo la evaluación de estos

factores edafoclimáticos que puedan influir en la respuesta por parte de la planta ante la aplicación del fertilizante fosfórico, para lograr un mejor manejo de este costoso insumo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se analizaron un total de 14 experimentos con 66 cosechas, referidas a fósforo pertenecientes a la red experimental de Villa Clara, provincia central de Cuba, conducidos y evaluados según las Normas Metodológicas del Departamento Nacional de Suelo y Agroquímica establecidas desde 1993, abarcando un total de 7 tipos de suelos diferentes según la Segunda Clasificación Genética de Suelos de Cuba (Hernández y et al., 1975); en estos sitios se determinaron un grupo de factores edáficos tales como: profundidad efectiva, pendiente, textura, drenaje, pedregosidad, rocosidad, gravillosidad, concrecionamiento, intensidad y tipo de erosión, así como la compactación y el contenido asimilable de fósforo en el suelo siguiendo la metodología para la realización del Estudio de Suelos y Evaluación de los Factores Limitantes en Caña de Azúcar (1996). Los resultados experimentales fueron analizados estadísticamente según el diseño establecido y calculados en todos los casos los Modelos Discontinuos (Rodríguez, 1980) así como los índices de consumo y el incremento del rendimiento agrícola con relación al testigo. Se realizó un análisis discriminante y se establecieron los grupos para el incremento de producción con la aplicación de fósforo, determinándose así los factores que influían en los incrementos del rendimiento agrícola.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El primer factor a tomar en consideración para aplicar fósforo resultó el contenido asimilable del suelo. A medida que aumentan los contenidos de fósforo asimilable, disminuyen los incrementos de producción obtenidos con la aplicación de fósforo. Con contenidos menores que 3 mg de P_2O_5/100gs la respuesta es segura y los incrementos pueden llegar a superar las 35 t de caña /ha con valores entre 3 y 10 mg de P_2O_5/100gs, la respuesta no es tan segura y los incrementos no rebasan las 15 t de caña /ha; y con valores superiores a 10 no hay respuesta y los incrementos, si los hubiera, no solo sobrepasan las 5 t/ha (fig. 1).

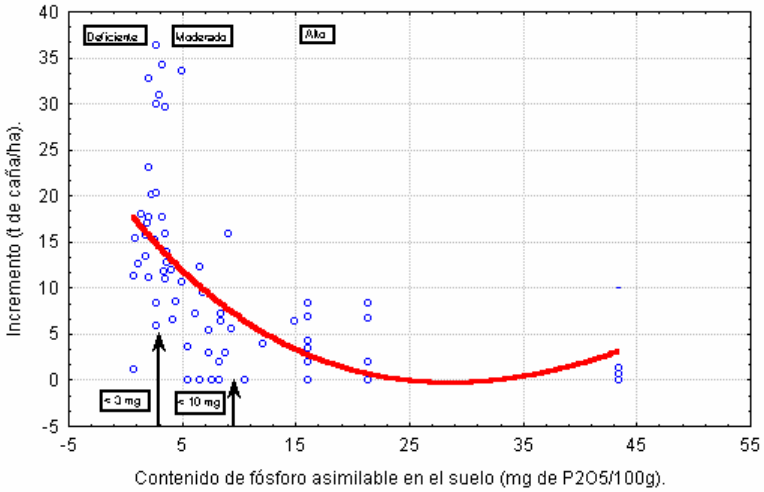


Fig. 1. Respuesta a las aplicaciones de fósforo y contenido asimilable en Villa Clara.

El efecto de la lluvia total aparece en la figura 2 donde se aprecia que los incrementos tienden a aumentar ligeramente para posteriormente decrecer.

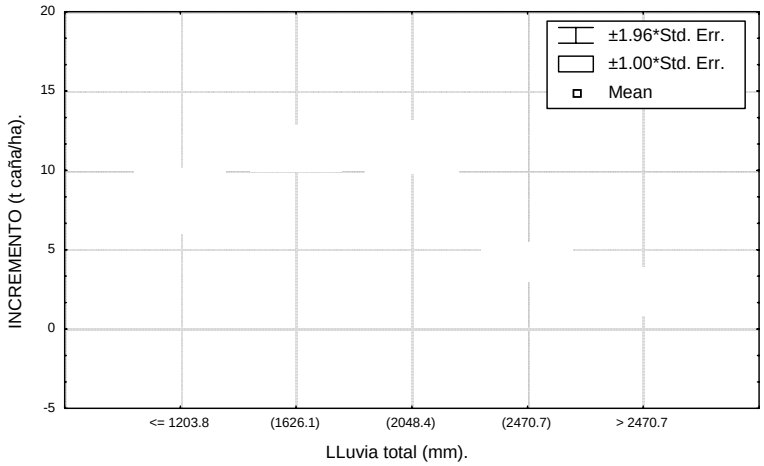


Fig. 2. Variación del efecto de las aplicaciones de fósforo con la lluvia total.

Desafortunadamente en los experimentos de fósforo no se provocaron lluvias extremadamente bajas limitándose la función de lluvias normales a altas, las que están asociadas más a aumentos de las edades de cosecha que a variaciones de los climas totales.

Las figuras 3 y 4 muestran los efectos de la compactación y la textura altamente relacionadas, los mayores incrementos con la fertilización fosfórica se obtienen en los suelos no compactos que se corresponden con la textura franco arenosa, donde los niveles de fósforo asimilable son los más bajos (0.69 – 2.63 mg de P_2O_5/100g).

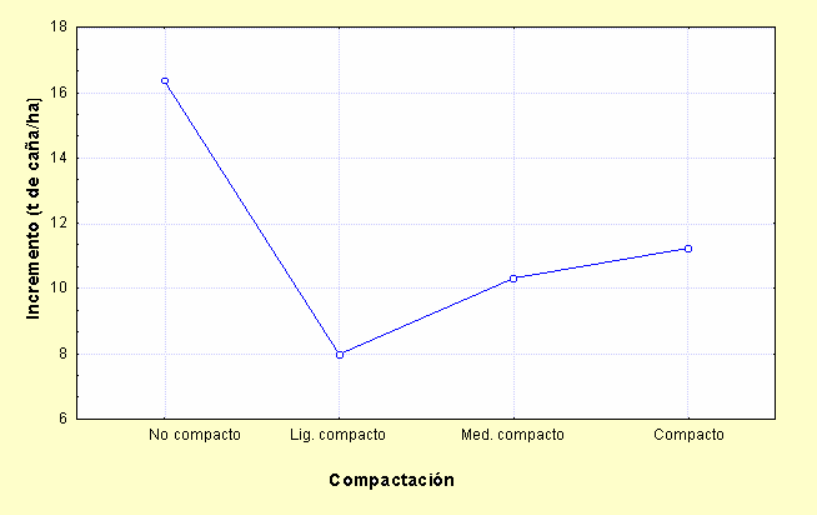
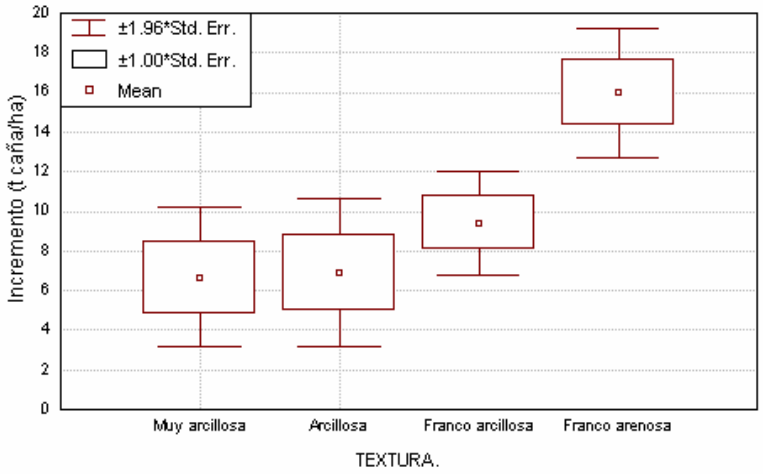


Fig. 3. Relación entre la respuesta al fósforo y la compactación



.

Fig. 4. Relación entre la respuesta al fósforo y la textura.

La respuesta al fósforo disminuye al aumentar la profundidad efectiva (fig. 5) apreciándose 3 niveles.

< 25 cm: Donde los incrementos son altos y seguros.
25 – 35 cm Donde los incrementos son medios y relativos.
>35 cm Donde los incrementos son bajos y poco probables.

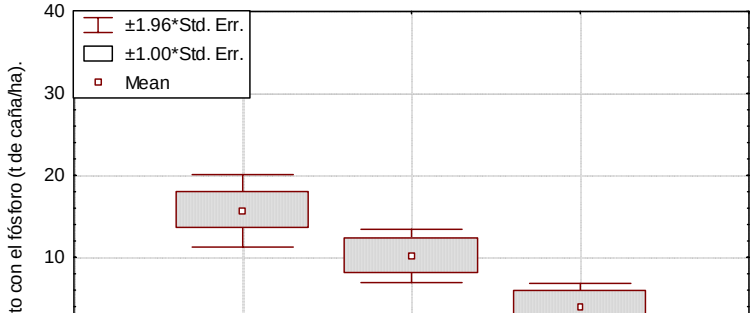


Fig. 5. Relación entre la profundidad efectiva y el incremento con fósforo del rendimiento agrícola.

CONCLUSIONES

- Los resultados indican que existen cuatro factores edáficos y uno climático relacionados con la influencia de la fertilización fosfórica: profundidad efectiva, textura, compactación, contenido asimilable del elemento en el suelo y la lluvia.
- El incremento de rendimiento agrícola logrado con el aporte de fósforo varía en función del contenido de este nutrimento en el suelo, a medida que aumenta el mismo, disminuye el incremento de producción obtenido con la aplicación de fósforo.
- Los incrementos del rendimiento agrícola tienden a aumentar ligeramente para posteriormente decrecer debido al efecto de la lluvia total recibida.
- Los efectos de la textura y la compactación están altamente relacionados, los mayores incrementos se obtienen en suelos no compactos de textura franco arenosa.
- La respuesta al fósforo disminuye al aumentar la profundidad efectiva.

REFERENCIAS

De León, M., R. Villegas, A. Menéndez e I. Machado, (1999). "Recomendaciones de fertilizantes (N-P-K) en caña de azúcar:. INICA 6 p

Hernández, A. y et al. (1975): II Clasificación Genética de los Suelos de Cuba. A.C.C. Serie Suelos Nº23. 25 p

INICA. (1993). "Normas Metodológicas del Departamento Nacional de Suelos y Agroquímica". Tomo I 100 p

INICA. (1996). "Metodología para la realización del estudio y evaluación de los factores limitantes para el cultivo de la caña de azúcar.18 p

Rodríguez, S. (1980). "Temas escogidos sobre la interpretación y utilización de los análisis de suelos y de los datos de respuesta del fertilizante". Método de Cate-Nelson. 106 pp.

INFLUENCIA DE LA FERTILIZACIÓN EN EL CARBÓN DE LA CAÑA DE AZÚCAR (*Ustílago scitamínea*, Sydow).

Céspedes, M.
Martín, G.
Rodríguez, J.
Pérez, E.
Montero, Beatriz
Sánchez, P**

*Estación Provincial de Investigaciones de la Caña De Azúcar, Holguín**.**
E-mail: delegado@delegacion.hl.minaz.cu
**Complejo Agroindustrial "Nicaragua".

ABSTRACT

The corresponding results were analyzed, to the data obtained in 2 Lots Control of the SERFE in the town of the CAI "Nicaragua", Holguín country, mounted on vertisol in ratoon with the varieties Ja60-5 C120-78, harvested in the harvest 1998-1999.

In both varieties and in the treatments of the Lots Control (witness, dose Recommended by the SERFE and the double of this), were analyzed the agricultural variables (longitude, diameter, volume, weigth and number of shafts, ton of cane/ha, index of infestation of Coal (IC)), and industrial (brix, purity, pol, ton pol/ha), showing significant differences in all, except the diameter.

The C120-78 was superior to the Ja60-5 in most of the variable agroindustrial and the dose recommended by the SERFE was the most beneficial formula economically. The excessive additions, represented in the study for the double of the dose, produced significant losses, while the applications balanced of nutritious, favored the control of the Coal of the cane of sugar (***Ustílago scitamínea*, Sydow**), noticing significant associations of this with the number of shafts, and depressions in the longitude and volume of the same, as well as in the industrial variables, and a tendency to reduce the diameter.

Were predicted earnings superiors to the 2 million peso for the CAI "Nicaragua" between the years 1998-1999, with the application of the SERFE (alone for these varieties and stumps), what would rise to more than 15 annual million in the country.

INTRODUCCIÓN

Entre las tecnologías disponibles que se han comprobado resulta de mayor eficiencia para aumentar la producción agrícola el empleo de los fertilizantes. No obstante, deben tenerse en cuenta dos aspectos fundamentales: eficiencia y sostenibilidad. Esto significa el tipo y cantidad de producto que garantice la mayor producción al menor costo

posible y que no produzca afectaciones nocivas al medio ambiente. (Cabrera y Bouzo, 1999).

Dentro de los factores que influyen en los rendimientos, se encuentran las plagas y las enfermedades; en esta última el carbón de la caña de azúcar **(*Ustílago scitamínea*, Sydow)**, es una de la que más ha afectado la producción cañera cubana; hasta el punto de eliminar del balance varietal nacional, a una de las variedades más productivas: la Ja60-5; las mayores pérdidas ocurren en retoños (Chinea, 1994). El Carbón de la Caña de Azúcar, frecuentemente afecta diversos caracteres agroindustriales y del ambiente, así Hernández y otros, (1992), observaron asociaciones significativas de esta enfermedad con la pérdida de caña, pol y económicas en varias localidades de la provincia de Holguín, lo que coincide con numerosos autores, citado por Rodríguez y Contreras, (1994).

MATERIALES Y MÉTODOS

Como parte de la implementación del SERFE en el cultivo de la caña de azúcar, se establecieron las áreas de monitoreo a través de Lotes Controles, que tienen como finalidad conocer cómo se manifiesta el cultivo ante las recomendaciones de fertilizantes formuladas y poder evaluar cómo ha evolucionado la producción. El procedimiento seguido para el montaje y conducción de los mismos se corresponde con la metodología vigente en el Departamento de Suelos y Agroquímica del INICA. Los lotes fueron montados en campos previamente seleccionados del CAI "Nicaragua", en 2 UBPC, en soca: uno con la variedad C120-78 y el otro Ja60-5, con rendimientos esperados de 33.87 y 38.10 t/ha y una dosis recomendada por el SERFE de 50 y 55 kg de N/ha, respectivamente. Para la evaluación del carbón, se contaron todos los tallos y los afectados por carbón ante de la cosecha, con cuyos datos se cálculo el Índice de Infección (IC). Las pérdidas se calcularon teniendo en cuenta, 0.6 tm caña por cada 1 % de infección de carbón de acuerdo con Rodríguez y Contreras, 1994. Los datos fueron sometidos a un ANOVA de clasificación doble y su correspondiente prueba de Newman Keuls. Las variables brix, pol, pureza, índice de infección por carbón, fueron transformados mediante el arcoseno raíz cuadrada del porcentaje.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el cuadro.1**.**, se nota que el número de tallos y el volumen fueron superiores en C120-78, aún cuando Ja60-5 la aventajó en la longitud, en más de 10 cm; por su parte, tanto el número como la longitud de los tallos son estimulados positivamente por la adición de fertilizantes (Fernández, 1999). En la interacción VxT de la variable t caña/ha se aprecia que la C120-78, respondió mejor a la fertilización que la Ja60-5, en la primera la recomendación del SERFE mantiene superioridad sobre el doble y sobre el testigo, cuantificándose en casi un 35% y un 70% más alto, respectivamente, pasando lo mismo con el peso de las muestras.

Cuadro 1. Comportamiento de las variables agrícola en los dos Lotes Control

Tratamientos.	Long. (cm).	Peso (kg).	t de caña/ha.	Tratamientos.	# Tallos.	Volumen (cm^3).

Ja60-5.	**Testigo.**	207.00 c	9.60 d	62.89 d	Ja60-5.	96.42 b	6.32 b
	SERFE.	236.00 a	12.55 b	81.00 bc	C120-78.	127.17 a	7.11 a
	Doble.	234.00 a	9.88 c	69.69 c	Testigo.	101.13 b	5.75 b
C120-78.	**Testigo.**	186.00 d	8.47 e	65.27 c	SERFE.	117.63 a	7.20 a
	SERFE.	219.00 b	14.43 a	106.42 a	Doble.	116.63 a	7.20 a
	Doble.	216.00 b	10.33 cd	81.43 b			

Como se puede observar en la cuadro.2**., e**n todas las variables industriales se encontraron diferencias altamente significativas entre variedades, y entre tratamientos, no la tuvo la pureza y la única interacción que se pudo apreciar fue en la variable t pol/ha. Es razonable que semejantes variedades expresen diferencias ante variables que difieren en la calidad de la materia prima, teniendo en cuenta que Ja60-5 ha ido perdiendo sus buenos atributos en este sentido por influencia del carbón principalmente; puede notarse favorecida C120-78 en todas las variables industriales, mientras el testigo fue inferior que la fórmula SERFE=Doble; excepto para la pureza donde difieren significativamente.

Cuadro.2. Comportamiento de las variables industriales en los dos Lotes Control

Tratamientos.		**ton de pol/ha**	**Tratamientos.**	**Brix**	**% pol**	**Pureza**
Ja60-5.	**Testigo.**	**10.84 d**	**Ja60-5.**	**27.95 a**	**24.85 a**	**73.30 a**
	SERFE.	**14.53 bc**	**C120-78.**	**27.63 b**	**24.45 b**	**71.11 b**
	Doble.	**12.04 c**	**Testigo.**	**27.56 b**	**24.34 b**	**72.09 b**
C120-78.	**Testigo.**	**10.94 c**	**SERFE.**	**27.84 a**	**24.58 a**	**72.06 a**
	SERFE.	**18.84 a**	**Doble.**	**27.96 a**	**24.75 a**	**72.45 a**
	Doble.	**14.54 b**				

En la variable Índice de Infestación del carbón (**I.C.**), se encontraron diferencias altamente significativas entre variedades (ver cuadro.3), lo cual resulta lógico tratándose de dos genotipos con reacciones diferentes respecto a esta enfermedad; resulta alentador que entre tratamientos se encontraron diferencias estadísticas, por la contribución de un balance nutritivo adecuado, en la lucha integrada contra algunas enfermedades (Rodríguez, 1983). Lo anterior queda claramente explicado cuando se observa que la Ja60-5 superó en el IC, a C120-78 en casi tres veces; siendo conocido que es esta la causa principal de su demolición (Rodríguez y otros, 1999). La adicción de fertilizantes favoreció una disminución del daño por carbón, lo cual no puede ser subestimado; en tal sentido se ha planteado que la adicción de potasio y en general formulas equilibradas de nutrientes NPK ejercen una positiva influencia en el control de ciertas enfermedades y plagas (Hernández y otros, 1992).

Cuadro.3. Comportamiento del Índice de Infestación del Carbón (I.C.), en los dos Lotes Control

Tratamientos.	I.C.
Testigo.	29.47 a
SERFE.	28.04 b
Doble.	27.63 b
Ja60-5.	36.41 a
C120-78.	5.71 b

Los coeficientes de correlación de rangos de Sperman (ver cuadro.4), hacen notar asociaciones significativas positivas del **I.C.** con el número de los tallos y el volumen; y negativas con la longitud, diámetro y peso de los tallos, así como con el brix, la pureza y la pol, lo cual coincide con la lo reportado por Rodríguez y otros, (1992), y Céspedes y otros, (1998).

Cuadro.4. Asociaciones entre el Carbón y algunas Variables Agroindustriales (rs*)*

Variables.		rs.	Sig.
Agrícolas.	**# Tallos.**	0.88	***
	Longitud.	-0.46	*
	Diámetro.	-0.28	NS
	Volumen.	0.50	*
	Peso.	-0.02	NS
	t caña/ha.	0.15	NS
Industriales.	**Brix**	-0.41	*
	Pureza.	-0.72	***
	Pol.	-0.58	**
	t pol/ha.	0.22	NS

*NS No Significativo * Significativo al 5% ** Significativo al 1% *** Significativo al 0.01%.*

Las ganancias por hectárea con la aplicación de las recomendaciones del SERFE en ambos Lotes fue de $ 219.09 y 136.32 con respecto al doble $ -446.81 y 399.96, observándose que la aplicación del doble de fertilizantes produce sensibles pérdidas económicas, en ambos lotes, tal como se advierten en la relación costo/beneficio (C/B), 0.80 y 0.87 en el SERFE, contra 1.47 y 1.35 pesos en la doble, respectivamente; mientras que más de un 15% de incrementos pueden esperarse en estas condiciones cuando aplicamos correctamente los nutrientes. Al considerar que los resultados presentados reflejan el comportamiento medio de las plantaciones de su tipo en todo el territorio holguinero en los años 1998 y 1999, inferimos el pronóstico de ganancia para el CAI Nicaragua y toda la región, es decir, que la aplicación de las recomendaciones del SERFE propiciará obtener más de dos millones de pesos por aumento del tonelaje de caña, respecto a cuando no se fertiliza resultando la apreciable cifra del 15% por control del carbón en el CAI. Respecto a la provincia Holguín, él pronostico seria de más de 15 millones de pesos por encima del testigo no fertilizado y más del 12 % corresponde a beneficio por concepto del control del ***Ustílago Scitamínea*, Sydow**.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. 1. Las Recomendaciones del SERFE dieron ganancias en ambos Lotes $ 219.09 y 136.32 con respecto al doble $ -446.81 y 399.96 respectivamente; ganancia de $ 2 millones para el CAI Nicaragua en los años 1998-1999 con la aplicación de las dosis Recomendada por el SERFE solo para estas variedades y cepa por lo que se elevaría a más de 15 millones en la provincia.
2. 2. Fertilizar los campos con las dosis y portadores recomendados por el SERFE, cumpliéndose estrictamente con lo orientado por el mismos. Formulas equilibradas de fertilizantes contribuyen al control del carbón.

REFERENCIAS

Cabrera, R. A. y Libia A. Libia. (1999): Capítulo I Generalidades sobre la nutrición de la caña de azúcar; Capítulo II manejo de los fertilizantes sobre bases económicas. En: *Fundamentos técnicos-económicos para el uso de fertilizantes y enmiendas en caña de azúcar*. INICA. Habana. Cuba.

Céspedes, M., J. Rodríguez, L. Cabrera, Edith Guardia y Annia Corrales. (1994): Situación del Carbón (***Ustilago scitaminae***, **Sydow),** en áreas cañeras de la provincia Holguín desde el período 1993-1996. *Forum de Ciencia y Técnica* XII, provincial. Holguín.

Céspedes M. J. Rodríguez, O. Contreras, L. Cabrera, Edith Guardia, Annia Corrales y M. Cruz (1998): El Carbón en el Período 1995-1998 en áreas Cañeras de la Provincia Holguín.

Chinea Martín, A. y Eida L. Rodríguez Lema (1994): Enfermedades de la caña de azúcar. INICA.

Fernández A. y Col (1999): Los Lotes Controles; eslabón fundamental del Servicio de Recomendaciones de Fertilizantes y Enmiendas en el cultivo de la caña de azúcar.

Hernández C. A. F. Barroso, J. Rodríguez, J. Barroso y M. Dueñas (1992): Influencia de la Fertilización en el Daño Producido por Puccinia Melanocephala, Sydow a dos Variedades Susceptibles de Caña de Azúcar.

James, C. (1972): "A sunmary of varietal resistance rating to smut in Rhodesia 1963-1971. *Sugarcane Pathologist´s Newsletler.* pp 8:14.

Rodríguez, J y O. Contreras P. (1992): Comportamiento del Carbón de la Caña de Azúcar (Ustilago Scitaminea, Sydow) en la Provincia de Holguín durante el periodo 87-91 III *Jornada Cient. de la EPICA* " Mayarí" en su 40 Aniversario Mecanografiado.

Rodríguez. J, (1993): Influencia de la Fertilización NPK en La Incidencia de la Roya de la Caña de Azúcar (Proyecto de Trabajo INICA).

Rodríguez, J.y O. Contreras (1994): Daños del Carbón de la caña de azúcar sobre los retoños de variedades comerciales en Holguín durante el período 1989-1992. Resúmenes *Jornada Científica del INICA*. V, Habana. Cuba.

Rodríguez J. A. Argota, A. Batista, O. Contreras, O. Ramírez, Edith. Guardia (1999): Lucha integrada contra enfermedades Plagas y Malezas en el CAI " Fernando de Dios". Macroproyecto "Reloj". *Informe Técnico*.

INFLUENCIA DEL CULTIVO CONTINUADO SOBRE LAS CARACTERISTICAS QUIMICAS DEL SUELO Y EL RENDIMIENTO DE LA CAÑA DE AZUCAR

Osorio Peña, Nilva *
Castro Pérez, Sergio Dr *
Rodríguez Torres, Sixto **

*EPICA Las Tunas. Carretera Central Km 18 ½ . Majibacoa
E-mail: epicalt@ltunas.inf.cu
**CITMA Las Tunas

ABSTRACT

The results two experiments were evaluated with different levels, one of match and one of potassium, as continuity of studies of long duration Vertisols has more than enough in the Experimental Blok of Lora with the objetive of determining the influence that it has more than enough the yield and the chemical characteristics of the floor has the continuous cultivation. They were significant diferences between the variable t caña/ha and t pol/ha having better behabior the treatments where it was applied 50 kg/ha of P_2O_5 and K_2O being casual considered answers. On The content of P_2O_5 and K_2O in the soil a negative influence of the cultivation was not observed continued in one period bigger then 15 years.

INTRODUCCIÓN

El rendimiento de un cultivo es producto de su constitución genética y de los factores ambientales, siendo el suministro de nutrientes uno de esos factores que aplicados en el momento y en cantidades adecuadas traen consigo su incremento. En Las Tunas se plantaron en los años 1979-1980 experimentos de campo, correspondientes a estudios de larga duración, con el fin de evaluar la productividad de los mismos bajo condiciones de cultivo continuado y diferentes dosis de fertilizantes. En 1999, correspondiendo a su quinto ciclo, se plantaron dos experimentos desarrollados sobre parcelas que han pasado los cuatro ciclos anteriores de cultivo continuado con el objetivo de detectar la influencia que sobre el rendimiento y los contenidos de Fósforo y Potasio en el suelo ha tenido el cultivo continuado.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se plantaron dos experimentos de fertilizantes correspondientes al quinto ciclo en el Bloque Experimental de Lora, CAI Jesús Menéndez, como continuidad de los estudios de larga duración que se han mantenido bajo las mismas condiciones de suelo y clima sin

aplicarle ningún fertilizante a las parcelas testigos (0 absoluto). Se empleó la variedad C120-78 y los distinguió que durante todo su ciclo el cultivo recibió todas las atenciones culturales necesarias para su buen desarrollo.

Fueron plantados sobre un suelo Oscuro plástico gleysoso negro-grisáceo (Vertisols) con un diseño cuadrado latino (7X7). Se utilizaron los resultados de las muestras de suelo tomadas en diferentes momentos hasta el cuarto ciclo. Estas fueron tomadas a una profundidad de 0-20 cm y los análisis se realizaron siguiendo las Normas Metodológicas del Departamento de Suelos y Agroquímica del INICA. La fertilización se hizo de forma manual en el fondo del surco en el momento de la plantación. Se emplearon como portadores Urea, Superfosfato triple y Cloruro de Potasio. Las dosis para P fueron 0 absoluto, 0, 25, 50, 100, 125, y 200 kg ha^{-1} P_2O_5, con fondo fijo de 120 kg ha^{-1} N, 120 kg ha^{-1} K_2O y para el K 0 absoluto, 0, 50, 75,100,125 y 200 kg ha^{-1} K_2O con fondo fijo de 120 kg ha^{-1} N y 50 kg ha^{-1} P_2O_5. El experimento de fósforo fue plantado en junio/1999 y cosechado en marzo/2001 y el de Potasio se plantó en diciembre/1999, su cosecha fue realizada en marzo/2000. Siempre que se replantearon los experimentos los tratamientos se ubicaron en el mismo lugar donde estaban anteriormente. Los análisis de varianza se realizaron con el paquete estadístico STATITCF

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En los resultados de análisis de varianza para las tres variables de cosecha en ambos experimentos se observó (Tabla 1) en t caña/ha y t pol/ha tanto para el experimento de P_2O_5 como el de K_2O se encontraron diferencias altamente significativas entre tratamientos mientras que las diferencias para el porcentaje de pol en caña fueron solo al 5 % en el experimento de P_2O_5 y no significativas en el otro. Estos resultados corroboran que el mayor efecto de los fertilizantes mayores ocurre sobre el rendimiento agrícola tal como ha reportado Sulroca, (1995) y que a su vez las t caña/ha tienen una determinación muy fuerte sobre las t pol/ha en coincidencia con lo planteado por Castro, (1992).

Tabla 1. Resultados de los ANDEVA de los experimentos de P_2O_5 y K_2O.

F.V	G.L	Experimento P_2O_5						Experimento K_2O					
		Caña t ha^{-1}		Pol %Caña		T Pol ha^{-1}		Caña t ha^{-1}		Pol%Caña		T Pol ha^{-1}	
		CM	Sig.	CM	Sig.	CM	Sig.	CM	Sig.	CM	Sig.	CM	Sig.
TTO	6	359.11	***	0.85	*	15.98	***	321.98	***	0.08	NS	8.71	***
Fila	6	38.30	NS	0.54	NS	1.04	NS	132.96	**	0.13	NS	4.75	***
Col	6	53.56	NS	0.16	NS	0.78	NS	41.86		0.13	NS	0.88	
Error	30	25.98		0.29		2.98		26.83		0.21		0.90	
Total	48	72.61		0.37		1.21		78.87		0.17		2.36	
X		132.03		17.16		22.67		102.54		17.56		18.00	
DE		5.10		0.54		1.10		5.18		0.45		0.95	
CV		3.9		3.1		4.9		5.1		2.6		5.3	

Para analizar como se comportaron las diferencias entre los tratamientos en el Experimento de P_2O_5, se confeccionó la tabla 2 donde puede observarse que para t caña/ha

todos los tratamientos donde se aplicó el nutrimento resultaron superiores que ambos testigos donde no se aplicó destacándose que el caso donde se aplicó 50 kg /ha, fue superior a 75 kg/ha y similar a los demás. Se puede observar también que entre ambos testigos resultó superior el que, sin recibir fósforo, fue fertilizado con nitrógeno y K_2O como fondo a razón de 120 kg ha^{-1} y 120 kg ha^{-1} respectivamente al igual que los demás tratamientos indicando que las mejores respuestas se encontraron cuando progresivamente se fueron incorporando al suelo más elementos nutritivos. Aunque por los análisis de suelo (tabla 4) todas las parcelas del experimento se encontraban con contenidos por encima de los niveles críticos reportados, al parecer la aplicación de fertilizantes facilita su aprovechamiento por la planta logrando un mayor desarrollo. En el porcentaje de pol en caña las diferencias fueron solo al 5 % por lo que se observa una gran similitud entre los tratamientos, solo el caso de 25 kg/ha que resultó inferior a 50 kg/ha pero ambos se agrupan con todos los demás y su repercusión sobre las t pol/ha fue menos ya que éstos se comportaron de forma muy similar a las t caña/ha. En resumen los mejores resultados fueron alcanzados por el tratamiento de 50 kg/ha^{-1} y los peores por el testigo que no recibió ningún fertilizante.

Tabla 2. Resultados obtenidos con la fertilización fosfórica en caña planta (quinto ciclo)

$P_2 O_5$			
Tratamientos	**Pol % Caña**	**Caña t/ha^{-1}**	**Pol t/ha^{-1}**
I 0 Absoluto	16.93 ab	118.10 d	20.01 c
II 0 Comparación	17.01 ab	129.10 c	21.96 b
III 25 kg. / ha^{-1}	16.82 b	133.56 abc	22.47 b
IV 50 kg. / ha^{-1}	17.79 a	140.11 a	24.93 a
V 75 kg. / ha^{-1}	17.13 ab	132.08 bc	22.59 b
VI 100 kg. / ha^{-1}	17.49 ab	133.27 abc	23.31 b
VII 125 Kg. / ha^{-1}	16.97 ab	138.03 ab	23.41 b
F. Cal	2.96	13.82	13.22
C.V %	3.1 %	3.9 %	4.9 %

En la tabla 3 se muestran las medias alcanzadas por cada tratamiento para las tres variables de cosecha del experimento de K_2O. En t caña/ha todos los tratamientos resultaron superiores al testigo, sin ningún fertilizante y similares al testigo que contó con un fondo de nitrógeno y fósforo excepto cuando se aplicó 50 kg/ha de K_2O, tratamiento que resultó superior a todos los demás. El patrón de comportamiento de las t pol/ha fue muy similar al de t/caña/ha, solo que el testigo sin fertilizante se compensó con el porcentaje de pol en caña y dejó de ser estadísticamente superior.

Tabla 3. Resultados obtenidos con la fertilización potásica en caña planta (quinto ciclo)

K_2O			
Tratamientos	Pol % Caña	Caña t/ha^{-1}	Pol t/ha^{-1}
I 0 Absoluto	17.69 NS	95.49 c	16.87 b

II 0 Comparación	17.61 NS	103.52 b	18.23 b
III 50 Kg / ha^{-1}	17.47 NS	116.01 a	20.26 a
IV 75 Kg / ha^{-1}	17.40 NS	104.12 b	18.12 b
V 100 Kg / ha^{-1}	17.53 NS	102.03 bc	17.90 b
VI 125 Kg / ha^{-1}	17.70 NS	96.68 bc	17.10 b
VII 200 Kg / ha^{-1}	17.56 NS	99.95 bc	17.54 b
F. Cal	0.41	12.00	9.63
C.V %	2.6 %	5.1 %	5.3 %

El hecho de que el tratamiento de 50 kg/ha de K_2O fuera superior en este experimento no se puede considerar definitiva ya que se ha reportado en las cosechas de caña planta de ciclos anteriores resultados diferentes lo cual puede estar influido por factores que van desde la preparación del suelo hasta la cantidad y distribución de la lluvia que en el caso de las cosechas que aquí se presentan puede considerarse de una mala distribución con periodos alternos de buena lluvia con periodos secos, observándose que los meses de Octubre y Noviembre de 1999 las lluvias fueron altas mientras que al año siguiente fueron muy bajas (López,2001).

En la tabla 5 se presentan los resultados de los análisis de suelo al inicio de tres ciclos, como se observa, las formas asimilables de P_2O_5 en el suelo se fueron incrementando con el aumento de las dosis, de igual forma se comporta para el cultivo continuado en los ciclos haciéndose más marcado en este último caso para las dosis más altas aplicadas anualmente. Este comportamiento está motivado por la baja capacidad buffer fosfórica que presentan estos suelos que no permite un equilibrio inmediato después de realizar grandes extracciones o aplicaciones.

Tabla 4. Contenido de P_2O_5 asimilable del suelo al inicio de tres ciclos (mg /100g $^{-1}$)

1983		**1989**		**1996**	
Dosis kg ha $^{-1}$ P_2O_5	**P_2O_5 mg /100g $^{-1}$**	**Dosis kg ha $^{-1}$ de P_2O_5**	**P_2O_5 mg /100g $^{-1}$**	**Dosis kg ha $^{-1}$ P_2O_5**	**P_2O_5 mg /100g $^{-1}$**
0	5.66	0	5.78	0	5.41
25	7.39	25	6.12	0	4.98
50	8.91	50	7.81	25	6.39
75	8.53	75	8.78	50	7.70
100	9.29	100	10.66	75	10.32
125	7.80	125	11.05	200	12.45
200	7.67	200	8.89	200	11.86

En la tabla 5 se expone la dinámica del K asimilable del suelo en diferentes ciclos con dosis crecientes del fertilizante. Obsérvese que el tratamiento donde no se aplica fertilizante mantiene niveles altos de K asimilable a lo largo de los ciclos, donde se aplica el fertilizante se nota un incremento notable del elemento en el suelo hasta el tercer ciclo, al inicio del cuarto ciclo se nota un descenso por tratamiento que puede estar influenciado por que en la última cosecha del tercer ciclo no se fertilizó por carecer del fertilizante. Rodríguez, (1990) reporta que estos suelos en Las Tunas se encuentran bien abastecidos de K_2O.

Tabla 5. Contenido de K_2O asimilable del suelo al inicio de tres ciclos (mg /100g $^{-1}$)

1985		1988		1996	
Dosis kg ha $^{-1}$ K_2O	**K_2O mg /100 g $^{-1}$**	**Dosis kg ha $^{-1}$ K_2O**	**K_2O mg /100 g $^{-1}$**	**Dosis kg ha $^{-1}$ K_2O**	**K_2O mg /100 g $^{-1}$**
0	0.85	0	0.76	0	0.91
50	0.69	50	0.91	0	0.93
75	0.85	75	1.03	50	0.95
100	0.87	100	1.06	75	1.04
125	0.62	125	1.11	100	0.99
150	0.77	150	1.22	125	1.02
200	0.97	200	1.10	200	1.01

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Se encontraron diferencias altamente significativas entre los tratamientos para las variables t caña / ha y t pol / ha tanto en el experimento de fósforo como en el de potasio.
- En ambos experimentos el tratamiento de 50 kg /ha^{-1} resultó significativamente superior para las variables t caña / ha y t pol / ha, aunque este resultado no constituye una tendencia definitiva.
- En las parcelas donde se plantaron los experimentos no se ha observado deterioro de los contenidos de Fósforo y Potasio manteniéndose por encima de los niveles críticos.
- En el periodo de estudio las lluvias se comportaron con una mala distribución durante los meses del año alternando periodos lluviosos con periodos secos, característico en la zona Norte de la provincia.
- Deben seguirse observando próximas cosechas y ciclos con el objetivo de conocer si existen deterioros tanto en el rendimiento como en los contenidos de nutrientes en el suelo como consecuencias de cultivo continuado.

REFERENCIAS

Castro, P. S. (1992). “Evaluación de ambientes y genotipos de caña de azúcar en la provincia Holguín”. *Tesis para optar por el grado C. Dr. Ciencias Agrícolas*. 114 pp.

INTEGRACIÓN DE ELEMENTOS DE EXTENSIÓN AGRÍCOLA EN EL ESCALADO A LA PRODUCCIÓN DEL BIOMODULADOR ENERPLANT EN CAÑA DE AZÚCAR

De la Torre, Elio R *
Sánchez, Juan F. **
Campos, Jacinto *

*Instituto Nacional de Investigaciones de la Caña de Azúcar. Ave Van-Troi # 17 203 CP 19 210 Boyeros, Cdad. de la Habana, Cuba.
E-mail: elio@inica.edu.cu
**Biotec Internacional S.A de C.V. Ave. Lázaro C. 2400 Pte. Edif. Losoles PB6 San Pedro, Garza García, N.L. México 66260.
E-mail: jsanchez@biotec.com.mx

ABSTRACT

Some theories and practices experience is to explain about crop growing bio-stimulative Enerplant in sugarcane production field in about of 20 000 ha from all over the country. It is integrated some features elements of agricultural extension methods, such as: Fertilizers and Emendations Recommendation of Service (SERFE), Products Evaluation for Procedures (PEP) and recently created Sugarcane Agricultural Extension System (SEACA) below of the National Sugar Cane Research Institute of Cuba (INICA), the records are management using data base information system call Agricultural Experiment System (SIDE), in this project are included a big representation of the sugarcane mill and sugarcane farms. It gives theories and practices elements for complete products evaluation for procedures manual for to extension of growing bio-stimulative in the sugarcane production areas, it is close to relationship between researchers and farmers, with this experience the time is shorter than others agricultural extension methods.

INTRODUCCIÓN

La caña de azúcar como la mayoría de las plantas cultivadas requiere determinadas cantidades de nutrimentos para la obtención de rentables y sostenidas cosechas. Sin embargo no siempre son asimilados por el cultivo las cantidades aplicadas al suelo, aun en las mejores condiciones edafoclimáticas. Ejemplo de ello se muestran en los estudios con nitrógeno 15 que evidencian una utilización del elemento por la planta de un 30 – 50 % del nitrógeno aplicado por los fertilizantes.

El desarrollo tecnológico alcanzado en la actualidad ha provocado la intensificación en la producción de alimentos de forma sostenible, logrando reducir la contaminación

ambiental, provocada por el uso desmedido de agroquímicos de origen mineral de alto poder residual en el suelo y aguas subterráneas, lo que hace impostergable la necesidad de un acercamiento a la implementación de tecnologías limpias en la producción de caña de azúcar.

Tanto es así que el INICA tiene como premisa insertar dentro del actual proceso tecnológico para el cultivo de caña de azúcar, la aplicación directa a las plantaciones de estimuladores biológicos de origen orgánico, con capacidad suficiente de acelerar los principales procesos metabólicos del vegetal, en aras de mejorar y hacer más eficiente la utilización de los nutrimentos por la planta presentes en el suelo, así como los aplicados por los abonos, minerales y orgánicos.

Enerplant ha sido descrito por Biotec Internacional, S.A. de C.V como insumo de nutrición vegetal, obtenido mediante procesos propietarios de extracción a partir de materiales de plantas, destinados ha estimular y hacer más eficiente el complejo proceso nutricional de los cultivos. Sus ingredientes activos están definidos como un conjunto de oligosacáridos, los que contribuyen significativamente en la obtención de rentables y sostenidas cosechas, con absoluta compatibilidad en el medio ambiente.

Propiciar la asimilación y desarrollo de tecnologías novedosas de producción de caña de azúcar, mediante la transferencia, adaptación e implementación de nuevos bioproductos, así como su validación para el manejo integral del cultivo, con énfasis en la optimización de los insumos agrícolas, reducción de los costos de producción y así como los riesgos de contaminación ambiental. Son los principales objetivos para la extensión del bioestimulador del crecimiento Enerplant en áreas comerciales plantadas con caña de azúcar.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para llevar a cabo la extensión del Enerplant en las áreas de producción propuestas por el MINAZ, el Servicio de Evaluación de Agroquímicos del INICA elaboró un proyecto de extensión y/o ampliación, acorde a los objetivos anteriormente descritos, para lograrlo se integraron los elementos técnicos contenidos en los Procedimientos para la Evaluación de Productos en Caña de Azúcar (PEP), las directrices del recién implementado Sistema de Extensión Agrícola para la Caña de Azúcar (SEACA) así como las prácticas metodológicas del Servicio de Recomendaciones de Fertilizantes y Enmiendas (SERFE) para la caña de azúcar, involucrando a todas las instituciones del MINAZ relacionadas con la producción de caña, representadas por las delegaciones provinciales, los CAI y unidades de producción, así como sus respectivos especialistas, técnicos y obreros que participan en la planeación y aplicación de fertilizantes y herbicidas, unido al personal técnico de las estaciones experimentales territoriales y provinciales, aglutinando a investigadores y extensionistas a todos los niveles.

Se estableció un sistema de monitoreo a través de toda la red experimental del INICA capaz de conocer con elementos técnicos la respuesta del cultivo a las aplicaciones de Enerplant, utilizando como sistema automatizado para la captura y procesamiento de la información el Sistema de Experimentos Agrícolas (SIDE).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La tecnología para la aplicación de Enerplant en caña de azúcar fue valorada por la comisión científica del INICA en febrero de 1999 como un resultado parcial, después de analizar los resultados de las 6 provincias donde se estudiaron durante casi 3 años las diferentes variantes del producto para las distintas cepas y variedades de caña de azúcar, con el objetivo de conocer la dosis optima económica, el momento adecuado para su utilización por el cultivo, así como el método o la forma de aplicación más eficiente, de acuerdo con los medios técnicos que se disponen en las unidades de producción destinados para la aplicación de insumos líquidos, herbicidas y pesticidas. Debido a los resultados alcanzados en la prueba de efectividad biológica en caña de azúcar conducidas por el INICA, la dirección del MINAZ en colaboración con Biotec Internacional S.A acordaron en marzo del presente año extender estos resultados en 20 000 ha plantadas con caña de azúcar y 30 ha de arroz, en los principales agroecosistemas cañeros de todas las provincias del país, fundamentalmente en aquellas zonas donde los períodos de sequía son más intensos y prolongados, acorde con los resultados experimentales obtenidos, al igual que en los territorios donde se aplica la fitotecnia para la producción de azúcar orgánica o ecológica. Sin embargo la tarea de llevar a la práctica productiva una nueva experiencia orientada por investigadores, significó que estos procedimientos resultaban insuficientes para cumplir los objetivos propuestos, conociendo de antemano que por primera vez una institución puramente científica daba los primeros pasos en el escalado a la producción de una nueva tecnología, completamente diferente al modo de acción de los herbicidas, plaguicidas y fertilizantes, que tradicionalmente nuestros técnicos y productores conocen, aplican y participan de forma puntual en su evaluación, junto a investigadores y especialistas en los últimos 15 años, aún más cuando históricamente en la agricultura cañera en Cuba no se tiene una cultura técnica en el uso y manejo de fitoreguladores del crecimiento vegetal. Dada la necesidad de encontrar un material guía para comenzar el trabajo de extensión, se consultó el Manual de Procedimientos del SEACA (Zumeta et all, 2001). Encontrándose los métodos y las formas que responden concretamente a como proceder en el proceso de extensión a la producción de una recién generada tecnología, que todavía necesitaba de su validación en la práctica productiva, conducida por sus propios técnicos y obreros.

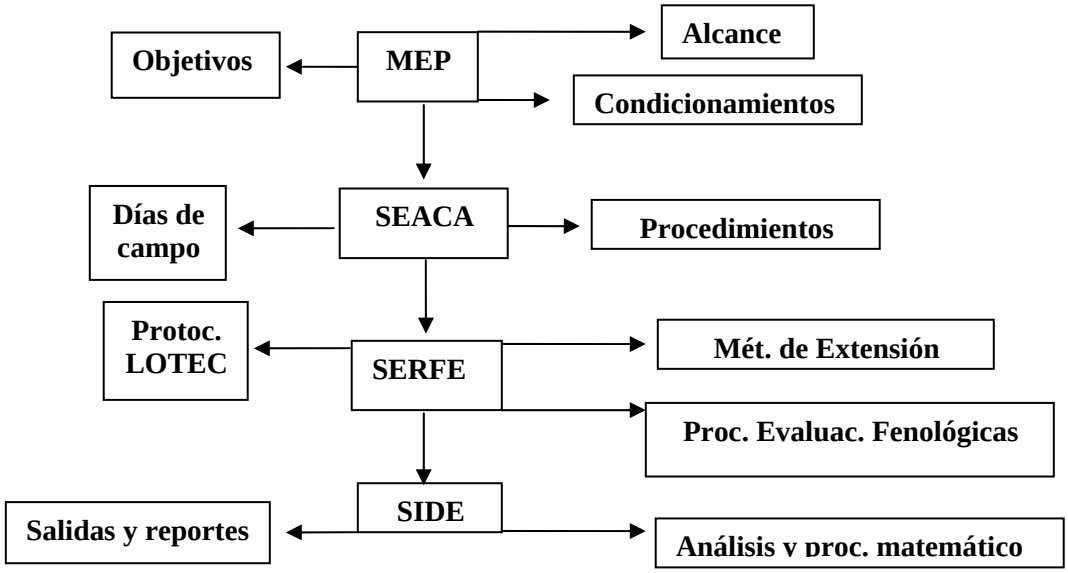


Fig. 1: Integración de elementos técnicos para la extensión del Enerplant a la producción

En la fase inicial se realizaron 5 encuentros técnicos en todo el país, donde se reunieron todas las provincias que conforman los territorios de occidente, centro y oriente. En estos encuentros participaron todos los niveles del sistema MINAZ, incluyendo cañicultores elites, los que en su gran mayoría muestran alto interés por introducir nuevas y mejores prácticas agronómicas en sus áreas de producción. Estos seminarios se realizaron en un ambiente favorable para alcanzar su máxima comprensión por todos los involucrados en el proyecto, ya que los principales protagonistas emitieron sus impresiones y vivencias correspondiente a la etapa inicial de prueba, realizadas en las pequeñas extensiones, lo que posibilitó la utilización de los diferentes métodos de comunicación unido a los distintos canales de recepción de la información. También los investigadores que condujeron los experimentos de efectividad biológica, expusieron sus experiencias prácticas y valoraciones técnicas del bioestimulador, unido a esto se involucraron los extensionistas a todos los niveles en cada uno de los territorios, para lograr hacer más efectiva las relaciones horizontales entre las diferentes áreas de cada estación experimental. Con el objetivo de llevarle a los investigadores y extensionistas de las estaciones provinciales y la producción la mayor información actualizada relacionada con el tema, así como facilitarle los protocolos para el montaje, conducción, evaluación y cosechas, se elaboró el proyecto que contenía la información técnica metodológica necesaria para orientar el trabajo, acompañado de un significativo número de plegables, se realizaron recorridos nacionales para lograr un adecuado chequeo de la marcha del proyecto en los que participan directivos, técnicos y obreros a todos los niveles del MINAZ. Estas actividades pueden considerarse como días de campo en cada una de las provincias, pues con éstas se cumplen los 5 objetivos propuestos por el manual de procedimientos del SEACA (Zumeta *et all,* 2001).

Parcelas demostrativas

Desarrollando el concepto de parcelas demostrativas del SEACA, el SERFE creó los lotes control para evaluar la efectividad técnico-económica de las recomendaciones de fertilizantes así como generar información en cada zona edafoclimática, para que así contribuya al perfeccionamiento en el manejo de los nutrimentos. Integrando ambos criterios técnicos e incluyendo el estudio del efecto sinérgico entre las dosis de fertilizantes minerales y el Enerplant se montaron alrededor de 100 ha de monitoreo distribuidas por todas las áreas cañeras de los ingenios del país. Se introduce un nuevo elemento técnico definido como estaciones de muestreo, las que no dificultan su operatividad en el campo, favoreciendo el rigor técnico para su posterior análisis y procesamiento estadístico.

CONCLUSIONES

- Se brindan los elementos teórico-prácticos para completar los Procedimientos para la Evaluación de Productos en Caña de Azúcar, en cuanto a los ensayos de extensión y/o ampliación de fitoreguladores.
- Se logra una extensión correcta a la producción de la aplicación del Enerplant, integrando los métodos del SEACA, SERFE y MEP.
- A través del extensionismo realizado por el Servicio de Evaluación de Agroquímicos se estrechan las relaciones de trabajo entre investigadores y productores.

RECOMENDACIONES

1. 1. Elaborar una nueva metodología a partir de los elementos técnicos del SEACA y SERFE para la extensión de resultados con el fin de completar el manual de procedimientos de evaluación de productos.
2. 2. Afianzar las relaciones horizontales entre la Unidad de Servicios y el Departamento de Extensión Agrícola del INICA.

REFERENCIAS

Díaz, J.C. (2000): "Procedimientos para la Evaluación de Productos en Caña de Azúcar". INICA-MINAZ, pp: 5.

Menéndez, A. Cabrera, A. y. Campos, J. (1999): " Manual de Procedimientos del SERFE". Capítulo 5, INICA-MINAZ pp: 26-35

Zumeta, V. Quintero, R. Vega, A., y. Otero, I. (2001). "Manual de Procedimientos del Sistema de Extensión Agrícola para la Caña de Azúcar". INICA-MINAZ, 91p

INTERACCIÓN GENOTIPO X AMBIENTE EN LAS VARIEDADES MÁS DESTACADAS DE LA SERIE DE 1986 EN LA PROVINCIA LAS TUNAS.

Bodaño Estrada
Rolando Esteban
Reyes Pérez Enivis
Castro Pérez, Sergio

Estación Provincial de Investigaciones de la Caña de azúcar. Carretera Central Km 81/2. Majibacoa.
E-mail: epicalt@ltunas.inf.cu

ABSTRACT

Results from the 1986 series field experiments planted in cold season in three localities of Las Tunas province: *Majibacoa*, *Jesús Menéndez* y *Amancio Rodríguez* are showed. It was used a trifactorial ANOVA for analyzing t cane/ha and sucrose content data. Eberhart and Russell(1966), R^2 coefficient and Wricke(1962) methods were used for stability determination. The best results were reached by C86-406 variety.

INTRODUCCIÓN

Cada día se hace mas necesario la obtención de nuevas variedades a través del mejoramiento genético, con mayores rendimientos por unidad de área y adaptadas a nuestras condiciones ambientales.

Las variedades de caña de azúcar (Saccharum Spp. Híbrido) que se obtienen actualmente tienen un marcado carácter regional, es decir que para un mismo genotipo puede variar el rendimiento o potencialidad de una región a otra, o ser específica para una localidad o localidades dentro de una región determinada, lo que justifica los estudios multiambientales de variedades y los diversos objetivos que cumplen los programas de mejora actuales, pues resulta necesario tener clasificadas estas localidades y tener caracterizada la variación que en ellas se produce (*Castro*, 1991 y *Vega*, 1993).

Por las razones antes mencionadas el presente trabajo tiene como objetivo analizar el comportamiento de los genotipos mas destacados de la serie de 1986 de Las Tunas bajo diferentes ambientes y la contribución ambiental a la varianza fenotípica total.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó con 4 variedades de la serie de 1986 (C86-402, C86-406, C86-408 y C86-411) y Ja60-5 como testigo, plantadas en 3 experimentos de frío, a los que se le efectuaron 2 cortes (caña Planta y primer retoño), se plantaron en tres localidades de la provincia *Las Tunas*, en los siguientes suelos y fechas de plantación y cosecha.

Tabla 1. Localidades, fechas de plantación, cosecha de los experimentos y precipitaciones

Localidad	Fecha Plantación	Fecha Cosecha		Tipo de Suelo	Precipitaciones (ml)	
		Pla.	Ret.		Pla.	Ret.
Majibacoa (Maj)	18/11/1994	26/02/1996	08/04/1997	Pardo con carbonato	1510.0	1217.8
J. Menéndez (Men)	14/12/1994	25/03/1996	18/04/1997	Oscuro plástico gleysoso negro	2111.6	1271.8
A. Rodríguez (Ama)	09/12/1994	28/03/1996	12/04/1997	Ferralitico rojo	1169.7	1116.7

El diseño experimental empleado fue de bloques completos al azar con cinco réplicas, de 48 m^2. El rendimiento agrícola, tn caña/ ha se determinó por el pesaje directo de todas las parcelas y el porcentaje de pol en caña tomando como muestra un metro lineal por parcela en el momento de la cosecha.

El tratamiento estadístico de los datos se realizó utilizando el paquete estadístico STATITCF. A los datos de cada cosecha se le hizo el análisis de varianza, con el objetivo de realizar el trifactorial de efectos fijos (Genotipo x Localidad x Cepa) a las dos variables en estudio, porcentaje de pol en caña y tn caña/ ha, a través del reagrupamiento de ensayos. Se utilizó la prueba de *Duncan* como método de comparación múltiple de medias. Se empleó el modelo II de efectos aleatorios.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La tabla 2 muestra los resultados del análisis de varianza trifactorial para los caracteres estudiados.

Tabla 2. Resultado del ANOVA trifactorial.

Fuente de Variación	Gl	Tn Caña ha	
		CM	Sig
Variedades (G)	4	31.06	NS
Localidades (L)	2	6878.32	***
Cepa (C)	1	12815.72	***
L x C	2	721.94	***
G x L	8	79.08	**
G x C	4	86.72	**
G x L x C	8	79.62	**
Residuo	187	25.04	-
X			74.07

E.S.			8.92
Efecto Ambiental Efecto de los Genotipos Efecto de G x E			

Se presentan diferencias significativas para todos los factores y sus interacciones, excepto en el factor variedad en la variable tn caña/ ha y las interacciones Variedad x Cepa y Variedad x Localidad x Cepa en la variable porcentaje de pol en caña. *Castro,* (1991), *Jorge,* (1996) .

La mayor contribución a la varianza fenotípica total correspondió a los efectos ambientales en mas de el 94 % para el porcentaje de pol en caña y más de 96 % en tn caña/ ha. El factor de mayor contribución en tn caña/ha fue las cepas, lo que coincide con los resultados obtenidos por *Castro,* (1991), y en porcentaje de pol en caña fue las localidades; hay que hacer notar que la interacción G x E supera la contribución hecha por los genotipos que fue casi nula, lo que demuestra la gran influencia ambiental y el gran contraste entre los ambientes estudiados.

En la localidad de *Majibacoa,* en la cepa caña planta, superaron significativamente al testigo las variedades C86-408, C86-406 y C86-402 y presentó un comportamiento similar a este C86-411. En primer retoño C86-406 superó significativamente al testigo Ja60-5 y se comportaron similares a este C86-411 y C86-402, mientras que C86-408 se comportó significativamente inferior. En *Jesús Menéndez,* en la cepa caña planta C86-408 se presentó similar al testigo e inferiores a este el resto de las variedades. En primer retoño todas se comportaron similares al testigo. Para *Amancio Rodríguez,* en la cepa caña planta todas las variedades fueron similares al testigo con excepción de C86-408, que fue significativamente inferior. En primer retoño todas superaron al testigo.

La variedad que mas se destacó fue C86-406 que manifestó un comportamiento muy bueno en todos los ambientes estudiados, excepto en la localidad de *Jesús Menéndez* en la cepa caña planta.

En la figura 2 observamos el comportamiento de las variedades en las diferentes localidades, en la variable porcentaje de pol en caña.

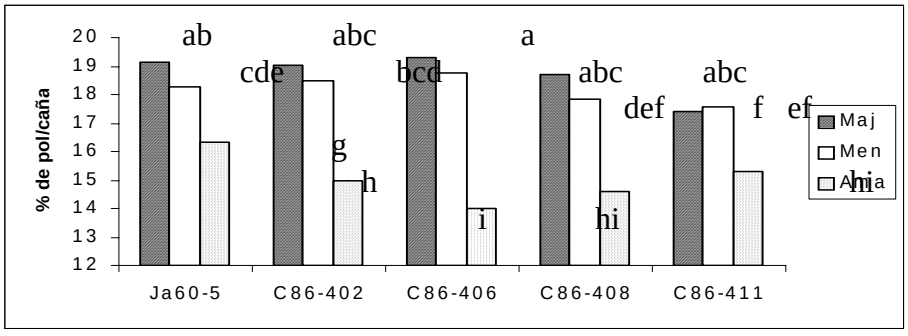


Fig 2. ***Resultados de la interacción Variedad x Localidad (V x L) en la variable porcentaje de pol en caña.***

De forma general en la localidad de *Majibacoa*, todas las variedades formaron grupo con el testigo, exceptuando C86-411que fue significativamente inferior a este. En la localidad de *Jesús Menéndez* ninguna de las variedades presentó diferencias significativas con el testigo, aunque la C86-406 superó significativamente a C86-408 y C86-411.En *Amancio Rodríguez* todas las variedades estudiadas fueron significativamente inferiores al testigo.

En sentido general en las localidades de *Majibacoa* y *Jesús Menéndez* las mejores variedades en cuanto a contenido azucarero resultaron ser C86-406, C86-402 y C86-408 en ese orden de importancia y ninguna se adaptó a la localidad de *Amancio Rodríguez*. Lo que puede estar provocado por el comportamiento de las precipitaciones en ese periodo (tabla 1), ya que en *Majibacoa* y *Jesús Menéndez* tuvieron un comportamiento muy por encima de su media histórica, no siendo así en *Amancio Rodríguez*, que presenta un suelo ferralítico rojo, el cual es muy secante, y sólo alcanzan 1169.7 mm de lluvia, las cuales fueron muy escasas durante los 9 primeros meses de plantado el experimento

En la tabla 3 y 4 se muestran los resultados obtenidos para el análisis de la estabilidad de las variedades.

Tabla 3: Parámetros de estabilidad y(o) adaptabilidad de los genotipos estudiados para la relación tn caña/ ha.

Genotipo	$\bar{x}$	**W**		**b±**	**E.S.**	δ	$\mathbf{R^2}$
Ja60-5 (t)	73.39	382.59	bc	0.86	0.093	N.S.	0.96
C86-402	72.24	46.59	a	1.01	0.046	N.S.	0.99
C86-406	76.17	604.40	c	1.19	0.181	N.S.	0.91
C86-408	76.77	512.61	c	0.80	0.075	N.S.	0.97
C86-411	71.68	73.92	ab	1.05	0.045	N.S.	0.99

Y = 74.05 ± 2.83; (t) Testigo utilizado en los experimentos.
N.S.: No existe diferencia significativa al 5 %.

En toneladas de caña por hectárea (tabla 3) el método de ecovalencia de Wricke (W) indicó que los genotipos C86-402 y C86-411 son las mas estables en los distintos ambientes estudiados, por tener los menores valores de W, también tienden a tener, las menores desviaciones de la linealidad, con el coeficiente de determinación (R^2) se concluyo que los mejores genotipos adaptados son C86-402 y C86-411, presentando los mayores valores. El coeficiente de regresión (b) señala que ninguno de los 5 genotipos presentaron diferencias significativas en la desviación de la linealidad, es decir tienen un comportamiento similar.

Tabla 4: Parámetros de estabilidad y(o) adaptabilidad de los genotipos estudiados para la relación porcentaje de pol en caña*.*

Genotipo	**Y**	**W**		**b±**	**E.S.**	δ	$\mathbf{R^2}$
Ja60-5 (t)	17.78	2.63	a	0.94	0.175	N.S.	0.88
C86-402	16.15	40.86	b	0.32	0.264	N.S.	0.27

C86-406	17.34	10.35	ab	0.62	0.138	*	0.83
C86-408	17.05	4.01	a	0.77	0.138	N.S.	0.89
C86-411	15.09	55.98	b	0.23	0.259	*	0.17

Y = 16.68 ± 0.80; (t) Testigo utilizado en los experimentos;
* Significación al 5 %; N.S.: No existe diferencia significativa al 5 %.

En el análisis del porcentaje de pol en caña (tabla 4), con el método de ecovalencia de Wricke (W) se determinó que los genotipos más estables son C86-408, Ja60-5 (t) y C86-406; para el coeficiente de determinación (R^2) resultaron de igual forma estable los genotipos C86-408, Ja60-5(t) y C86-406, mientras que por el método de Eberhart y Russell, observamos que los genotipos C86-408, Ja60-5 (t), y C86-402 presentan un comportamiento similar, mientras que para el coeficiente de regresión (b) resultaron adaptados a los ambientes mas favorables, los genotipos C86-411 y C86-406.

CONCLUSIONES

— — La variedad de mejor comportamiento agrícola y contenido azucarero es C86-406 en las localidades de *Majibacoa* y *Jesús Menéndez* seguida de C86-402 y C86-408.

— — En la localidad de *Amancio Rodríguez* las variedades del análisis no se adaptaron a este ambiente bajo las condiciones estudiadas.

—— La mayor contribución a la varianza fenotípica total la aportó el factor ambiental con mas del 94 porciento en la variable porcentaje de pol en caña y más del 96 % en la variable tn caña/ ha.

—— Los genotipos C86-402 y C86-411 fueron los mas estables, en los distintos ambientes estudiados, en cuanto a toneladas de caña por hectárea.

—— Las variedades más estables en cuanto al porcentaje de pol en caña fueron C86-408 y Ja60-5 (t) y resultaron adaptados a los ambientes mas favorables C86-411 y C86-406.

RECOMENDACIONES

—— Se propone la variedad C86-406 para las pruebas de validación en áreas de producción, para un grupo más amplio de ambientes.

——— Continuar observando las variedades C86-402 y C86-408.

REFERENCIAS

Castro, S. (1991), "Evaluación de ambiente y genotipos de caña de azúcar en la provincia de Holguín". *Tesis de opción al grado de C. Dr. en ciencias agrícolas.*

Jorge, H. Y Col. (1996). "Interacción genotipo-ambiente en variedades de caña de azúcar en Cienfuegos. Comparación de métodos para la estimación de la estabilidad". *Rev. ATAC.* Enero-Junio, 1996.

Vega, A. (1993). "Evaluación de algunos aspectos relacionado con la etapa intermedia de selección de caña de azúcar". *Tesis de opción al grado de C.Dr. en ciencias agrícolas.*

Wricke, G. (1962). Ubereine Methode Zur Erfassung der o kologistchen in felduersuchen. Z. pfesucht. 47.

LA CACHAZA FILTRO Y CURADA DEL INGENIO SAN JOSÉ ABAJO S.A VERACRUZ, MÉXICO, UNA ALTERNATIVA PARA LA DIVERSIFICACIÓN I: EFECTOS SOBRE LA GERMINACIÓN Y EL RENDIMIENTO AGRÍCOLA E INDUSTRIAL EN CAÑA PLANTA

Balance, María Cecilia **
Lozano, Fernando *
Milanés, Nelson **

*. Ingenio San José Abajo S.A de C.V. Córdoba, Veracruz, México
**. Instituto Nacional de Investigaciones de la Caña de Azúcar de Cuba (INICA)
E-mail: cecilia@inica.edu.cu

ABSTRACT

The phlegm is a residual in form of cake of the process of clarification of the blended juice of the cane of sugar that is produced in the sugarcane mill San José Abajo , S.A of C.V. in a proportion of 3.42 tons of phlegm for each 100 tons of milled cane. In the harvest 1999/2000, was considered that the quantity of fresh phlegm obtained in San José Abajo, S.A of C.V was of 17,818.20 tons.

A study of quality and effect of fresh and cured phlegm about enough germination, agricultural and industrial yield, was made. As well as its possibilities to substitute mineral fertilization, and effect on the environment.

INTRODUCCIÓN

Uno de los mayores retos que enfrenta la industria azucarera mexicana es incrementar sus niveles de productividad, mediante el reto de bajar los costos de producción, para hacerse más competitivos. Sin embargo, esto implica no solamente elevar los rendimientos a través de una mejor operación en la fábrica y un mayor cuidado del campo, sino también un cuidadoso y bien planificado uso de los insumos, así como una tendencia hacia la diversificación de la Agroindustria, con especial énfasis en los coproductos o productos generados durante su procesamiento.

El uso de la cachaza como coproducto generado por el proceso fabril, en la fertilización orgánica está estrechamente ligado a la tendencia mundial de finales de siglo hacia la preservación de los suelos, la biodiversidad, la menor utilización posible de contaminantes químicos y hacia la globalización filosófica del pensamiento humano por el cuidado del medioambiente como un tesoro precioso a preservar para las generaciones futuras.

La cachaza es un residuo en forma de torta del proceso de clarificación del jugo mezclado de la caña de azúcar, que es producida en el Ingenio San José Abajo, S.A de C.V. en una proporción de 3.42 toneladas de cachaza por cada 100 toneladas de caña molida. En la zafra 1999/2000, se estimó que la cantidad de cachaza fresca obtenida en el ingenio fue de 17,818.20 toneladas. En una zafra de 5 millones de t de azúcar, se pueden producir 300 000 toneladas de compost a partir de cachaza y más de 600 000 toneladas si se incluyen cantidades importantes de otros residuales (Velarde, 1999)

La expansión de la producción de compost a partir de cachaza en San José Abajo S.A de C.V, tiene dos destinos posibles:

a) a) La venta a segundos en condiciones ventajosas para los ingenios azucareros
b) b) Autoconsumo con la consiguiente disminución de gastos en la compra de insumos

El objetivo de este trabajo es determinar el efecto sobre la germinación y sobre los rendimientos de campo y fábrica en la caña planta de la zona de influencia del Ingenio San José de Abajo. S. A. de C.V y determinar posible sustitución de fertilización mineral por cachaza húmeda o seca.

MATERIALES Y MÉTODOS

El diseño experimental utilizado fue un bloque al azar con 4 tratamientos y 4 repeticiones, la parcela útil contaba con un área total de 57.6 m^2, la superficie total del experimento era de 2,170.8 m^2. los tratamientos usados fueron T1- testigo, plantación sin cachaza y sin fertilización mineral. T2- Plantación con fertilización mineral convencional. T3- Plantación tapada con 75 ton/há de cachaza fresca. T4- Plantación con 75 ton/há de cachaza descompuesta. La comparación de muestras se efectuó por la prueba de diferencias mínimas significativas, para el caso del rendimiento de campo y de azúcar teórico por hectárea, se realizaron contrastes ortogonales con el propósito de detectar tendencias de comportamiento, diferenciados.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Calidad de las cachazas utilizada en los tratamientos.

En cuanto a las cachazas, los resultados, que aparecen en el cuadro 1 muestra que el % de humedad y los contenidos de materia orgánica son significativamente diferentes entre las cachazas, así como el resto de los elementos, lo cual parece estar determinado por los procesos de fermentación a que estuvo sometida la segunda muestra, resultados similares son reportados por Velarde (1999), trabajando con diferentes períodos de fermentación de las cachazas para el proceso de compostaje.

Cuadro 1. Resultados de los análisis de muestras de cachaza tomados del Ingenio San José Abajo. S.A. de C.V

	Cachaza filtro	Cachaza curada	c.v %	sx	sign.
% Humedad	77.72	33.85	12.75	0.35	**
% Nitrógeno Total	0.84	0.98	6.21	1.95	*
% Fósforo	1.00	0.87	9.23	2.13	*
% Potasio	0.10	0.10	0.0	0.0	N.S
% Calcio	1.71	2.66	10.13	2.21	*
% Magnesio	0.43	0.39	3.93	1.41	*
Relac. C/N	12.40	10.53	5.75	2.63	*
PH	5.85	6.25	6.12	2.31	
Materia Orgánica	17.92	20.24	13.21	0.62	**

Efectos de la fertilización mineral y orgánica sobre la germinación

Como puede apreciarse en el cuadro 2 y figura 1 del análisis de varianza de la variable germinación medida en los cuatro tratamientos del experimento, se encontraron valores significativos de germinación entre tratamientos encontrando que el tratamiento IV de 75 Tn/ha de cachaza curada favoreció la germinación, lo cuál concuerda con lo reportado por Arzola(1996) y Operadora Agropecuaria La tribu, S.A de C.V (1998) que reportaron resultados similares para las condiciones de México. La cachaza contiene elevados porcentajes de humedad en su constitución física, lo que proporciona al suelo y a la semilla excelentes condiciones para la germinación, además de favorecer como es conocido la estructura del suelo, volviéndolo más friable y suelto, condiciones estas que sumadas a la anterior establecen un micro ambiente favorable para una buena germinación.

C.V %	12.3
Sx	2.21
Sign.	*

Cuadro 2. Efecto de los tratamientos de cachaza sobre germinación a los 45 días

Tratamiento	% de germinación
	45 días
T-I Testigo	35.93 c
T-II Mineral	37.08 c
T-III C. fresca	39.16 b
T-IV C. curada	46.25 a

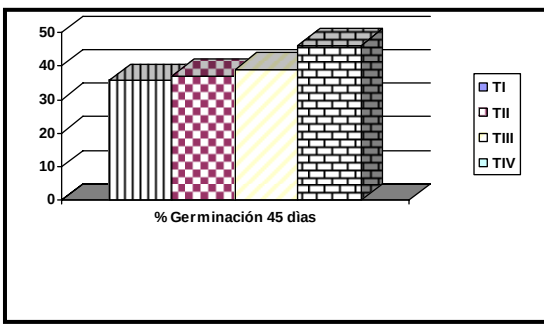


Fig. 1. Efecto de los tratamientos sobre la germinación a los 45 días

Efecto sobre las toneladas de caña por ha y sobre el azúcar teórico /ha

De acuerdo con el análisis realizado no hubo diferencias significativas entre tratamientos, (cuadro 3), lo cual coincide con lo reportado en la literatura internacional con respecto a la no respuesta de la caña planta a la fertilización, motivado, según Villegas y col(1990), Mercado(1999)y Milanés(1998) a las aplicaciones sucesivas durante varios años y ciclos de cultivo sobre el mismo lugar de fertilizantes minerales, así como por la utilización de los restos de cosechas anteriores que quedan en el campo en forma de cenizas, cogollos y otras materias que benefician al suelo, después de cada cosecha. El rendimiento de azúcar teórico por hectárea es producto directo del rendimiento de campo (Mercado,1999), por lo que los resultados son similares a los encontrados para esta variable.

Cuadro 3 Análisis de varianza de las variables del rendimiento de campo y rendimiento azúcar teórico

Tratamientos	**Rendimiento campo ton/ha**	**Rendimiento azúcar teórico pol/ ton/ há**
T-I Testigo	102.11	22.29
T-II Mineral	110.89	24.33
T-III C. fresca	103.34	22.61
T-IV C. curada	113.36	23.62
C.V %	7.05	3.42
Sx	0.46	0.35
Sign.	N.S	N.S

Cuadro 4. Contrastes ortogonales para los caracteres toneladas /ha y Rendimiento de Azúcar Teórico

Carácter	**FV**	**GL**	**SC**	**EFECTO**	**F.CAL**	**PROB**
TM/ há	T IV vs TI	1	3.689	+0.29	0.021	NS
	T IV vs TII	1	4.891	-0.86	0.024	NS
	T IV vs TIII	1	3.568	**+0.39**	0.021	NS
	T III vs TI	1	3.211	+0.11	0.22	NS
	TIII vs TII	1	3.356	-1.25	0.019	NS
Azúcar teórico/ha	T IV vs TI	1	1.256	+0.19	1.62	NS
	T IV vs TII	1	1.348	-1.06	1.56	NS
	T IV vs TIII	1	1.193	**+0.66**	1.47	NS

	T III vs TI	1	1.245	+0.10	1.39	NS
	TIII vs TII	1	1.242	-1.28	1.27	NS

Sin embargo el análisis de los contrastes ortogonales (cuadro 4) para estas variables demostró que precisamente es la utilización de la cachaza fermentada la que proporciona los mayores valores positivos al ser comparada con el tratamiento 0 fertilizante y cachaza cruda. Este resultado nos permite valorar la importancia de la cachaza como un fertilizante alternativo y como una forma de mantener el equilibrio ecológico en los alrededores de los ingenios al poder utilizar estos desechos sólidos en la nutrición de los suelos y en el mejoramiento de su estructura física, trayendo beneficio para los suelos, el medio ambiente y económicos y la consiguiente sostenibilidad del agrosistema cañero mexicano, Martínez (1998), encontró resultados similares con los efectos continuados de diferentes biofertilizantes, donde incluye, las cachazas y la composta, descontando el efecto económico que el uso de la misma introduce al disminuir las cantidades anuales de fertilizantes que deben comprarse.

CONCLUSIONES

Se encontró respuesta a la germinación de la planta, con la utilización de cachaza descompuesta o curada. No hubo respuesta a la fertilización en rendimiento de campo con ninguno de los tratamientos empleados. Se observó tendencias positivas en el incremento del rendimiento de campo y rendimiento industrial con cachaza descompuesta, al usar los contrastes ortogonales.

REFERENCIAS

Arzola, N. (1996). Utilización de fuentes alternativas de nutrientes en la agricultura cañera. *Revista Cañaveral*. No.23, pp. 8-15 Cuba.

Martínez (1998)., ¿Qué es la Biofertilidad? *Revista Agroentorno*. No.11.Fundación Produce, Ver, Jalapa, Ver. México. pp 9-10

Mercado, R.E. (1999). Biofertilización nitrogenada en caña de azúcar en la región de Veracruz Central. *Tesis* en opción al grado de Ms, Córdoba, Veracruz. México.127.

Operadora Agropecuaria La Tribu S.A de C.V. (1998). Guía de uso y aplicación de composta. Tríptico promocional. 4p.

1. 1. Velarde, E. 1999. Perfeccionamiento de máquinas y tecnologías para el compostaje de residuales de la agroindustria azucarera. Informe Final de Proyecto. CITMA. Cuba. 89.
2. 2. Villegas y col. 1990.

LA CALIDAD DE LA SEMILLA: FACTOR DE GRAN IMPORTANCIA EN LA PRODUCCIÓN CAÑERA

Montalván Delgado, Joaquín
Vallina, J.
Pérez Milián, J. R. Dr *
Torres , Isabel

Estación Provincial de Investigaciones de la Caña de Azúcar de Camagüey Apdo. postal 206. Florida. CP 72810. Camagüey. Cuba.
E–mail: director@epica.cm.minaz.cu
* Estación Provincial de Investigaciones de la Caña de Azúcar de Matanzas

ABSTRACT

The yield results, the height, the diameter and the functional bundles of three varieties of sugarcane treated with hot water are shown, by means of the use of individual buds with different combinations of time and temperature. In all cases increments of the analysed variables existed differing significantly of the control. It was demonstrated that the method of tint of the fibrovascular bundles could be used with success to diagnose R.S.D at very low cost. The treatment of 50.5^{o} C/2 hours it seems to be more effective for the purification of the bundles, as well as that varieties can tolerate the presence of the bacteria in their fabrics until certain limits exist (resistance to the colonisation).

INTRODUCCIÓN

Las enfermedades en el cultivo de la caña de azúcar son un gran obstáculo para la obtención de buenos rendimientos agrícolas e industriales en la producción azucarera, por lo que han provocado cuantiosas pérdidas directas e indirectas al cultivo, constituyendo una de las preocupaciones principales de los productores cañeros del mundo.

Se ha demostrado que controlando las enfermedades es posible lograr un considerable incremento de los rendimientos agroindustriales del cultivo, para ello se han probado varios métodos, los mas destacados han sido los tratamientos químicos y térmicos.

El tratamiento térmico parece ser el que mayores perspectivas tiene para el control de las enfermedades del tallo en el cultivo de la caña de azúcar, este puede combinarse con tratamientos químicos cuando existen altos niveles de infestación de la enfermedad.

Se reportan 26 enfermedades de la caña de azúcar que pueden ser trasmitidas por la semilla agámica, de no aplicarse los tratamientos recomendados, en Cuba se reportan 12 de las más importantes (Chinea y Rodríguez, 1994). Estas patologías merecen especial atención en los bancos de semilla, pues es aquí donde deben ser controladas ante el peligro de una rápida diseminación. El tratamiento del material de siembra es fundamental en relación con el control de algunas de estas enfermedades y específicamente la termoterapia es esencial en cualquier esquema de producción de semilla.

Es por ello que en nuestro trabajo nos proponemos demostrar la importancia del tratamiento hidrotérmico para lograr la calidad de la semilla, en aras de incrementar los rendimientos agrícolas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se evaluaron parámetros relacionados con el rendimiento en tres variedades comerciales de caña de azúcar (CP 52-43, Ja 60-5 y C 1051-73), así como el porcentaje de haces fibrovasculares funcionales.

Las variedades, para la siembra fueron tratadas hidrotérmicamente con diferentes combinaciones de tiempo y temperatura y se trataron químicamente con tilt durante 15 minutos. Se utilizaron yemas individuales.

Combinaciones utilizadas:

- 50.5 ^{o}C durante 2 horas (tratamiento convencional).
- 52 ^{o}C durante 30 minutos.
- 53 ^{o}C durante 20 minutos.
- 53 °C durante 30 minutos.
- Testigo sin tratar.

Para determinar el porcentaje de haces funcionales se utilizó la técnica de tinción mediante safranina (Chagas y Tokeshi, 1988) para su posterior conteo al microscopio.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En todos los casos estudiados se pudo observar incrementos en el diámetro y la altura (tabla 1), esto denota claramente que el tratamiento hidrotérmico ejerce una gran influencia en aquellos agentes etiológicos que producen efecto negativo sobre el desarrollo de la planta, ejemplo de estos agentes pudieran ser *Leifsonia xyli* subsp xyli causante del conocido raquitismo de los retoños, *Xanthomonas albilineans* agente causal de la escaldadura foliar, de reciente explosión en algunas variedades comerciales, y otros patógenos que tienen como principal vía de transmisión la semilla. Es por ello que el tratamiento a la semilla, en cualquiera de sus variantes es indispensable en todo programa de producción de semilla, logrando de esta manera una semilla sana y con la calidad requerida para obtener la producción azucarera que nos proponemos. En otros estudios similares se ha encontrado una alta correlación entre la concentración de bacterias y las variables altura, diámetro y población, siendo esta correlación altamente significativa. (Victoria y otros 1995)

Tabla 1: Altura y diámetro de los tallos con y sin tratamiento hidrotérmico.

Tratamiento	Ja60-5		C1051-73		CP52-43	
	Altura (m)	Diámetro (m)	Altura (m)	Diámetro (m)	Altura (m)	Diámetro (m)

Testigo	2.34 b	2.54 c	2.48 b	2.63 b	2.72 a	2.47 a
50.5°C / 2 h.	2.60 ab	3.09 a	2.71 b	3.20 a	2.90 a	2.81 a
52°C / 30 min.	2.56 ab	2.75 bc	2.84 ab	2.88 ab	2.95 a	2.80 a
53°C / 20 min.	2.61 ab	2.99 a	2.83 ab	2.88 ab	2.94 a	2.81 a
53°C / 30 min.	2.70 a	2.95 ab	3.09 a	2.90 ab	2.96 a	2.84 a

Letras diferentes difieren significativamente.

En la tabla 2 se pueden apreciar los resultados alcanzados al analizar los haces funcionales y el rendimiento. El porcentaje de haces funcionales se incrementó en las parcelas tratadas aunque nunca llega a ser del 100 %, lo que denota que aún existen organismos capaces de obstruir los vasos del xilema, quedando demostrada la importancia de los tratamientos seriados. El número de haces funcionales puede brindarnos información sobre el estatus de afectación de la variedad y por ende su posibilidad de ser usada como semilla. A mayor porcentaje de haces funcionales mayor calidad de la semilla, existiendo además diversidad genética en la resistencia al RSD. (Roach, B. T., 1992 y Comstock y otros, 1996).

Tabla 2. Porcentaje de haces funcionales y rendimientos obtenidos en las diferentes variantes

Tratamiento	Ja60-5		C1051-73		CP52-43	
	% haces funcionales	Rendimiento (T/Ha)	% haces funcionales	Rendimiento (T/Ha)	% haces funcionales	Rendimiento (T/Ha)
testigo	64.95 d	86.34 c	67.77 c	100.28 c	55.12 c	150.22 a
50.5°C / 2 h.	85.67 a	173.60 a	87.23 a	160.76 ab	80.80 a	198.27 a
52°C / 30 min.	74.52 c	130.84 b	77.46 b	183.78 a	78.70 a	190.09 a
53°C / 20 min.	79.42 b	127.16 b	77.67 b	170.36 ab	69.77 b	184.07 a
53°C / 30 min.	80.24 b	134.63 b	80.98 b	119.83 bc	75.70 ab	189.36 a

Letras diferentes difieren significativamente.

Al analizar el rendimiento se puede apreciar que en todos los casos existieron incrementos sustanciales de hasta 87 ton/ha en el caso de la Ja60-5 quedando demostrado la importancia del saneo de la semilla para obtener buenos rendimientos.

Las enfermedades pueden provocar las mayores pérdidas entre los productores, pues algunas pueden estar presentes sin ser notadas, como es el caso del raquitismo y sus pérdidas pueden oscilar entre el 10 y el 60 %.

Es bueno señalar que la declinación del rendimiento puede ser causada por diferentes factores interactuantes, entre ellos podemos mencionar: pobre nutrición, deterioro de la estructura del suelo, incremento de la salinidad, plagas, etc., por lo que aparejado al tratamiento de la semilla tienen peso importante las buenas atenciones culturales.

CONCLUSIONES

- El tratamiento hidrotérmico tiene marcada influencia en la purificación de los haces fibrovasculares y el incremento de las variables relacionadas con el rendimiento agrícola (altura y grosor).
- La calidad de la semilla influye de manera positiva en los rendimientos a obtener.

REFERENCIAS

Chagas, P. R. y H. Tokeshi (1988). "Método alternativo de coloracao do xilema do raquitismo da soqueira em caña de acucar (* 1). *Brasil Acucareiro*. Río de Janeiro Vol. 106(4)

Chinea, A y E. Rodríguez. (1994). "Enfermedades de la caña de azúcar". Ediciones IMAGO. INICA. 100p

Comstock, J. C.; J. M. Shine Jr ; M J. Davis y J. L. Dean (1996). "Relación entre la resistencia a la colonización de Clavibacter xyli subsp xyli en caña de azúcar y la propagación del raquitismo de los retoños dentro del campo". *Enfermedades de las plantas* Vol.80, pp. 704-708

Roach, B. T. (1992). "Susceptibilidad al raquitismo de los retoños en el complejo saccharum y factibilidad de la mejora para la resistencia. *Caña de Azúcar* Vol. 3, pp. 1-11

Victoria, J. I. , M L. Guzmán; J. C. Angel and C. Cassalett (1995). "Yield decrease doe to rattoon stunting disease of sugar cane in Colombia". In: *Congress ISSCT*., XXII Biology programs. Preprints not for quotation. Biology sep. Colombia. Cenicaña Apdo aéreo No. 9138. Cali pp 172 -178

LA CALIDAD DE LA SEMILLA: FACTOR DE GRAN IMPORTANCIA EN LA PRODUCCIÓN CAÑERA

Montalván Delgado, Joaquín
Vallina, J.
Pérez Milián, J. R. Dr *
Torres , Isabel

Estación Provincial de Investigaciones de la Caña de Azúcar de Camagüey Apdo. postal 206. Florida. CP 72810. Camagüey. Cuba.
E–mail: director@epica.cm.minaz.cu
* Estación Provincial de Investigaciones de la Caña de Azúcar de Matanzas

ABSTRACT

The yield results, the height, the diameter and the functional bundles of three varieties of sugarcane treated with hot water are shown, by means of the use of individual buds with different combinations of time and temperature. In all cases increments of the analysed variables existed differing significantly of the control. It was demonstrated that the method of tint of the fibrovascular bundles could be used with success to diagnose R.S.D at very low cost. The treatment of 50.5^{o} C/2 hours it seems to be more effective for the purification of the bundles, as well as that varieties can tolerate the presence of the bacteria in their fabrics until certain limits exist (resistance to the colonisation).

INTRODUCCIÓN

Las enfermedades en el cultivo de la caña de azúcar son un gran obstáculo para la obtención de buenos rendimientos agrícolas e industriales en la producción azucarera, por lo que han provocado cuantiosas pérdidas directas e indirectas al cultivo, constituyendo una de las preocupaciones principales de los productores cañeros del mundo.

Se ha demostrado que controlando las enfermedades es posible lograr un considerable incremento de los rendimientos agroindustriales del cultivo, para ello se han probado varios métodos, los mas destacados han sido los tratamientos químicos y térmicos.

El tratamiento térmico parece ser el que mayores perspectivas tiene para el control de las enfermedades del tallo en el cultivo de la caña de azúcar, este puede combinarse con tratamientos químicos cuando existen altos niveles de infestación de la enfermedad.

Se reportan 26 enfermedades de la caña de azúcar que pueden ser trasmitidas por la semilla agámica, de no aplicarse los tratamientos recomendados, en Cuba se reportan 12 de las más importantes (Chinea y Rodríguez, 1994). Estas patologías merecen especial atención en los bancos de semilla, pues es aquí donde deben ser controladas ante el peligro de una rápida diseminación. El tratamiento del material de siembra es fundamental en relación con el control de algunas de estas enfermedades y específicamente la termoterapia es esencial en cualquier esquema de producción de semilla.

Es por ello que en nuestro trabajo nos proponemos demostrar la importancia del tratamiento hidrotérmico para lograr la calidad de la semilla, en aras de incrementar los rendimientos agrícolas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se evaluaron parámetros relacionados con el rendimiento en tres variedades comerciales de caña de azúcar (CP 52-43, Ja 60-5 y C 1051-73), así como el porcentaje de haces fibrovasculares funcionales.

Las variedades, para la siembra fueron tratadas hidrotérmicamente con diferentes combinaciones de tiempo y temperatura y se trataron químicamente con tilt durante 15 minutos. Se utilizaron yemas individuales.

Combinaciones utilizadas:

- 50.5 ^{o}C durante 2 horas (tratamiento convencional).
- 52 ^{o}C durante 30 minutos.
- 53 ^{o}C durante 20 minutos.
- 53 °C durante 30 minutos.
- Testigo sin tratar.

Para determinar el porcentaje de haces funcionales se utilizó la técnica de tinción mediante safranina (Chagas y Tokeshi, 1988) para su posterior conteo al microscopio.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En todos los casos estudiados se pudo observar incrementos en el diámetro y la altura (tabla 1), esto denota claramente que el tratamiento hidrotérmico ejerce una gran influencia en aquellos agentes etiológicos que producen efecto negativo sobre el desarrollo de la planta, ejemplo de estos agentes pudieran ser *Leifsonia xyli* subsp xyli causante del conocido raquitismo de los retoños, *Xanthomonas albilineans* agente causal de la escaldadura foliar, de reciente explosión en algunas variedades comerciales, y otros patógenos que tienen como principal vía de transmisión la semilla. Es por ello que el tratamiento a la semilla, en cualquiera de sus variantes es indispensable en todo programa de producción de semilla, logrando de esta manera una semilla sana y con la calidad requerida para obtener la producción azucarera que nos proponemos. En otros estudios similares se ha encontrado una alta correlación entre la concentración de bacterias y las variables altura, diámetro y población, siendo esta correlación altamente significativa. (Victoria y otros 1995)

Tabla 1: Altura y diámetro de los tallos con y sin tratamiento hidrotérmico.

Tratamiento	Ja60-5		C1051-73		CP52-43	
	Altura (m)	Diámetro (m)	Altura (m)	Diámetro (m)	Altura (m)	Diámetro (m)

Testigo	2.34 b	2.54 c	2.48 b	2.63 b	2.72 a	2.47 a
50.5°C / 2 h.	2.60 ab	3.09 a	2.71 b	3.20 a	2.90 a	2.81 a
52°C / 30 min.	2.56 ab	2.75 bc	2.84 ab	2.88 ab	2.95 a	2.80 a
53°C / 20 min.	2.61 ab	2.99 a	2.83 ab	2.88 ab	2.94 a	2.81 a
53°C / 30 min.	2.70 a	2.95 ab	3.09 a	2.90 ab	2.96 a	2.84 a

Letras diferentes difieren significativamente.

En la tabla 2 se pueden apreciar los resultados alcanzados al analizar los haces funcionales y el rendimiento. El porcentaje de haces funcionales se incrementó en las parcelas tratadas aunque nunca llega a ser del 100 %, lo que denota que aún existen organismos capaces de obstruir los vasos del xilema, quedando demostrada la importancia de los tratamientos seriados. El número de haces funcionales puede brindarnos información sobre el estatus de afectación de la variedad y por ende su posibilidad de ser usada como semilla. A mayor porcentaje de haces funcionales mayor calidad de la semilla, existiendo además diversidad genética en la resistencia al RSD. (Roach, B. T., 1992 y Comstock y otros, 1996).

Tabla 2. Porcentaje de haces funcionales y rendimientos obtenidos en las diferentes variantes

Tratamiento	Ja60-5		C1051-73		CP52-43	
	% haces funcionales	Rendimiento (T/Ha)	% haces funcionales	Rendimiento (T/Ha)	% haces funcionales	Rendimiento (T/Ha)
testigo	64.95 d	86.34 c	67.77 c	100.28 c	55.12 c	150.22 a
50.5°C / 2 h.	85.67 a	173.60 a	87.23 a	160.76 ab	80.80 a	198.27 a
52°C / 30 min.	74.52 c	130.84 b	77.46 b	183.78 a	78.70 a	190.09 a
53°C / 20 min.	79.42 b	127.16 b	77.67 b	170.36 ab	69.77 b	184.07 a
53°C / 30 min.	80.24 b	134.63 b	80.98 b	119.83 bc	75.70 ab	189.36 a

Letras diferentes difieren significativamente.

Al analizar el rendimiento se puede apreciar que en todos los casos existieron incrementos sustanciales de hasta 87 ton/ha en el caso de la Ja60-5 quedando demostrado la importancia del saneo de la semilla para obtener buenos rendimientos.

Las enfermedades pueden provocar las mayores pérdidas entre los productores, pues algunas pueden estar presentes sin ser notadas, como es el caso del raquitismo y sus pérdidas pueden oscilar entre el 10 y el 60 %.

Es bueno señalar que la declinación del rendimiento puede ser causada por diferentes factores interactuantes, entre ellos podemos mencionar: pobre nutrición, deterioro de la estructura del suelo, incremento de la salinidad, plagas, etc., por lo que aparejado al tratamiento de la semilla tienen peso importante las buenas atenciones culturales.

CONCLUSIONES

- El tratamiento hidrotérmico tiene marcada influencia en la purificación de los haces fibrovasculares y el incremento de las variables relacionadas con el rendimiento agrícola (altura y grosor).
- La calidad de la semilla influye de manera positiva en los rendimientos a obtener.

REFERENCIAS

Chagas, P. R. y H. Tokeshi (1988). "Método alternativo de coloracao do xilema do raquitismo da soqueira em caña de acucar (* 1). *Brasil Acucareiro*. Río de Janeiro Vol. 106(4)

Chinea, A y E. Rodríguez. (1994). "Enfermedades de la caña de azúcar". Ediciones IMAGO. INICA. 100p

Comstock, J. C.; J. M. Shine Jr ; M J. Davis y J. L. Dean (1996). "Relación entre la resistencia a la colonización de Clavibacter xyli subsp xyli en caña de azúcar y la propagación del raquitismo de los retoños dentro del campo". *Enfermedades de las plantas* Vol.80, pp. 704-708

Roach, B. T. (1992). "Susceptibilidad al raquitismo de los retoños en el complejo saccharum y factibilidad de la mejora para la resistencia. *Caña de Azúcar* Vol. 3, pp. 1-11

Victoria, J. I. , M L. Guzmán; J. C. Angel and C. Cassalett (1995). "Yield decrease doe to rattoon stunting disease of sugar cane in Colombia". In: *Congress ISSCT*., XXII Biology programs. Preprints not for quotation. Biology sep. Colombia. Cenicaña Apdo aéreo No. 9138. Cali pp 172 -178

LA EXTENSIÓN AGRÍCOLA UN ESLABÓN EN LA RECUPERACIÓN CAÑERA EN CUBA

Sao Peña, Elia *
Quintero Campos, R. **
Bodaño Estrada, R. *
Reyes Pérez, Enivis *
Pupo Labrada, E. *
Osorio Peña, Nilva *
Castro , S. *
Guntín Morales, P. *
Rodríguez Estrada, L. *
Farias, E. *
Tejeda Marrero V,. *
Peña ,R. *
Fonseca Peña, E. *.

*Estación Provincial de Investigaciones de la Caña de azúcar. Carretera Central Km 81/2. Majibacoa.
E-mail: epicalt@ltunas.inf.cu
**Instituto Nacional de Investigaciones de la Caña de Azúcar.

RESUMEN

El trabajo recoge los resultados obtenidos en la implementación del Sistema de Extensión Agrícola en la agricultura cañera en la provincia Las Tunas, para lo cual se creó la Comisión Agrícola del Consejo Técnico Asesor en la provincia y Complejos agroindustriales, este lo conformaron investigadores y especialistas dela Estación Provincial de Investigaciones de la Caña de Azúcar, especialistas dela delegación provincial del MINAZ, Complejos agroindustriales y productores. La primera tarea que se desarrollo fue la realización de los Diagnósticos Rápidos Participativos para determinar las limitantes que afectaban el proceso técnico productivo, a partir de la solución que se proponía se confeccionó el plan de extensión de las unidades y CAI, tanto a corto como a mediano plazo. Los principales métodos de extensión empleados fueron el montaje de parcelas demostrativas, la ejecución de días de campo, visita a productores y su capacitación a través de conferencias, seminarios, cursos cortos, entrega de plegables, folletos, etc. Como resultados de la implementación del sistema se obtuvo un incremento en la introducción de nuevas tecnologías como es el uso del laboreo localizado de los suelos, las variedades energéticas, introducción de nuevas variedades, cobertura de paja, y otras. Se logró en el período de un año la adopción de nuevas tecnologías por parte de los productores lo que conllevó a un ahorro de recursos, energía y a un incrementó en los rendimientos agrícolas; aumentó la interrelación investigación-producción. Los productores se sintieron motivados y atraídos hacia las posibilidades que les ofrece el sistema de extensión agrícola.

INTRODUCCIÓN

La caña de azúcar constituye en Cuba nuestro principal cultivo, desde hace varios años este ha sufrido un decrecimiento gradual en sus rendimientos y en estos momentos se encuentra a niveles muy bajos comparados con los obtenidos históricamente en nuestro país y con los que muestran en la actualidad otros países cultivadores de caña en el mundo.

El incremento de los rendimientos agrícolas se puede alcanzar por varias vías una que se ha usado en nuestro país durante estos años es el aumento del áreas dedicada al cultivo, pero es reconocido por estudios realizados que una de las principales formas que conducen a un aumento de los rendimientos agrícolas y la rentabilidad de la gestión productiva cañera está en la introducción de nuevas tecnologías y la adopción de prácticas que por diferentes razones no se aplican en la producción.

En Cuba es necesario señalar que al margen de los esfuerzos que puedan haber tenido lugar el nivel de incidencia de los resultados de la investigación en los volúmenes de producción obtenidos no ha registrado los impactos esperados, considerándose insuficientes los vínculos e identificación logrados entre los productores y los investigadores.

Hasta el año 1999 una gran parte de los resultados obtenidos por la investigación no fueron introducidos en la producción por no responder a las inquietudes objetivas de los productores y además por no contar con el mecanismo adecuado para llegar con estos resultados hasta cada productor y demostrarle en la práctica las posibilidades reales que le ofrecía cada tecnología recomendada, Atkinson et al (1983) plantearon que “el productor es proclive a adoptar una nueva tecnología cuando puede ensayarla en funcionamiento...”.

En el mundo la introducción de los resultados de la investigación en la producción se logra a través de los “Sistemas de Extensión Agrícola”, tomando en cada país el nombre o estando ubicado de acuerdo a las particularidades de cada una de ellos pero siendo creados con el mismo fin, introducir las nuevas tecnologías en la producción para lograr mayores resultados productivos. Según Van den Ban (1988) “su tarea es cambiar el modo de pensar de los agricultores que, consiguientemente, pueden definir los cambios en sus explotaciones,.... las organizaciones de extensión pueden jugar un papel importante en enseñar y ayudar eficazmente a los agricultores a organizarse ellos mismos..”. Evenson (1986) destacó que las inversiones realizadas por los diferentes estados están relacionados con incrementos en la producción agrícola.

El Ministerio del Azúcar y el Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar (INICA) en Cuba trabaja desde el año 1999 en crear para nuestro “Sistema de extensión agrícola para la agricultura cañera” (SEACA) este trabajo tiene como objetivo exponer los resultados de la implementación del SEACA en la provincia Las Tunas.

MATERIALES Y MÉTODOS

La implementación del Sistema de Extensión Agrícola en Las Tunas comenzó en Marzo del año 2000 y este trabajo muestra los resultados obtenidos desde este momento y hasta septiembre del 2001. El mismo fue desarrollado en los 7 Complejos Agroindustriales (CAI) de la provincia.

El primer paso fue la introducción de los objetivos del trabajo de extensión en las Comisiones Agrícolas del Consejo Técnico Asesor (CACTA), tanto a nivel provincial

como de cada CAI nutriéndose los mismos de los especialistas de mayor experiencia, investigadores y productores.

La primera tarea que ejecutaron los CACTA de cada CAI fue la selección de las unidades de referencia las que se tomarían como punto de extensión y donde se iniciaría la introducción de las nuevas tecnologías. Como primera etapa del trabajo con estas unidades se les realizó un Diagnóstico Rápido Participativo por un grupo multidisciplinario de especialistas con el objetivo de determinar las limitantes que afectaban el proceso técnico productivo. Basado en estas limitantes se confeccionó el plan de extensión con el objetivo de darle solucionar cada una de ellas a corto, mediano y largo plazo dependiendo de sí se contaba o no con la tecnología que la resolviera, de no tener respuesta para alguna inmediatamente era pasada a la investigación para buscarle solución en el menor plazo posible.

Para obtener las limitante que afectaban a cada CAI se realizó este mismo proceso en el resto de las unidades permitiendo esto confeccionar el plan de extensión a corto y mediano plazo. Como principales armas de trabajo para darle solución a aquellas limitantes encontradas que dependían de la introducción de nuevas tecnologías a la aplicación correcta de las ya existentes se ejecutaron:

- Parcelas demostrativas
- Días de campo
- Jardines de variedades
- Cursos cortos
- Conferencias, seminarios.
- Visitas a productores

En cada Unidad de Referencia (UR) o unidad donde se montó alguna experiencia de extensión se abrió un expediente con el objetivo de recoger toda la información necesaria para después de realizar el análisis y discusión de los resultados obtenidos, poder llegar a tomar decisiones dentro del marco de las CACTA.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Con el resultado del DRP se efectúo en cada unidad un taller participativo con todos los miembros de la misma conformándose el plan de extensión para darle solución a cada limitante encontrada.

Principales limitantes que afectaban el proceso técnico productivo en las Unidades Productoras de Caña:

- Despoblación en las plantaciones como consecuencia de una mala agrotecnia.
- Inadecuada composición varietal.
- Desconocimiento de los productores de los resultados de científico técnico por la insuficiente capacitación.

Después del intercambio con los productores y coincidiendo con lo planteado por March (2000) se determinó que una forma efectiva de lograr la introducción de las nuevas tecnologías y que fueran rápidamente aceptados era la ejecución de parcelas demostrativas en las UR, unidades o productores independientes que constituyeran el ejemplo del resto

por los resultados productivos que lograban, seleccionando siempre aquellos que tuvieran la media en recursos materiales respecto al resto de las unidades productoras de caña.

Se montaron parcelas demostrativas de las siguientes temáticas:

- Siembra y resiembra
- Preparación de suelos localizada
- Fertilización (Empleo de cachaza, ceniza)
- Cobertura de paja
- Variedades
- Rotación de cultivos
- Cultivo intercalado
- Aplicación de nuevos herbicidas, maduradores y estimuladores del crecimiento.
- Empleo de medios biológicos para el combate de plagas y enfermedades.
- Riego y drenaje de los suelos.
- Cosecha.
- Cultivo

En la solución de las limitantes encontradas una tarea importante que tenía el Sistema de Extensión para lograr el acercamiento a los productores y la adopción por estos de las nuevas tecnologías era lograr la mayor capacitación posible por lo que durante el período se organizaron cursos cortos, seminarios, conferencias y la entrega de materiales para su posterior consulta a la hora de implantarla en sus áreas. La tabla (1) refleja la capacitación impartida a los productores tanto por investigadores de la Estación Provincial de Investigaciones de la Caña de Azúcar (EPICA) de Las Tunas como por especialistas de la delegación del MINAZ en la provincia y los CAI.

Tabla 1. Capacitación efectuada a los productores con el objetivo de aumentar sus conocimientos sobre el uso y manejo de las nuevas tecnologías.

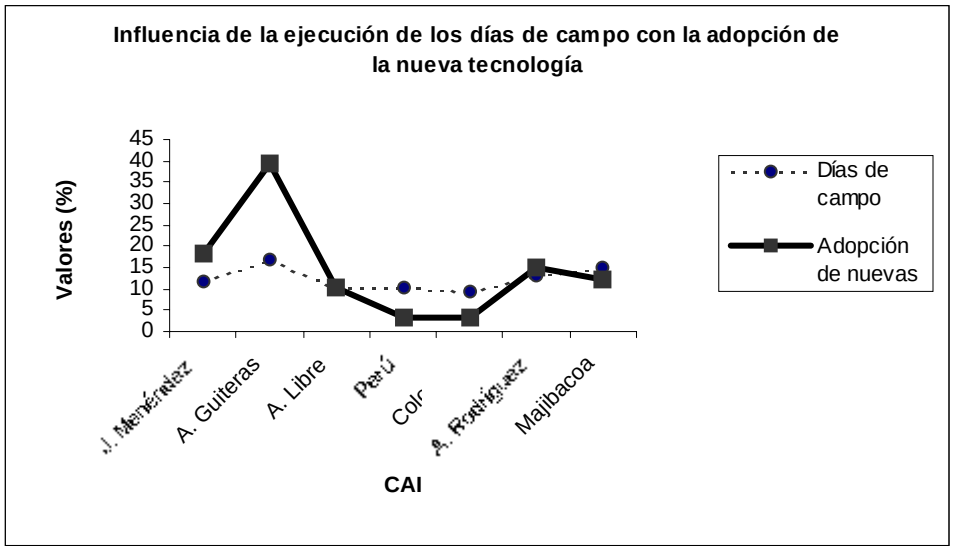
CAI	Seminarios	Cursos cortos	Conferencias	Eventos con productores
J. Menéndez	10	2	12	1
A. Guiteras	12	3	12	1
A. Libre	8	1	9	1
Perú	7	1	8	1
Colombia	7	1	10	1
A. Rodríguez	8	2	12	1
Majibacoa	8	2	12	1
Provincia	60	12	75	11

Una forma importante de lograr la capacitación de los productores era lograr que cada uno de ellos contara en las unidades con una pequeña biblioteca de consulta, con este fin se le confeccionó y entregó a los productores manuales, plegables, instructivos, revistas, libros, folletos, etc. que cada mes se le va incrementando con la confección de nuevos plegables o documentos de acuerdo a la temática que se imparte en los días de campo. Según Kuiper y Roling (1991) una forma importante de lograr que los agricultores cambien su modo de pensar y como consiguiente puedan decidir los cambios en sus explotaciones

agrarias es lograr su constante documentación e información sobre los nuevos resultados a aplicar.

Se considera por las encuestas realizadas a los productores que una de las formas más efectivas y de mayor participación de los productores son los días de campo ya que aquí tienen la posibilidad de comprobar en la práctica los resultados de la aplicación de una determinada tecnología, permite llegarle a un mayor número de productores y que al estar todos reunidos cada uno sea capaz de trasmitir su experiencia o resultado y lograr un debate ameno que siempre logra el consenso entre estos en las ventajas o desventajas que brinda la nueva tecnología.

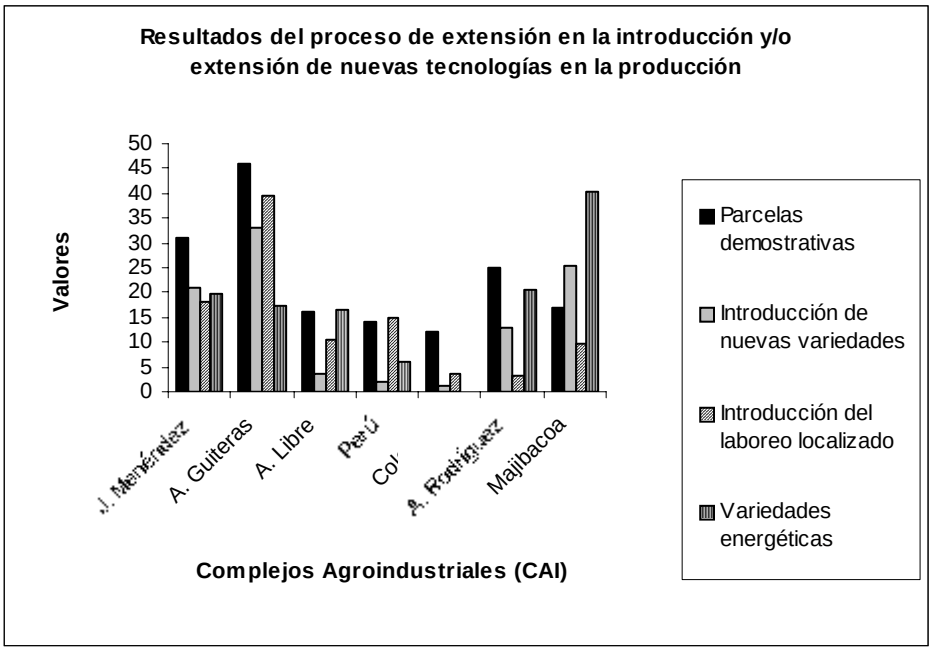
Gráfico : Influencia de los días de campo e la adopción de las nuevas tecnologías.



El montaje de cada parcela demostrativa sirvió como temática para efectuar días de campo donde se contó con la participación de todos los productores de cada CAI lo que permitió que cada uno tuviera la oportunidad de ver en la práctica como se aplicaba cada tecnología, evacuar las dudas que surgieran. Destacando que además se les entregó a cada uno un plegable o instructivo con las instrucciones necesarias para ejecutar cada tecnología posteriormente en sus áreas.

A cada parcela demostrativa se le creó un expediente con todos los datos de las evaluaciones periódicas que se le realizaron. Luego con los resultados finales de cada una se efectuaron talleres con todos los productores en el marco de las reuniones de las CACTA, exponiéndoles estos resultados, lo que resultó un medio efectivo en la toma de decisión para la adopción y generalización de la tecnología. Como se observa en el gráfico que aparece a continuación aquellos CAI donde se montaron mayor número de parcelas demostrativas es donde mayor incremento hubo en la introducción de nuevas tecnologías como es el laboreo localizado de suelos, el uso de las variedades energéticas y la introducción de nuevas variedades.

Gráfico : Resultados del proceso de introducción y/o extensión de nuevas tecnologías en la producción.



CONCLUSIONES

1. 1. El proceso de extensión agrícola logra llegar hasta los productores con las nuevas tecnologías.
2. 2. Mediante el proceso de extensión agrícola se logra poner los resultados de la investigación en función de la producción.
3. **3.** El sistema de extensión agrícola permite determinar de forma rápida cuales son los problemas de la producción sobre los cuales la investigación debe trabajar para darle solución. Existe una retroalimentación investigación-producción y viceversa.
4. **4.** Las parcelas demostrativas y los días de campo constituyen métodos efectivos para dar a conocer entre los productores las ventajas y la forma de aplicar las nuevas tecnologías que se quieren introducir o adecuar el uso de las ya existentes.

REFERENCIAS

Evenson, R. E. (1986). "The economics of agricultural extension" En.. *Investing in rural extension: Strategies and goals*. pp: 65-87

Kuiper, D. y Roling, N. G. (1991. The Edited Proceeding of the European Seminar on knowledge and information of the technology. Agricultural University.

March, E. (2000) Curso sobre Extensión Agrícola. Folleto para extensionistas.

Van den Ban, A. W. y Hawkings, H. S. (1988) "Extensión Agrícola". Blackwell Science Ltd. De la edición en lengua española. Editorial Acribia.

LA PLANTACION POR RIZOMAS. UNA TECNOLOGIA DE MINIMOS GASTOS

Pérez Hernández, Maryoris
Espinosa Alonso, Alejo
Gómez , Irán
Rodríguez Rodríguez, Sergio
Ojeda Hernández, Eulalia
Pérez Reyes, Yaritza
González Domínguez, Jesús

Estación Provincial de Investigaciones de la Caña de Azúcar. Ciego de Ávila. Carretera Ciego – Venezuela. km 14 ½. Venezuela. Ciego de Ávila.
Email: correo@epica.ca.minaz.cu

ABSTRACT

The main objective of this investigation is to determine the expensive for the technology application for rhizomes plantation. In order to analyze it, some typical soils of agriculture an industrial united called Enrique Varona placed in Ciego de Avila, these soils are vertisoils for doing this two technologies were developed (traditional plantation and rhizome plantation). We can say that the most effective and economical viable is the one able to combine the rhizome sectioner simultaneously, undersoil - plower and handy workers, the sowing cost for rhizome allow us to save 4 033.80 $ / cab. so if we make a comparison using the traditional plantation cost, we can increase the production value for 2 774.4 $ cab., the consumption value is saved as 71.3 %, it means that using the necessary oil for planting one cab. using the traditional way we can set ups 3.4 cab. using the rhizome plantation this are not used, so it allows us to increase the cane volume available for molling, beside that we can take care of our enviroment using the minimum revving localized.

INTRODUCCIÓN

En 1884 el destacado científico cubano Alvaro Reynoso publicó un artículo titulado "Plantación anual de los tallos subterráneos de la caña", en esa publicación expresó:

"En todos los países cultivadores de caña, las nuevas plantaciones son costosas porque a ellas se destinan parte de las buenas cañas que así no se aprovechan para la fabricación".
"Las yemas del tallo subterráneo algunas veces están tan asombrosamente constituidas y alimentadas, que ninguna yema del tallo aéreo puede comparárseles".

"Si fuera necesario para la causa que defendemos, podríamos hacer presente que el principal procedimiento empleado por la naturaleza para multiplicar la caña, es el desarrollo de las yemas del tallo subterráneo".
"La yema del tallo subterráneo, en punto a su germinación se encuentra en el mismo caso que la yema del aéreo, por su desarrollo puede originar la más frondosa macolla, igual en todo a la que provenga de una yema del tallo aéreo".
"Así es que la producción de caña va decreciendo cada año en el mismo campo al punto que finalmente bien consideradas las cosas concluyen las cosechas o por no pagar los costos de producción o la tonelada de caña sale a un precio tan elevado que apenas proporciona el más miserable beneficio. A pesar de la resiembra hay que demoler el campo al cabo de cierto número de años y proceder a su nueva plantación".

En esta breve reseña del artículo publicado, se exponen las razones que Reynoso tuvo en cuenta para argumentar la necesidad de realizar la plantación utilizando rizomas. Por la fecha en que se publicó pensamos que haya sido el primer artículo publicado en los países cañeros sobre ésta temática.

En las últimas décadas de este siglo se han conocido algunos reportes sobre la siembra con rizomas, en 1964 se iniciaron trabajos de plantación con rizomas en la Estación Experimental de Everglades, Florida USA, para disminuir el daño de las heladas, para este fin, no se obtuvieron los resultados deseados. En 1982 el investigador Brasileño Rubismar Stolf defendió con éxito su tesis de Doctorado titulada "Transplante de soqueira de caña-de-acúcar como técnica de renovocao da cultura" concluyendo que al utilizar rizomas se obtenían rendimientos agroindustriales similares a cuando se plantaba con trozos, en 1993 Jorge Loyo en el rancho cañero Tangamanga del ingenio San Cristóbal en el Estado de Veracruz, México, realizó la plantación en dos campos utilizando rizomas, obteniendo iguales niveles de producción a los plantados con trozos en los tres cortes realizados.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se escogieron dos campos típicos en la UBPC Arabal del CAI Enrique Varona de la provincia Ciego de Ávila, donde el suelo es Oscuro Plástico Gleysoso Negro, la fecha de plantación fue la segunda quincena de Marzo de 1995 y la cosecha en la primera quincena de Marzo de 1996, en cada campo se dejaron 10 surcos de retoño para comparar.

Para buscar una variante que fuera efectiva y económicamente viable, se desarrollaron cuatro tecnologías, siendo la más adecuada, la que combina simultáneamente, el seccionador de rizomas, el subsolador surcador y los obreros manuales.

Esta tecnología se puso a punto en el segundo semestre de 1994 probándose en diferentes tipos de suelos y en 1995 se plantaron en tres lugares diferentes, cinco campos típicos, demostrando sus ventajas técnico - económicas.

La tecnología consta de las siguientes operaciones***:***

Extracción y seccionado de los rizomas: Con implemento seccionador de rizomas y tractor T 150 k o DT75.

Surcado: Con implemento subsolador - surcador (Sudafricano) y MTZ 80.

Reubicación manual de los rizomas: Los obreros se disponen en línea en el surco, separados a una distancia de 15 a 25 metros según la disponibilidad, cada obrero planta en el área asignada desplazándose de forma lateral en el campo.
Se pueden situar obreros en dos surcos del mismo campo, para trabajar en amelgas con los equipos y así aumentar el ritmo de siembra.
Compactación o tape de los rizomas: Después de reubicados los rizomas, se compactan con los neumáticos de un tractor (MTZ 80 o Junz-6) y posteriormente se tapan con grada múltiple con una sección de discos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de la cosecha que se realizó con KTP-2 y camiones Kamaz se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 1. Comparación de la producción agrícola de los rizomas con cosechas de plantaciones realizadas por trozos

	@/cab.	t / ha
Producción de rizomas	67 438	57.1
Producción de retoños	42 883	36.3
Producción año anterior	37 800	32.0
Producción primavera (86-90)	50 200	42.5

El área de rizomas produjo 24 555 @ más que en el retoño que le dio origen y 29 638 @ más que el año anterior por lo que se puede afirmar que es una verdadera reposición de cepas.

Para comparar con la plantación de trozos utilizamos el récord de rendimiento del 86-90 siendo este superado en 17 238 @ por la plantación de rizomas.

Este incremento de la producción con relación al retoño estuvo dado fundamentalmente por el incremento del peso de los tallos que en los rizomas fue de 0.98 Kg / t y en el retoño 0.77 Kg / t.

ANÁLISIS ECONÓMICO

Se tomó como base de cálculo la producción lograda en la siembra con rizoma (67 438 @ / cab.) y el promedio de las primaveras del año molidas por el CAI en el período 86-90 (50 200 @ / cab.) obteniéndose los siguientes valores

Valor de la producción en siembra por rizomas..... 10 934.4 $ / cab.
Valor de la producción en las primaveras (86-90) ..... 8 160.0 $ / cab.
Diferencia ..... 774.4 $ / cab.

Al evaluar el gasto de combustible de estos equipos y compararlos con el método tradicional de preparación de suelos y plantaciones se tuvo el siguiente resultado:

Tabla 2. Consumo de combustible necesario para la preparación de suelos y plantaciones por cada método.

	Gal. / cab.	l / ha
Plantación con rizomas	220.1	61.9
Plantación tradicional	766.9	216.0
Ahorro	546.8	154.1

Se ahorra el 71.3 % del combustible, o lo que es lo mismo, con el combustible que se planta 1.0 cab. por la vía tradicional se plantan 3.4 cab. por rizomas.

Los resultados alcanzados desde el punto de vista económico lo analizamos por el costo de la inversión y por los valores de la producción obtenidos, comparados con los rendimientos promedios de las primaveras del año período 86-90.

La siembra con rizomas reduce considerablemente los costos de la inversión dado en lo fundamental por realizar laboreo mínimo en la preparación de suelo y por no consumir semilla.

Comportándose los valores de la siguiente forma:

Costo de la siembra tradicional ..... 6 144.9 $ / cab.
Costo de la siembra por rizomas ..... 2 111.1 $ / cab.
Ahorro ..... 4 033.8 $ / cab.

Con un 34 % del costo de la siembra tradicional se hace la de rizomas, es decir, con el costo de una caballería tradicional se hacen 2.9 cab. de rizomas.

Como se observa la siembra con rizomas tiene más bajo costo de inversión y mayor valor de la producción, esto último por los rendimientos logrados.

Si tenemos en cuenta el valor de la inversión se puede plantear que con el mismo gasto se puede reducir el ciclo de reposición y por esa vía lograr un incremento del rendimiento por área lo cual repercute directamente en la disminución del costo de producción.

Azúcar de la Semilla

Una de las grandes ventajas que tiene este sistema de plantación es, no usar tallos aéreos que pueden usarse después en la cosecha, como enunciara Reynoso en 1884.

Asumiendo que en la provincia Ciego de Ávila se realizase una plantación con rizomas en un 50 % del área a plantar cada año eso implica llevar a producción un aproximado de 250.0 cab. ubicadas en los mejores suelos y casi todas de regadío por lo que calculando un rendimiento de 80 000 @ / cab. se producirían 20.0 millones de arrobas de caña que a un rendimiento industrial de 10.95 % que es el promedio del 76-90 en la provincia se pueden producir 24 886 t de azúcar cada año.

Calculado para el país este valor alcanza un aproximado de 230.000 t de azúcar anuales que a 240.0 USD la tonelada daría 55.2 millones de USD.

CONCLUSIONES

- Con el combustible que se planta 1.0 cab. con tallos aéreos se plantan 3.4 cab. con rizomas.

- La plantación por rizomas es una forma de reponer las cepas sin generar áreas vacías.
- No se utilizan tallos aéreos, incrementando el volumen de caña a moler y de azúcar a producir.
- El acortamiento del ciclo de reposición, algo posible con la plantación de rizomas, incrementa el rendimiento.
- Es una forma de cuidar el medio ambiente por utilizarse el laboreo mínimo localizado.

-

-

REFERENCIAS

Reynoso, A. (1853). Ensayo sobre el cultivo de la caña de azúcar. Habana. 4a ed. pp.467-496

Stolf, R. (1982). “Trasplante de Soqueira de cana de acúcar(Saccharum spp.) como técnica de renovacao de cultura.” *Tese de Doctor em Agronomía*. Piracicaba SP. 119p. .

-

LA PRODUCCIÓN DE VARIEDADES DE CAÑA DE AZÚCAR. RETOS PARA EL PRESENTE MILENIO

González Acosta , Rolando M Dr
Tomeu de Miranda Ángela Dr
Jorge Suárez ,Héctor Dr
Santana Aguilar, Ignacio
Vega Rivero, Armando Dr.

Instituto Nacional de Investigaciones de la Caña de Azúcar .Ave Van Troi No 17203. Boyeros. Ciudad de la Habana. Cuba.
E-mail: rolando@inica.edu.cu

ABSTRACT

With the objective of maximizing the benefits to obtain in sugar industry diversification process, is important to consider the necessity to have appropriate cane varieties for different purposes. Presently article is made a revision of the strategies that are adopting to face the new industry focuses in the breeding program, so that the characteristics of the varieties that are obtained satisfy the current requirements of the product. Next to the analysis of the results up to now obtained, elements are exposed to face presently millennium the production of varieties with a view to the sugar production (obtaining of genotypes of high sugar content and precocious maturation, of varieties for stress conditions: drought, bad drainage and salinity, and resistance to main diseases) and vegetable biomass production of (animal feeding and energy production).

INTRODUCCIÓN

Los importantes pasos dados en las últimas décadas hacia la diversificación del empleo del azúcar, permiten pronosticar que en el presente milenio este producto continuará formando parte esencial de la alimentación del hombre. Su empleo como alimento directo o indirecto, junto a las nuevas aplicaciones no alimenticias, han incrementado su importancia en la industria. Hay que agregar además los nuevos retos que se plantean referentes a los tipos de azúcar, los que son enfrentados ya por algunos países productores. Es por ello que en nuestros días resulta imposible concebir un mundo sin azúcar, o con reducidas producciones azucareras en un futuro.

Todo este proceso de diversificación en uno u otro sentido deberá llevarse a cabo, en primer lugar, sobre la base de disponer de variedades de caña adecuadas para los diferentes propósitos. Se considera de mucho interés, por tanto, revisar cómo los trabajos de fitomejoramiento se están adaptando para enfrentar los nuevos enfoques de la industria, de manera que las características de las variedades que se obtengan satisfagan los requerimientos actuales del producto.

TRABAJOS DE FITOMEJORAMIENTO CON VISTAS A LA PRODUCCIÓN DE AZÚCAR

Producción de variedades de alto contenido azucarero y maduración precoz

La introducción a la práctica productiva de variedades con un contenido de sacarosa relativamente alto durante los meses de noviembre y diciembre, época en que se desarrolla la denominada "zafra chica", no sólo significa la posibilidad de garantizar un comienzo temprano y estable en este período tan problemático respecto al comportamiento azucarero, como consecuencia de ello se obtienen beneficios económicos adicionales por concepto de una más eficiente utilización de la infraestructura involucrada en la cosecha, transporte y operaciones de molida en la industria (Cox *et al.*, 1990).

En Cuba, hasta el año 1990, los intentos realizados en la selección de variedades con estas características no se encontraban debidamente priorizados, existiendo referencias de la insuficiencia de genotipos para iniciar zafras en la estructura de variedades y la necesidad de realizar un programa integral de mejoramiento genético para enfrentar este grave problema (Gálvez, 1992).

Para solucionar esta limitante se estableció un nuevo esquema de selección (Bernal et al., 1994) y se elaboró un proyecto de investigación para el desarrollo de una línea de mejoramiento y la obtención de variedades de alto contenido azucarero y de maduración temprana, los principales resultados del mismo presentados por González (2000), se refieren a la gran utilidad del método de selección recurrente como herramienta para el mejoramiento del contenido azucarero en época temprana bajo las condiciones de Cuba, y se reportan los valores máximos de variabilidad y heredabilidad en los meses más incipientes del período de maduración (noviembre y diciembre), momento en el que se obtendrán mayores ganancias genética.

La acumulación de sacarosa puede ser parcialmente manipulada por los fitomejoradores y agricultores para maximizar las dimensiones de los procesos de producción de azúcares (a través de la actividad fotosintética), y los de su consumo. El saldo entre lo producido y lo consumido por el cultivo en cada etapa del ciclo, se reflejará en el nivel de sacarosa almacenada, especialmente en los tallos (Romero *et al.*, 1996).

Producción de variedades para condiciones de estrés (sequía, mal drenaje y salinidad

En Cuba unas 220 000 ha. de caña de azúcar (12.2 % del total) se encuentran ubicadas en suelos pobres, secantes y con diferentes niveles de salinidad, condiciones que inciden de forma negativa en la obtención de buenos rendimientos agrícolas. Sobre ellos y durante varios años, se han explotado diferentes variedades comerciales de caña sin lograr alcanzar todos los resultados esperados. En la actualidad, se desarrollan Proyectos de investigación para la selección de cultivares para estas condiciones específicas, y recientemente, se ha recomendado un grupo de nuevas variedades que se desarrollan satisfactoriamente bajo estas condiciones y que alcanzan ya una superficie de 80 027.34 ha distribuidas en diferentes regiones del país (tabla 1).

Por otra parte, el 24.4 % del área cañera nacional (440 000 ha), está plantada en suelos con deficientes condiciones de drenaje, concentrándose la mayor superficie en las provincias de Villa Clara, Sancti Spiritus, Ciego de Ávila y Granma, donde la variedad

Ja60-5 ocupaba el mayor porcentaje del área. Para dar respuesta a estas condiciones, también se está desarrollando un Proyecto de investigación que tiene como principal objetivo desarrollar un programa de mejoramiento genético para la obtención de variedades tolerantes a condiciones de sobre-humedecimiento. En la actualidad se desarrollan principalmente, 7 nuevas variedades que ocupan 12725.87 ha. Así mismo, se ha comprobado que otras variedades recomendadas para zonas secas presentan buenos resultados en suelos alta hidromorfía (tabla 2).

Se impulsa aceleradamente la posibilidad de incrementar el volumen de semilla de estas nuevas variedades y su distribución a los diferentes territorios del país.

El correcto manejo y explotación de estas variedades, junto a la rápida apropiación de las derivadas de los programas de mejoramiento con fines específicos, sin lugar a dudas, contribuirá al incremento de la producción agrícola.

Tabla 1. Variedades recomendadas para suelos pobres, secantes y zonas de bajo y normal régimen pluviométrico

	ÁREA (HA)						RESISTENCIA	
VARIEDAD	**1995**	**%**	**1997**	**%**	**1999**	**%**	**ROYA**	**CARBÓN**
C86-503	494.0	26.6	15 472.0	62.3	50 321.07	62.8	R	R
Co997	1 015.0	54.6	2 952.0	11.9	10 676.3	13.3	R	R
C86-12	2.0	0.1	290.0	1.2	4 552.94	5.69	R	R
C90-501	-	-	20.0	0.08	1 520.37	1.9	R	R
C111-79	258.0	13.9	2 174.0	8.71	2 266.06	2.83	R	S
B80250	46.7	2.5	2 165.0	8.7	6 262.96	7.8	R	R
C138-77	37.4	2.0	1 066.0	4.3	1 820.02	2.27	R	R
C86-456	5.1	0.3	201.0	0.8	1 877.06	2.34	R	R
C86-502	1.0	0.05	505.0	2.0	730.56	0.9	R	R
TOTAL	1 859.2	100.0	24 845	100.0	80 027.34	100.0	-	-

Tabla 2. Variedades recomendadas para suelos de mal drenaje interno

	ÁREA (HA)						RESISTENCIA	
VARIEDAD	**1995**	**%**	**1997**	**%**	**1999**	**%**	**ROYA**	**CARBÓN**
Co997	4.8	9.0	6 018.0	83.9	1 727.2	21.0	R	R
C137-81	36.8	69.2	687.0	9.6	3 106.6	37.7	R	R
C91-301	-	-	87.0	1.2	1 997.9	24.3	R	R
C86-456	5.1	9.6	201.0	2.8	630.0	7.6	R	R
C132-81	6.3	11.8	108.0	1.5	513.7	6.2	R	R
C128-83	0.1	0.2	57.0	0.8	147.6	1.8	R	R
C85-212	0.03	0.1	13.0	0.2	112.7	1.4	R	R
TOTAL	53.16	100.0	7 176.0	100.0	8 235.7	100.0	-	-

Producción de variedades resistentes a enfermedades

La obtención de variedades resistentes a las enfermedades y plagas continuará constituyendo un importante reto para los mejoradores del nuevo milenio. El control de las enfermedades por vía de la resistencia genética ha constituido el sostén de la agricultura cañera cubana, pues por lo general las variedades principales culminan su período de explotación comercial a causa del ataque de una u otra enfermedad.

Hasta 1980 se trabajó en Cuba para el mejoramiento de la resistencia a las enfermedades mosaico, pudrición roja y mancha de ojo, posteriormente se extendió el trabajo hacia la roya y carbón. En 1990 el trabajo respecto al mosaico se restringió a las estaciones experimentales, al no encontrarse presente en áreas de producción, y se dio prioridad a la roya y carbón. A partir de 1998, aparece un "serovar" diferente de escaldadura foliar en el país y comienza a diseminarse el amarilleamiento foliar (YLS), más evidente en los últimos años, lo que implica una nueva adecuación de los programas de mejora y selección para la resistencia a enfermedades.

En el presente milenio el trabajo conjunto de mejoradores y fitopatólogos exige continuar las investigaciones para localizar fuentes de resistencia a escaldadura foliar, raquitismo de los retoños y amarilleamiento de la hoja, establecer los mecanismos de transmisión genética del carácter de resistencia, lo que permitirá obtener y recomendar nuevos híbridos con mayores potenciales de rendimiento, amplios perfiles de adaptación y un adecuado comportamiento fitosanitario.

TRABAJO DE FITOMEJORAMIENTO PARA LA PRODUCCIÓN DE BIOMASA VEGETAL

Alimentación animal

En Cuba los principales trabajos en esta temática han sido desarrollados conjuntamente por especialistas del INICA y el ICA, los que han estudiado el comportamiento de los genotipos existentes en el Germoplasma cubano, y variedades comerciales y de reciente introducción a la producción. Los os genotipos C86-12, C85-403, C86-503, My5514, C90-501, C90-530 y C86-536 han sido reportados destacados por su comportamiento alimentario y se han recomendado las variedades C86-12, C86-503, My5514, C90-501, C90-530 y Co997 para ser extendidas en áreas ganaderas, debido a su buena digestibilidad, comportamiento productivo y fitosanitario.

Una segunda etapa de este trabajo consiste en la regionalización de variedades de caña para la ganadería, el que se ha realizado ya en un grupo de provincias y se desarrolla actualmente en las restantes.

Producción de energía.

Las principales metas de los científicos e ingenieros están dirigidas al desarrollo de procesos de alta eficiencia energética por medio de la utilización de mayores presiones y una utilización múltiple del vapor, de tecnologías que aprovechen las posibilidades de la bioquímica, la ingeniería y en el aprovechamiento de materias primas renovables no contaminantes del medio ambiente (MINAZ,1999).

La caña de azúcar es una especie capaz de producir grandes cantidades de materiales lignocelulósicos, lo que hace más versátil, económica e independiente la

industria azucarera cubana, y permite afrontar las necesidades de otras producciones de interés para abrir nuevos mercados.

Especialmente se distinguen en este sentido las denominadas "variedades energéticas", que son aquellos individuos, preferentemente F_1 (originados de cruzamientos entre las especies *Saccharum officinarum* y *S. spontaneum*) que utilizan con eficiencia la energía solar y poseen una alta producción de biomasa, tanto en tallos como en caña integral. Estos cultivares presentan además un grupo de características botánicas muy favorables (tabla 3), que los hacen aptos para crecer vigorosos en suelos de fertilidad media, en condiciones de secano (Campo *et al*, 1998). Estas características están presentes en la variedad C90-176, que es el genotipo más difundido para estos fines en Cuba y México.

Los tallos de las variedades energéticas poseen un calor de combustión de 4 500 a 480 *kcal/kg*, en comparación con 4 600 que posee el bagazo tradicional de las variedades explotadas para la producción de azúcar.

Si se quemaran estas variedades para suministrar la energía del proceso fabril del azúcar u otros fines, de acuerdo con los valores de combustión y el alto rendimiento de biomasa que las mismas presentan, sería posible producir, como promedio, 15 *t/ha/a* de combustible equivalente, lo que se puede elevar hasta el doble si se usan mejores suelos o zonas para su siembra.

Tabla 3 Materia Seca (MS) por hectárea por año producida por las variedades energéticas.

CULTIVO	T DE MATERIA SECA/HA/AÑO
Caña tradicional, planta completa (PC)	30 a 82
Maíz (PC)	8.5
Arroz (PC)	4 a 15
Yuca	8 a 32
Eucaliptos, ciclo de 7 años	12
Pino	10 a 20
Caña energética	50 a 90

Otro factor no menos importante es la escasez de bosques energéticos en el país, los que tardan al menos 7 años en ser explotables y cuya producción de MS por hectárea por año es 5 o más veces menos que de las cañas energéticas.

REFERENCIAS

Bernal, N.; N. Milanés y R. Campo (1994). "Programa de mejoramiento genético de la caña de azúcar en Cuba" En: *Simposio 11no Congreso Latinoamericano de Genética y XV Congreso de Fitotecnia. México*: p. 126.

Campo Zabala, R., Mayra Guerra, F. Cuadra, Norma Hervis, y J. Freeman (1998). "Variedades energéticas de caña de azúcar: una solución a la biomasa del presente y del futuro". *Cuba & Caña*, INICA, No. 1, pp.: 10-13

Cox, M. C.; D. M. Hogarth and R. T. Mullins (1990). “Clonal evaluation of early sugar content”.In: *Proc. Aust. Soc. of Sugar Cane Technol.*: pp. 90-98.

Gálvez, G. (1992). ¿Es necesaria la obtención de variedades de alto contenido azucarero para iniciar zafra?. 46 *Congreso ATAC*, 46 Resumen p. 43.

González R. M. (2000). “Desarrollo de línea de mejoramiento genético para la obtención de variedades de alto contenido azucarero y de maduración temprana”. *Informe Final de Proyecto de Investigación* Código 00101042. Período 1996-2000. La Habana, 50 pp.

MINAZ (1999). Proyecto de diversificación. Bases del proceso de perfeccionamiento del Complejo Agroindustrial Azucarero. *Folleto*.

Romero, E., J. Scandaliaris, S. Sotillo, G. Olaiz y G.Erimbaue (1996). “La maduración en caña de azúcar: I.- El almacenamiento de sacarosa y factores que influyen”. *Avance Agroindustrial*, Año 17, No. 66: pp. 3-8

LA REHABILITACIÓN DE CEPAS: UNA OBLIGACIÓN PARA ALARGAR LA VIDA DE LOS RETOÑOS

Morales Menéndez , Martín
Valdez Argüelles, Oelio

Estación Provincial de Investigaciones de la Caña de Azúcar. Holguín
E-mail: secsubdagricola@delegacion.hl.minaz.cu

ABSTRACT

On a floor black vertisol of the Experimental Block of the Cane of Sugar ¨ Gerardo Pérez Rodriguez ¨ of the CAI "Cristino Naranjo" in the Country of Holguín, was proceeded to study the effects of the rehabilitation, by means of resowing accompanied with combinations of technologies of cultivations in aged stumps. The results reached on a fourth sprout of the variety C.120-78 with initial depopulation of 24.20 %, achieved starting from the spaces old holes of 60 cm of longitude show that the treatments 1, 2, 3 and 4 was significantly superiors to the witness (without rehabilitation by means of resowing), in the variables longitude, diameter and population for lineal meter of the sugar cane, without differences between them. On the other hand the quality of juice (% pol in cane) was not modified by the practice of the rehabilitation neither for the technologies of cultivations, It didn't get hold of the tm of cane/ha and tm pol/ha where the same as in the main components of the agricultural yield the treatments 1, 2, 3 and 4 was significantly superiors to the witness (without rehabilitation by means of resowing). The action of the rehabilitation with resowing contributes a productive index of 0.85 tm of cane/ha under the conditions in which was developed the investigation and earnings superiors to the 257.45 $/ha with regard to the witness, the variants that kept the compactness, contributed the greater economic benefits.

INTRODUCCIÓN

La baja población en nuestros campos cañeros y la competencia dinámica del cultivo principal con las plantas indeseables son a nuestro juicio el gran problema de los altos rendimientos. Álvarez (1999), lo corrobora al señalar que los productores de altos rendimientos en caña de azúcar, en primer lugar garantizan una buena población y en segundo término campos libres de plantas indeseables empleando variantes inteligentes, eficientes y económicas, en otro de sus ensayos (**1999**) plantea como resolver el problema de la población en las socas y retoños añadiendo.

- Evitando la competencia con las diferentes especies de malezas.
- Resembrando a tiempo los espacios vacíos mientras sea económico.

- Erradicando el corte alto durante la cosecha.
- Evitando el encharcamiento prolongado dentro de los campos.

Según Reynoso (1998), la muerte de las cepas que se originan por el trasiego de los equipos durante el proceso de la cosecha, el mal corte de las estacas durante la misma, el inoportuno momento de la cosecha y la no chapea oportuna determinan la depauperación de los cañaverales. Por su parte Castro (1980), en la clausura del XVI Congreso Azucarero señalaba. ¨La caña puede rendir mucho más en la peor tierra, pero la caña necesita atenciones, la caña necesita cultivos, la caña necesita trabajo y es una de las plantas más nobles en su respuesta a las atenciones culturales, la caña es una de las plantas más nobles¨. En reunión celebrada con directores de CAI Rosales (2001) expresaba ¨Ya no se aplica la rehabilitación de cepas, nadie sabe por que, actividad estimulada por Ramón Castro Ruz y que tan buenos resultados diera en pasados años al alargar la vida productiva de retoños que parecían listos para la demolición.

Nuestro trabajo se propone evaluar el comportamiento de los componentes principales del rendimiento agrícola de la caña de azúcar y los resultados de cosecha en una cepa de cuarto retoño rehabilitado con resiembra y diferentes tecnología de cultivo.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se inicio el 30/04/2000 sobre un suelo Oscuro plástico gleyzoso negro del Bloque Experimental ***¨Gerardo Pérez Rodríguez¨*** del CAI Cristino Naranjo. Se estudiaron 5 tratamientos con diferentes tecnologías de cultivos bajo condiciones de secano y ciclo de 12 meses. Como diseño experimental se utilizó el del Bloques al Azar sistematizado con tres repeticiones y parcelas de 16 metros de ancho y 50 metros de longitud para un área de 800 m^2. Para la investigación se seleccionó un campo con la variedad C.120-78, bajo condiciones de corte mecanizado.

Tratamientos.	
I	➢ ***Descompactar con S-240 a la profundidad 25-30 cm.***
	➢ ***Pase de grada múltiple al camellón.***
	➢ ***Resiembra con motas.***
	➢ ***Fertilización recomendada por el SERFE.***
	➢ ***Otras actividades culturales que requiera el cultivo de la caña de azúcar.***
II	➢ ***Pase de grada fina (2 200 libras) a las cepas.***
	➢ ***Desaporque y aporque con grada múltiple.***
	➢ ***Resiembra con motas.***
	➢ ***Fertilización recomendada por el SERFE.***
	➢ ***Otras actividades culturales que requiera el cultivo de la caña de azúcar.***
III	➢ ***Resiembra con motas.***
	➢ ***Fertilización recomendada por el SERFE.***
	➢ ***Otras actividades culturales que requiera el cultivo de la***

	caña de azúcar.
IV	➢ ***Descompactar el suelo con S-240 a la profundidad de 25-30 cm.***
	➢ ***Resiembra con motas.***
	➢ ***Fertilización recomendada por el SERFE.***
	➢ ***Otras actividades culturales que requiera el cultivo de la caña de azúcar.***
V	➢ ***Descompactar el suelo con S-240 a la profundidad de 25-30 cm.***
	➢ ***Fertilización recomendada por el SERFE.***
	➢ ***Otras actividades culturales que requiera el cultivo de la caña de azúcar.***

Dentro de las denominadas como otras actividades culturales, se efectuó una limpia con azadón al narigón, una aplicación con herbicida Post-preemergente con Gesapax + Diurón (3 Kg/ha + 2 Kg/ha), en solución final de 200 l/ha. En todos los casos los tratamientos se mantuvieron libres de competencias con las indeseables. Para el procesamiento de los datos se utilizó un análisis de varianza de clasificación doble y se aplicó la prueba de rangos múltiples de Duncan cuando hubo diferencias. Para los cálculos del valor de la producción y el índice productivo se emplearon las formulas siguientes:

$$\textbf{V. Produc.} = \frac{\textbf{\$ 24.90 x tm de caña/ha}}{\textbf{1.136}} \qquad \textbf{I. Productivo} = \frac{\textbf{Increm. Product.}}{\textbf{\% de área resembrada (24.20).}}$$

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El **c**uadro 1. muestra el comportamiento de los componentes principales del rendimiento agrícola como respuesta de la caña de azúcar a los tratamientos estudiados. Las variables longitud, diámetro y tallos por metro lineal no respondieron a las variantes tecnológicas del tratamiento 5, sin rehabilitación con resiembra, el resto de los tratamientos (1, 2, 3 y 4), rehabilitados con resiembra fueron significativamente superiores a éste, por lo que se deduce que el efecto económico del rendimiento agrícola en los retoños envejecidos se logra sobre la base de rehabilitar con resiembras acompañadas de prácticas de cultivos en ausencia de competencias durante la mayor parte de su ciclo vegetativo.

Cuadro.1. Componente Principales del Rendimiento Agrícola

Trat.	Long. (cm)	Sig.	Diam. (cm)	Sig.	Tallos m.l	Sig.
5 (I)	**140.43**	**b**	**2.30**	**b**	**7.40**	**b**
1	**164.00**	**a**	**2.60**	**a**	**11.16**	**a**
2	**161.13**	**a**	**2.60**	**a**	**10.80**	**a**
3	**167.46**	**a**	**2.55**	**a**	**11.20**	**a**

4	**166.66**	**a**	**2.60**	**a**	**10.76**	**a**
E.T.D.	**8.161**		**0.075**		**0.270**	
t	**2.306**					

Las tecnologías de rehabilitación habilitadas con resiembras y sin resiembras no influyeron en la calidad del jugo (% de pol en caña), ver cuadro 2. Por su parte al evaluarse las variables tm de caña /ha y tm de pol/ha se lograron respuestas de significancias similares a las de los componentes principales donde los tratamientos 1, 2, 3 y 4 fueron superiores al testigo (5) sin diferencias entre ellos, no obstante los tratamientos descompactados aportaron las menores producciones de tm de caña/ha y tm pol/ha, corroborándose lo reportado por King (1968), al señalar que las labranzas superficiales son más beneficiosas que las profundas.

Cuadro 2. Resultados de la cosecha

Trat.	% pol en caña	Sig.	tm caña/ha	Sig.	tm pol/ha	Sig.
5 (I)	**18.07**	**b**	**40.80**	**b**	**7.36**	**b**
1	**18.08**	**a**	**61.35**	**a**	**11.09**	**a**
2	**18.08**	**a**	**62.30**	**a**	**11.37**	**a**
3	**18.10**	**a**	**62.46**	**a**	**11.30**	**a**
4	**18.09**	**a**	**59.12**	**a**	**10.69**	**a**
E.T.D.	**N.S.**		**2.398**		**0.479**	
t	**2.306**					

En la cuadro 3. se ofrece un análisis del efecto económico en los diferentes tratamientos y su índice productivo bajo las condiciones en que se desarrolló la investigación. Las variantes 1, 2, 3 y 4 reportaron ganancias superiores a los 257.45 pesos con respecto al testigo, destacándose 2 y 3 (sin descompactar), con valores de 300.26 y 321.01 pesos respectivamente. Se logró un índice productivo promedio de 0.85 tm caña/ha, potencial posible de alcanzar partir de cada porcentaje de cepas resembradas, el tratamiento 4 aporto el menor potencial.

Cuadro 3. Evaluación Económica.

Trat.	tm de caña/ha.	V. Produc. ($)	Gastos ($).	Ingresos ($).	Difer. ($).	I. Product. tm caña/ha
5 (T)	**40.80**	**894.29**	**448.53**	**445.76**	**-**	**-**
1	**61.35**	**1 342.53**	**615.25**	**727.28**	**281.52**	**0.85**
2	**62.30**	**1 365.55**	**619.53**	**746.02**	**300.26**	**0.89**
3	**62.46**	**1 369.06**	**602.29**	**766.77**	**321.01**	**0.90**
4	**59.12**	**1 295.85**	**592.64**	**703.21**	**257.45**	**0.76**
X	**-**	**-**	**-**	**-**	**290.06**	**0.85**

CONCLUSIONES

- La rehabilitación con resiembra en los retoños envejecidos en ausencia de competencias con las indeseables aportan resultados de significación económica con respecto a los no rehabilitados sobre los componentes principales del rendimiento agrícola y la cosecha, excepto sobre el % de pol en caña quién no se ve modificado.
- Bajo nuestras condiciones la causa de los bajos rendimientos en los retoños obedecen a la despoblación y a la ausencia de rehabilitación con resiembra.
- Los resultados del trabajo permiten afirmar que bajo las condiciones estudiadas la rehabilitación con resiembra aportó un índice productivo medio de 0.85 tm caña/ha por porcentaje de cepa restablecida.
- Las variantes 1, 2, 3 y 4 reportaron ganancias superiores a los 257.45 pesos con respecto al testigo, destacándose 2 y 3 (sin descompactar), con valores de 300.26 y 321.01 pesos respectivamente.

REFERENCIAS

Castro R,. Fidel. (1980). Clausura del XV1 Congreso Azucarero. *Revista Cañaveral* Julio-sep. 99. Vol. 5 # 3. pag. 2.

Rosales del Toro, U (2001). Reunión con directores de CAI. *Periódico Granma*. Año 37 # 175.

Álvarez, D. Armando (1999). Plantas indeseables el segundo gran daño a los rendimientos agrícolas. *Rev. Cañaveral*. Jul-sep. Vol 5 # 3. pag. 6.

Álvarez, D. Armando (1999):."La población: Determinante en el rendimiento agrícola" *Rev. Cañaveral*. Abril-junio. Vol. 5 #2. pag. 2-7.

King, N. J. (1968. "Manual del Cultivo de la Caña de Azúcar". Instituto del Libro. La Habana. pág. 465

Reynoso, A. (1998). "Ensayo sobre el cultivo de la caña de azúcar". Publicación Azucarera. S^{a}. Ed.. La Habana. 372p.

LA SOSTENIBILIDAD DE LOS SISTEMAS DE RIEGO Y DRENAJE EN LA UBPC CIRO REDONDO

Lamelas Felipe Carlos
Balmaseda Espinosa, Carlos
Viñas Quintero, Yudith
Pérez Lima, .Jorge R.

Instituto Nacional de Investigaciones de la Caña de Azúcar. Ave Van Troi N° 17203 Boyeros. Ciudad de la Habana.
E-Mail: yudith@inica.edu.cu

RESUMEN

El trabajo se realizó en 1749.87 ha de caña de azúcar de la UBPC Ciro Redondo, perteneciente al CAI Gregorio A. Mañalich, de la provincia La Habana. El mismo consistió en la regionalización de los requerimientos hídricos de la caña de azúcar, las técnicas de riego, así como la caracterización y categorización del drenaje de la zona. La regionalización de los requerimientos hídricos permitió definir que el número de riegos promedio varía entre 9 y 13 , oscilando la norma total entre 400 y 500 mm con intervalos críticos de 10 a 16 días. Con relación a la selección de las técnicas de riego; el 51.76 % del área debe ser regada por aspersión, el 40.34 % por gravedad y el 7.90 % con localizado. El drenaje, como complemento de lo anterior, fue caracterizado y categorizado en un lugar donde aproximadamente un 60 % del área presenta problemas tanto de drenaje superficial como subsuperficial. Trabajos como éste constituyen la base para una adecuada operación de los sistemas de riego y drenaje, con vista a hacer un uso racional del recurso agua, mejorar la eficiencia del riego y definir los lugares con problemas de drenaje con el objetivo de detener el deterioro productivo de los suelos

INTRODUCCIÓN

En Cuba, existen según el MINAZ (2000), 737 098 ha de caña de azúcar afectadas por problemas de mal drenaje, por lo que trabajos de caracterización y categorización del drenaje a escala puntual, podría ser considerado un punto de partida para la solución en cada lugar y para cada situación en específico. Similares trabajos podrían desarrollarse en cuanto a la regionalización de los métodos y técnicas de riego, tomando en consideración que serviría de base para la correcta utilización de los esquemas de los recursos hídricos, necesidades de diferentes técnicas y sus recursos colaterales; además de la planificación de la formación del personal especializado (Aidarov y colaboradores, 1985). Por otra parte contribuirían a la mejora de la explotación de los sistemas de riego y drenaje aspecto deficiente y definitorio en la existencia futura de los mismos.

El trabajo tiene los siguientes objetivos específicos:

- Regionalización de los requerimientos hídricos en la UBPC Ciro Redondo.

- Caracterizar y categorizar los problemas de drenaje en la UBPC Ciro Redondo.
- Regionalizar los métodos y técnicas de riego de esta entidad.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo fue desarrollado en la UBPC Ciro Redondo, con coordenadas 322-327 N y 373-380 E, perteneciente al CAI Gregorio A. Mañalich del municipio Melena del Sur.

Para la caracterización y categorización de los problemas de drenaje, fueron tomados en cuenta un grupo de criterios resumidos por Méndez (1985), Del Rosario (1986) y Pérez (1996).Los factores de más importancia a considerar fueron la velocidad de infiltración estabilizada y las pendientes predominantes por bloques para el drenaje superficial. En cuanto al drenaje subsuperficial fueron considerados la velocidad de infiltración estabilizada, la profundidad del agua subterránea y su mineralización.

En cuanto a la regionalización de los métodos y técnicas de riego, fue usada la Guía elaborada por Lamelas (1999), en la cual se consideran como factores principales los siguientes: en los agronómicos, la pendiente general, la velocidad de infiltración en la 1ª hora, la profundidad efectiva, la norma parcial de riego y la velocidad del viento. En los tipos de manejo; se encuentran los requerimientos de mano de obra, requerimiento de eficiencia y uniformidad, posibilidades del manejo del agua, y la adaptación al tamaño y forma de los campos. Con relación al aspecto económico; el costo de inversión por técnicas, el costo de operación, el tiempo de recuperación de la inversión y la relación Beneficio/Costo.

Para poder cumplimentar las anteriores tareas se utilizaron el mapa 1:25000 de suelos, el mapa catastral 1:10000 y las hojas cartográficas 1:10000. Fueron definidos los polígonos de suelo por bloques, para precisar el tipo de suelo predominante. Las propiedades hidrofísicas fueron determinadas por Lamelas (1995) en unos casos y asumidas en otros de Simeón (1979). Fue considerado un estudio hidrogeológico desarrollado por INRH (1982) en el CAI Gregorio A. Mañalich.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Dado el predominio de los suelos Oscuros Plásticos Gleysosos y Aluviales, 58.9 % (tabla1) con pendientes pequeñas y baja velocidad de infiltración, se plantea el método de riego por gravedad con la técnica de riego por surcos en el 40.34 % del área total, en las áreas con profundidades efectivas próximas o superiores a 1.00 m.

Tabla1. Distribución de los tipos de suelos de la UBPC Ciro Redondo.

Tipos de Suelos	**Área (ha)**	**%**
Oscuro Plástico Gleysoso	609.23	34.8
Ferralítico Amarillento	534.09	30.5
Ferralítico Rojo	185.19	10.6

Hidratado		
Aluvial Diferenciado	421.36	24.1
Total	**1749.87**	-

En el caso del método de riego por aspersión, el que ocupa 51.76 % del total del área, se centra su recomendación en los suelos Ferralítico Amarillento y Ferralítico Rojo Hidratado (41.1 %), precisándose que en el caso de las máquinas (29.29 %) se localizan en áreas con pendientes mayores, así como por cuestiones de manejo que se adaptan mejor a este tipo de técnica de riego. En el caso de la aspersión por alta carga, ocupa el 22.47 % de área total. Con respecto al riego localizado, su recomendación abarca el 7.90 %; y ello está fundamentado para áreas con limitaciones tanto para el riego por gravedad como por aspersión (tabla 2).

Tabla 2. Distribución de los métodos y técnicas de riego en la UBPC Ciro Redondo.

Métodos	**Técnicas**	**Área (ha)**	**%**
Gravedad	Surcos	705.85	40.34
Aspersión	Alta Carga	393.19	22.47
Aspersión	Máquinas de riego	512.62	29.29
Localizado	Goteo	138.21	7.90
Total	-	**1749.87**	-

En el caso del drenaje, luego del trabajo previo de caracterización se realizó la categorización, cuyos resultados se reflejan en la tabla 3.

Tabla 3. Categorización del drenaje en la UBPC Ciro Redondo.

Drenaje Superficial			**Drenaje Subsuperficial**		
Categoría	**Área (ha)**	**%**	**Categoría**	**Área (ha)**	**%**
ID	979.60	56.0	ID	1030.59	58.9
MD	50.99	2.9	MD	-	-
BD	582.40	33.3	BD	534.09	30.5
ED	136.88	7.8	ED	185.19	10.6
Total	**1749.87**	-	-	**1749.87**	-

IP: Imperfectamente Drenado MD: Moderadamente Drenado BD: Bien Drenado ED: Excesivamente Drenado

Existen problemas con el drenaje superficial en el 56 % del área, lo que está asociado principalmente a suelos con pequeñas pendientes y velocidad de infiltración estabilizada lenta (suelos Oscuros Plásticos y Aluviales Diferenciados). Los suelos con drenaje superficial de medio a excelentes ocupan el 44 % del área. Estos lugares están identificados

con áreas de pendientes de media a grande y velocidades de infiltración de moderada a rápida.

Referente al drenaje subsuperficial, el cual está definido solamente por la velocidad de infiltración estabilizada, pues los niveles freáticos son superiores a 4.0 m y con un grado de mineralización de las aguas menores de 1 g/l, se manifiestan los problemas en el 58.9 % del área con insuficiente drenaje y el 41.1 % es de bueno a excelente. Los resultados relacionados con los requerimientos hídricos promedio de la caña por tipos de cepas y suelos son reflejados en la tabla 4.

Tabla 4. Requerimientos de agua de la caña de azúcar en la UBPC Ciro Redondo

Tipos de Suelos	**No Riegos**	**NT (mm)**	**IC (días)**
Aluvial	9.25	431.5	14.7
Ferralítico Rojo Hidratado	9.75	476.7	15.7
O. Plástico Gleysoso	11.0	398.3	12.5
Ferralítico. Amarillento	12.5	474.7	10.5

NT: Norma total IC: Intervalo Crítico

Los mismos indican mayor similitud en el comportamiento de la norma total a aplicar para los suelos Aluviales y Oscuros Plásticos Gleysoso (474.7- 476.7 mm), y entre los Ferralíticos Rojos Hidratados y Ferralíticos Amarillentos (398.3- 431.5 mm). El es explicado debido a la similitud en las propiedades hidrofísicas.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- El 56 % de las áreas de la UBPC tienen insuficiente drenaje superficial, así como el 58.9 % tienen insuficiente drenaje subsuperficial. Por otra parte, es coincidente que estos problemas se manifiesten de conjunto. Así, en el mismo caso ocurre para las áreas sin problemas de drenaje.
- Con relación a la regionalización de los métodos y técnicas de riego, el 40.34 % corresponderían al método superficial, el 51.76 % a aspersión y el 7.90 % al riego localizado.
- El régimen de riego promedio para la UBPC Ciro Redondo en el CAI Gregorio A. Mañalich es de 11 riegos, 450 mm de norma total media e intervalo crítico de 12 días

REFERENCIAS

Aidarov, I. P; A. I. Golovano y M, G. Mamáev (1985). El riego. Editorial MIR Moscú. 367 pp.

Del Rosario, J. (1986). “Caracterización y categorización de los problemas de drenaje en el cultivo de la caña de azúcar”. (Inédito).

INRH (1982). “Investigaciones Hidrogeológicas. Sistemas de Riego y Drenaje”. Gregorio A. Mañalich. (*Estudio Técnico- Económic*o). 14pp.

Lamelas, C. (1995) “Las máquinas de riego, valoración técnico-económica para la utilización en la caña de azúcar”. (Inédito).

Lamelas, C. (1999). Fundamentos para la elección de las técnicas de riego en el cultivo de al caña de azúcar. (Inédito)

Méndez, M. A: (1985). Aspectos que se han de considerar para el estudio de las áreas agrícolas con problemas de mal drenaje, inundación, o ambas. *Ciencia y Técnica de la Agricultura. Riego y Drenaje*. Vol.8(1), pp. 53-79

MINAZ (2000). Proyecto Caña. *Programa de Riego, Drenaje y Vi*ales. 31pp.

Pérez, J. R. (1996). "Sistema de decisiones lógicas para el drenaje agrícola". (Inédito).

Simeón, F. (1979). "Características de las propiedades hidrofísicas de los principales suelos agrícolas de Cuba. *Voluntad Hidráulica* Vol.16 (49-50), pp. 16

LOS SISTEMAS DE LIBERACIÓN CONTROLADA COMO UNA NUEVA ALTERNATIVA EN DESARROLLO PARA LA AGRICULTURA

Sarmiento Cardona, Mailé

Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar(ICIDCA)
Vía Blanca No.804 y Carretera Central. Apartado Postal 4026. C.P. 11000 Ciudad de La Habana, Cuba.
E.mail: maile@icidca.edu.cu

ABSTRACT

Until a few years ago, the problem of control and prevention of plagues in the agriculture was solved with development of powerful agrochemical. However, the use of these products has been not very satisfactory because it not allows the release of the bioactive compound in a specific time. The controlled release systems have been a very good alternative for solve this problem.
In this work a short panoramic about theoretical aspects of the controlled delivery of bioactive compounds, mathematical models in relation with the kinetic of release and the technology for release of urea from a system obtained by the physically supported method, are exposed.

INTRODUCCIÓN

Desde hace unos pocos años el mundo se ha revolucionado alrededor de un tema muy atractivo, los sistemas de liberación controlada. La industria farmacéutica fue la primera en utilizar esta tecnología con el objetivo de producir fármacos que el administrarse de forma oral fueran capaces de mantener un nivel mínimo efectivo del principio activo en el organismo y evitar así los efectos adversos provocados por las altas dosis de medicamentos. Recientes investigaciones han demostrado la utilidad de estos sistemas en la agricultura para la prevención y control de plagas ya que permiten mantener una concentración mínima efectiva del biocida en los suelos y además reduce el efecto negativo que este tipo de productos ocasiona al medio ambiente.

En general estos sistemas no son más que un soporte al que se le incorpora un principio activo el cual se libera de manera sostenida en el tiempo. Esto resulta especialmente ventajoso ya que garantiza la acción de dichos principios durante cortos o largos períodos de tiempo. Entre los principios activos más utilizados se encuentran los fármacos, fertilizantes, herbicidas, fungicidas, plaguicidas, etc. Por su parte la naturaleza de los sistemas de liberación es muy disímil, estos pueden ser polímeros, hidrogeles, materiales cerámicos, composites, etcétera.

MATERIALES Y MÉTODOS

De acuerdo con el método utilizado para la incorporación del principio activo los sistemas de liberación pueden clasificarse en:

Sistemas físicos

En este tipo de sistemas el principio activo se incorpora al soporte por dispersión, disolución o encapsulado. Se ha reportado que cuando la incorporación tiene lugar por encapsulación la liberación se produce por difusión del bioactivo a través de los microporos de la cápsula según la Ley de Fick. En ellos el agente a liberar se encuentra atrapado en una membrana inerte y su concentración permanece constante.

Por su parte cuando este proceso ocurre por disolución heterogénea o dispersión la liberación está controlada por la difusión a través del soporte, por erosión química o biológica o por la combinación de ambos efectos. En este caso se libera en un inicio el bioactivo presente en la superficie y luego el que se encuentra en el seno del soporte comienza a difundir hacia el exterior. Chien (1992)

Sistemas químicos

En este caso como su nombre lo indica lo que ocurre es una unión del agente biológicamente activo al soporte por medio de un enlace químico iónico o covalente, es decir, el bioactivo se une al soporte formando parte de la cadena principal o como grupo colgante dentro de ésta, obviamente solo pueden ser usados bioactivos que contengan grupos funcionales apropiados. Luego el principio activo es liberado gracias a la acción de agentes externos como el agua, el sol, el aire o microorganismos que actúen específicamente sobre la unión del biocida con la matriz.

Numerosos autores han propuesto diferentes modelos matemáticos para describir la cinética de disolución de los principios activos desde sistemas de liberación controlada. En la tabla I aparecen relacionados algunos de estos modelos, sus expresiones matemáticas así como sus principales aplicaciones. Gebelein (1993)

Ventajas de los sistemas de liberación controlada para la agricultura

El uso de los sistemas de liberación controlada ofrece numerosas ventajas para la agricultura, entre ellas podemos citar: Iglesias (2000)

- - Permite usar menos cantidad de agente bioactivo que por los métodos tradicionales.

- - Con tan solo pocas aplicaciones se logran largos períodos de permanencia en el suelo.

- - Las pérdidas por evaporación o degradación del bioactivo son mínimas.

- Una liberación controlada y oportuna de los compuestos plaguicidas activos y fertilizantes puede permitir una reducción de las cantidades que usan los agricultores y minimizar de este modo el daño al ecosistema.

- - Reducción de la fitotoxicidad mediante la disminución de la alta movilidad de los biocidas en el suelo y por tanto la disminución de sus residuos en la cadena alimenticia.

- Los materiales resultantes son de fácil manipulación, transportación y de reducida inflamabilidad.

Tabla I. Modelos matemáticos que describen la cinética de disolución de los principios activos desde sistemas de liberación controlada.

MODELO	ECUACIÓN	APLICACIÓN
Baker y Lonsdale	$3/2\ [1 - (1 - F)^{2/3}] - F = k_{bl}\ t$	Describe la liberación de la droga desde matrices esféricas.
Primer orden	$\% Q = 100(1 - e^{-kt})$	La cantidad de droga liberada depende de la difusión y/o disolución.
Higuchi	$\% Q = k_H\ .\ t^{0.5}$	Es un modelo de liberación controlada por difusión desde matrices homogéneas y matrices granulares.
Hixson-Crowell (Ley de la Raíz Cúbica)	$1 - (1 - F)^{1/3} = k_{hc}\ .\ t$	Modelo cinético para disolución de polvos; es utilizada para describir la liberación desde matrices isométricas erodibles (p.ej., esferas y cubos).
Modelo de orden cinético de Jorgensen y Christensen.	$F = [1-(1-(1 - n)k(t - t_0)^{1/1-n}]$	Sistemas multiparticulados (pellets individuales, pellets ensamblados y pellets tableteados).
Combinación de Higuchi y orden cero con log tiempo.	$\% Q = k_0\ t + k_H\ t^{0,5}$	Indicativa de liberación controlada por difusión y membrana que actúa de barrera de la misma.
Ec. de Peppas y Korsenmeyer (Ley de Potencia)	$M_t / M_0 = kt^n$	Sistemas poliméricos con swelling; n depende de la geometría del sistema y su valor es indicativo del mecanismo de liberación.
Weibull	$\% Q = 100\ [1 - e^{-(t-to/b)a}]$	Describe curvas de disolución de tipo exponencial y de formas sigmoidales.
Orden cero	$\% Q = k_0\ .\ t$	Velocidad de liberación constante; sistemas erodibles con área superficial constante y sistemas con membranas que controlan la difusión, con gradiente de concentración constante sobre la membrana.

Donde:

%Q: porcentaje de droga disuelta; F: fracción de droga liberada; a : parámetro escalar que define el tiempo del proceso; b : parámetro que define la forma de la matriz

Como puede observarse en la tabla anterior la liberación es un proceso que en general depende del tipo de matriz utilizada, de la geometría del sistema y del encapsulado o no de la matriz soporte.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Descripción de la obtención de un sistema de liberación por vía física

Para obtener un sistema de liberación por esta vía se toman cantidades apropiadas de un soporte y se mezclan con el principio activo ya sea un fertilizante, herbicida, plaguicida, etc mediante agitación. Concretamente la experiencia existente en el departamento de Polímeros del ICIDCA se basa en el empleo de materiales lignocelulósicos como soporte físico de fertilizantes. Cuando se emplea meollo como soporte físico de urea se observa que la liberación ocurre rápidamente por lo que es necesario añadir una solución de dextrana entrecruzada con formaldehído como barrera química para la liberación de urea. Piloto (2001) y Quiroga (2001).

Se preparan pastillas con diferentes % de urea las cuales se ponen en contacto con buffer de pH 4,7, 7,4 y 9,0 respectivamente y se colocan en un baño termostatado regulado a 30 ^{0}C de temperatura. Cada cierto tiempo se extrae todo el líquido y se repone con buffer fresco.

La determinación de urea se realiza espectrofotométricamente a través un método colorimétrico. Piloto (2001a)

En el mundo de hoy se hace muy común el uso por ejemplo de fertilizantes granulados con recubrimientos de polímeros los cuales están programados para liberar de forma gradual y continúa los nutrientes a un ritmo ajustado a las necesidades de las plantas. El ritmo de la liberación y de la absorción de las plantas es gobernado por la temperatura del suelo; cuanto mayor es la temperatura, más veloz es la liberación. El contenido de humedad, el nivel de pH o la actividad bacteriana no afectan significativamente la liberación. Kenawy (1998)

Esto trae consigo beneficios tales como:

1. 1. Suministro continuo del nutriente con una única aplicación.
2. 2. La percolación del nutriente es reducida, aún bajo frecuentes lluvias.
3. 3. Se evitan las deficiencias dañinas o los excesos peligrosos de la absorción de nutrientes.
4. 4. El revestimiento polimérico evita el contacto directo entre el fertilizante y las raíces tiernas, eliminando así el peligro de quemado.

REFERENCIAS

Chien, Y.W. (1992). *J. Biochemistry Mater. Res.* pp. 15-20
Gebelein, CD.G. (1993). *J. Biochemistry Mater. Res.* pp. 9-13
Iglesias, M.E. y Coro, J. (2000). *Revista ICIDCA* .Vol.34(2), pp.1-7
Kenawy, E. R. (1998). *J. Macromolecular Sci.* C Vol. 38 pp. 365-390
Piloto, C. (2001). *Revista Plásticos Modernos***.** Vol. 81 No. 536
Quiroga, M. (2001). *Revista ICIDCA*. Vol. 1

MALEZAS DE HABITAT EN EL CULTIVO DE LA CAÑA DE AZÚCAR, RESERVORIO DE INSECTOS PLAGAS

Loddo Vega, Zoila *
Rodríguez Regal, Mérida **
Pérez , Yaritza ***
Granado Rojas, Carlos **

*Grupo de Extensión y Servicios Agrícolas Granma. Calle 4ta # 49 E/ 5ta y Frank País, Rpto J. Menéndez, Bayamo, Granma, CUBA. Telef: 42-5015 extensión 193.
E-mail: planificación@delegación.minaz.cu
** Instituto Nacional de Investigaciones de la Caña de Azúcar. Ave. Van Troi # 17203, Ciudad Habana CP 19210.
E-mail: merida@inica.edu.cu
*** Estación Provincial de Investigaciones de la Caña de Azúcar Ciego de Ávila.
E-mail: epica@fica.inf.cu

ABSTRACT

Weeds are excellent hosts of a great number of insect that are sugar cane crop pests as well as fungi and virus diseases vectors for quick dissemination. In the present paper main results obtained in compiled literature on this suject, are presented. Among the sugar cane insect pests in Cuba, two aphids: *Rhopalosiphum maidis* (Fitch), *Sipha flava* (Forbes)(Homoptera: Aphididae) and the *Mocis spp* larvae (Lepidoptera: Noctuidae)stand out as having the largest number of host plants. Species of the Poaceae or grass family host the largest number of insect pests. In Cuba, *Perkinsiella*, *Aeneolamia*, *Sesamia* and *Chilo* quarantined genera have35% of the reported weeds as host plants. Further research is required to define in greater detail the host weeds of our main pests in order to design integrated pest management programs, safe for the ecosystem.

INTRODUCCIÓN

La relación de las malezas con los insectos ha sido estudiada de manera aislada, aunque se conoce que en su mayoría son excelentes hospedantes de un gran número de organismos vectores y/o diseminantes de diferentes patologías a los cultivos (De faz, 1983) .

Las especies de insectos que se alimentan de la caña de azúcar son diversas y se caracterizan por tener una limitada distribución geográfica. Actualmente hay mas de 1300 especies listadas, de estas muy pocas son cosmopolitas. En Cuba las condiciones climáticas y edáficas favorecen la presencia de una flora rica y abundante y de ellas se informan mas de 200 especies de hierbas asociadas al cultivo de la caña de azúcar.

Muchos entomólogos, fitopatólogos e investigadores de malezas concuerdan en que la intensificación que ha acompañado al crecimiento de la agricultura ha promovido prácticas que favorecen las plagas de insectos, malezas y enfermedades (Altieri, 1997) .

La acción perturbadora del hombre ha reducido la extensión de los hábitats de los insectos, lo que los enfrenta a un problema de conservación, derivados de esa nueva configuración espacial de los fragmentos que sobreviven, por lo que resulta importante considerar que las plagas menos ágiles y monófagas son buenas candidatas para alcanzar proporciones de epidemias según aumenta el monocultivo.

Considerando lo expuesto anteriormente, se realizó el presente trabajo con el objetivo de conocer las principales malezas hospedantes de los insectos perjudiciales a la caña de azúcar en Cuba así como de algunos géneros cuarentenados como premisa para la elaboración de un programa de manejo integrado.

DESARROLLO

En Cuba están listadas 103 especies de insectos perjudiciales a la caña de azúcar, de ellas presentan el mayor problema las de los ordenes Lepidoptera, Homoptera y Coleoptera. La historia nos ha provisto de numerosos ejemplos de insectos insignificantes que se convierten en plagas al introducir cambios en el entorno. Muchas de estas especies no han sido lo suficientemente abordadas por carecer de importancia económica; sin embargo, existen malezas frecuentes en el cultivo que resultan ser plantas hospederas. Esto indica que las malezas pueden influir en la diversidad y abundancia de los insectos herbívoros y enemigos naturales asociados a los sistemas de cultivo. De acuerdo a lo informado hasta el presente el 16 % de los insectos plagas en nuestro país utilizan como hospedantes a las malezas y como cultivo económico al maíz (*Zea mays* L)

Tabla 1. Insectos plagas con mayor número de plantas hospederas reportadas en Cuba.

INSECTOS PLAGAS	ORDEN	FAMILIA	No. de malezas hospederas
Diatraea saccharalis Fab.	Lepidoptera	Piralidae	12
Mocis spp.	Lepidoptera	Noctuidae	12
Spodoptera frugiperda S y A	Lepidoptera	Noctuidae	5
Elamopalpus lignosellus Zeller	Lepidoptera	Piralidae	7
Prosapia bicinta fraterna Uhler	Homoptera	Cercopidae	4
Hortensia similis Walker	Homoptera	Cicadellidae	6
Rhopalosiphum maidis (Fitch)	Homoptera	Aphididae	12
Sipha flava (Forbes)	Homoptera	Aphididae	11

Cuatro especies homópteras, entre ellas, *Rhopalosiphum maidis* (Futch) son reconocidas en el mundo como vectores eficaces del virus del mosaico de la caña de azúcar, por lo que las malezas que lo hospedan se convierten además, en reservas virosas.

Si a ello se añade, que el 52 % de las malezas hospederas de insectos plagas están consideradas como de mucha incidencia y difícil erradicación (Martín y col, 1987) originan un doble problema al agricultor, ya que disminuyen el rendimiento de su área y ocasionan gastos para su erradicación.

El maíz es otra de las gramíneas a la que se le debe prestar interés por ser el cultivo económico que mayor número de plagas de la caña hospeda (fig.1). Las poaceas, como se puede observar son excelentes hospederas.

Figura 1. Malezas hospederas de insectos plagas de la Caña de Azúcar

Es difícil conocer con exactitud el nombre de muchas especies de malezas hospederas ya que los autores las refieren a otras poaceas, gramíneas, pastos o sencillamente hierbas.

Hasta el momento el orden mas representado en las malezas cercanas a la caña en Cuba es el homóptero, donde se han listado 53 especies (Naranjo y col, 1988).

La diversidad de malezas presente en nuestros campos puede además hospedar a plagas de insectos que no existen en Cuba, pero que se registran en países europeos, en el área de Centro América y el Caribe.

Los géneros cuarentenados: ***Perkinsiella, Aeneolamia, Sesamia*** y ***Chilo*** tienen como plantas hospederas el 35 % de las consideradas como malezas en Cuba, destacándose algunas que se exponen en la tabla 2.

Tabla 2. Relación de insectos exóticos y principales malezas hospederas en Cuba.

ESPECIES DE MALEZAS	G É N E R O S			
	Perkinsiella	*Aeneolamia*	*Sesamia*	*Chilo*
**Panicum maximum* Jacq	X	X	X	X
**Paspalum conjugatum* Berg.	X		X	
* *Sorgum halepense* (L) Pers.	X		X	X
Zea mays L	X	X	X	X
Digitaria decumbens Stewt.		X		
Brachiaria mutica (Forsk) Stapf.		X		

Erianthus maximum	X			
* *Andropogon sp*	X			
* *Cynodon dactylon* (L) Pers.				X
* *Cyperus rotundus* L.			X	X

* especies de mucha incidencia y difícil erradicación.

El género *Perkinsiella* incluye tres especies que hasta el presente se consideran vectores del virus, que provoca la llamada "Enfermedad de Fiji" estimada como una de las patologías mas devastadoras del cultivo. *Aeneolamia* presenta seis especies informadas como plagas de importancia en países del área ocasionando daños de consideración. Los géneros *Sesamia* y *Chilo* (Orden Lepidoptera) barrenadores del tallo de la caña, agrupan cuatro y tres especies respectivamente.

Todas estas especies constituyen un peligro potencial para nuestro país ya que está comprobado que no existen barreras naturales que impidan la diseminación de agentes nocivos, por lo que resulta importante conocer y mantener bajo vigilancia sistemática aquellos cultivos que puedan servir de reservorio natural, como política de cuarentena.

CONCLUSIONES

- El presente trabajo demuestra la necesidad de intensificar los estudios de diversidad biológica de los sistemas, como base fundamental de la protección agroecológica y la prevención de daños económicos.

REFERENCIAS

Altieri, A.M. (1997), Agroecología. Bases Científicas para una agricultura sustentable. Editorial CLADES. 249p

De Faz y Fernández, C. A. (1983),. Principios de Protección de Plantas. Edición Científico Técnica 601p

González, F. J .(2000), Indicadores ecológicos de la comunidad de insectos fotofílicos de un agroecosistema dedicado a caña de azúcar. *Tesis* en opción al grado de Dr. en Ciencias Agrícolas.

HidalgoGato, M.M.; R. Rodríguez, N.E. Ricard, H Ferras. (1999), Population dynamics of cicadellidae (Homoptera: Cicadellidae) in a sugarcane agroecosystem of Cuba. *Revista Biología Tropical* Vol.47 No. 3, pp. 503-511

Holfman, J. (1974), Los áfidos de Cuba. Instituto Cubano del Libro, 304p..

Mendoza , H.F., J. Gómez S. (1982), Principales insectos que atacan a las plantas económicas de Cuba. Editorial Pueblo y Educación. pp. 304 .

Martín, O., G. Gálvez, R. De armas, R. Espinosa, R. Vigoa y a. León (1987), La Caña de Azúcar en Cuba. Editorial Científico Técnica, . 672p..

Morales N. Y R. Martínez. (1999), Distribución de plantas indeseables en plantaciones cañeras de la UBPC San Juan del CAI "Cristino Naranjo" provincia Holguín. *Encuentro Nacional de Ciencias de Malezas, I*. Resúmenes

Naranjo L.C; Bárbara Guerra, Isis Bello. (1988), Análisis entomofaunístico en cinco zonas cañeras de la provincia Santiago. *Jornada Científica EPICA* Santiago de Cuba. Resúmenes

MALEZAS DE HABITAT EN EL CULTIVO DE LA CAÑA DE AZÚCAR, RESERVORIO DE INSECTOS PLAGAS

Loddo Vega, Zoila *
Rodríguez Regal, Mérida **
Pérez , Yaritza ***
Granado Rojas, Carlos **

*Grupo de Extensión y Servicios Agrícolas Granma. Calle 4ta # 49 E/ 5ta y Frank País, Rpto J. Menéndez, Bayamo, Granma, CUBA. Telef: 42-5015 extensión 193.
E-mail: planificación@delegación.minaz.cu
** Instituto Nacional de Investigaciones de la Caña de Azúcar. Ave. Van Troi # 17203, Ciudad Habana CP 19210.
E-mail: merida@inica.edu.cu
*** Estación Provincial de Investigaciones de la Caña de Azúcar Ciego de Ávila.
E-mail: epica@fica.inf.cu

ABSTRACT

Weeds are excellent hosts of a great number of insect that are sugar cane crop pests as well as fungi and virus diseases vectors for quick dissemination. In the present paper main results obtained in compiled literature on this suject, are presented. Among the sugar cane insect pests in Cuba, two aphids: *Rhopalosiphum maidis* (Fitch), *Sipha flava* (Forbes)(Homoptera: Aphididae) and the *Mocis spp* larvae (Lepidoptera: Noctuidae)stand out as having the largest number of host plants. Species of the Poaceae or grass family host the largest number of insect pests. In Cuba, *Perkinsiella*, *Aeneolamia*, *Sesamia* and *Chilo* quarantined genera have35% of the reported weeds as host plants. Further research is required to define in greater detail the host weeds of our main pests in order to design integrated pest management programs, safe for the ecosystem.

INTRODUCCIÓN

La relación de las malezas con los insectos ha sido estudiada de manera aislada, aunque se conoce que en su mayoría son excelentes hospedantes de un gran número de organismos vectores y/o diseminantes de diferentes patologías a los cultivos (De faz, 1983) .

Las especies de insectos que se alimentan de la caña de azúcar son diversas y se caracterizan por tener una limitada distribución geográfica. Actualmente hay mas de 1300 especies listadas, de estas muy pocas son cosmopolitas. En Cuba las condiciones climáticas y edáficas favorecen la presencia de una flora rica y abundante y de ellas se informan mas de 200 especies de hierbas asociadas al cultivo de la caña de azúcar.

Muchos entomólogos, fitopatólogos e investigadores de malezas concuerdan en que la intensificación que ha acompañado al crecimiento de la agricultura ha promovido prácticas que favorecen las plagas de insectos, malezas y enfermedades (Altieri, 1997) .

La acción perturbadora del hombre ha reducido la extensión de los hábitats de los insectos, lo que los enfrenta a un problema de conservación, derivados de esa nueva configuración espacial de los fragmentos que sobreviven, por lo que resulta importante considerar que las plagas menos ágiles y monófagas son buenas candidatas para alcanzar proporciones de epidemias según aumenta el monocultivo.

Considerando lo expuesto anteriormente, se realizó el presente trabajo con el objetivo de conocer las principales malezas hospedantes de los insectos perjudiciales a la caña de azúcar en Cuba así como de algunos géneros cuarentenados como premisa para la elaboración de un programa de manejo integrado.

DESARROLLO

En Cuba están listadas 103 especies de insectos perjudiciales a la caña de azúcar, de ellas presentan el mayor problema las de los ordenes Lepidoptera, Homoptera y Coleoptera. La historia nos ha provisto de numerosos ejemplos de insectos insignificantes que se convierten en plagas al introducir cambios en el entorno. Muchas de estas especies no han sido lo suficientemente abordadas por carecer de importancia económica; sin embargo, existen malezas frecuentes en el cultivo que resultan ser plantas hospederas. Esto indica que las malezas pueden influir en la diversidad y abundancia de los insectos herbívoros y enemigos naturales asociados a los sistemas de cultivo. De acuerdo a lo informado hasta el presente el 16 % de los insectos plagas en nuestro país utilizan como hospedantes a las malezas y como cultivo económico al maíz (*Zea mays* L)

Tabla 1. Insectos plagas con mayor número de plantas hospederas reportadas en Cuba.

INSECTOS PLAGAS	ORDEN	FAMILIA	No. de malezas hospederas
Diatraea saccharalis Fab.	Lepidoptera	Piralidae	12
Mocis spp.	Lepidoptera	Noctuidae	12
Spodoptera frugiperda S y A	Lepidoptera	Noctuidae	5
Elamopalpus lignosellus Zeller	Lepidoptera	Piralidae	7
Prosapia bicinta fraterna Uhler	Homoptera	Cercopidae	4
Hortensia similis Walker	Homoptera	Cicadellidae	6
Rhopalosiphum maidis (Fitch)	Homoptera	Aphididae	12
Sipha flava (Forbes)	Homoptera	Aphididae	11

Cuatro especies homópteras, entre ellas, *Rhopalosiphum maidis* (Futch) son reconocidas en el mundo como vectores eficaces del virus del mosaico de la caña de azúcar, por lo que las malezas que lo hospedan se convierten además, en reservas virosas.

Si a ello se añade, que el 52 % de las malezas hospederas de insectos plagas están consideradas como de mucha incidencia y difícil erradicación (Martín y col, 1987) originan un doble problema al agricultor, ya que disminuyen el rendimiento de su área y ocasionan gastos para su erradicación.

El maíz es otra de las gramíneas a la que se le debe prestar interés por ser el cultivo económico que mayor número de plagas de la caña hospeda (fig.1). Las poaceas, como se puede observar son excelentes hospederas.

Figura 1. Malezas hospederas de insectos plagas de la Caña de Azúcar

Es difícil conocer con exactitud el nombre de muchas especies de malezas hospederas ya que los autores las refieren a otras poaceas, gramíneas, pastos o sencillamente hierbas.

Hasta el momento el orden mas representado en las malezas cercanas a la caña en Cuba es el homóptero, donde se han listado 53 especies (Naranjo y col, 1988).

La diversidad de malezas presente en nuestros campos puede además hospedar a plagas de insectos que no existen en Cuba, pero que se registran en países europeos, en el área de Centro América y el Caribe.

Los géneros cuarentenados: ***Perkinsiella, Aeneolamia, Sesamia*** y ***Chilo*** tienen como plantas hospederas el 35 % de las consideradas como malezas en Cuba, destacándose algunas que se exponen en la tabla 2.

Tabla 2. Relación de insectos exóticos y principales malezas hospederas en Cuba.

ESPECIES DE MALEZAS	G É N E R O S			
	Perkinsiella	*Aeneolamia*	*Sesamia*	*Chilo*
**Panicum maximum* Jacq	X	X	X	X
**Paspalum conjugatum* Berg.	X		X	
* *Sorgum halepense* (L) Pers.	X		X	X
Zea mays L	X	X	X	X
Digitaria decumbens Stewt.		X		
Brachiaria mutica (Forsk) Stapf.		X		

Erianthus maximum	X			
* *Andropogon sp*	X			
* *Cynodon dactylon* (L) Pers.				X
* *Cyperus rotundus* L.			X	X

* especies de mucha incidencia y difícil erradicación.

El género *Perkinsiella* incluye tres especies que hasta el presente se consideran vectores del virus, que provoca la llamada "Enfermedad de Fiji" estimada como una de las patologías mas devastadoras del cultivo. *Aeneolamia* presenta seis especies informadas como plagas de importancia en países del área ocasionando daños de consideración. Los géneros *Sesamia* y *Chilo* (Orden Lepidoptera) barrenadores del tallo de la caña, agrupan cuatro y tres especies respectivamente.

Todas estas especies constituyen un peligro potencial para nuestro país ya que está comprobado que no existen barreras naturales que impidan la diseminación de agentes nocivos, por lo que resulta importante conocer y mantener bajo vigilancia sistemática aquellos cultivos que puedan servir de reservorio natural, como política de cuarentena.

CONCLUSIONES

- El presente trabajo demuestra la necesidad de intensificar los estudios de diversidad biológica de los sistemas, como base fundamental de la protección agroecológica y la prevención de daños económicos.

REFERENCIAS

Altieri, A.M. (1997), Agroecología. Bases Científicas para una agricultura sustentable. Editorial CLADES. 249p

De Faz y Fernández, C. A. (1983),. Principios de Protección de Plantas. Edición Científico Técnica 601p

González, F. J .(2000), Indicadores ecológicos de la comunidad de insectos fotofílicos de un agroecosistema dedicado a caña de azúcar. *Tesis* en opción al grado de Dr. en Ciencias Agrícolas.

HidalgoGato, M.M.; R. Rodríguez, N.E. Ricard, H Ferras. (1999), Population dynamics of cicadellidae (Homoptera: Cicadellidae) in a sugarcane agroecosystem of Cuba. *Revista Biología Tropical* Vol.47 No. 3, pp. 503-511

Holfman, J. (1974), Los áfidos de Cuba. Instituto Cubano del Libro, 304p..

Mendoza , H.F., J. Gómez S. (1982), Principales insectos que atacan a las plantas económicas de Cuba. Editorial Pueblo y Educación. pp. 304 .

Martín, O., G. Gálvez, R. De armas, R. Espinosa, R. Vigoa y a. León (1987), La Caña de Azúcar en Cuba. Editorial Científico Técnica, . 672p..

Morales N. Y R. Martínez. (1999), Distribución de plantas indeseables en plantaciones cañeras de la UBPC San Juan del CAI "Cristino Naranjo" provincia Holguín. *Encuentro Nacional de Ciencias de Malezas, I*. Resúmenes

Naranjo L.C; Bárbara Guerra, Isis Bello. (1988), Análisis entomofaunístico en cinco zonas cañeras de la provincia Santiago. *Jornada Científica EPICA* Santiago de Cuba. Resúmenes

MANEJO DE LAS CEPAS Y VARIEDADES DE CAÑA DE AZÚCAR DURANTE EL PERIODO 1992-2000 EN LA PROVINCIA HOLGUÍN.

Peña Fonseca, Liet
Rodríguez Zayas José
Cruz Sarmiento, Rubisel

Estación Provincial de Investigaciones de la Caña de Azúcar (EPICA). Holguín.
E-mail: secsubdagricola@delegacion.hl.minaz.cu

ABSTRACT

In the work the behaviour of the main varieties of sugarcane during the 1992-2000 period was analysed in the Holguín province, whose data were tried by means of an ANOVA of randomized complete block and corresponding test of Newman Keuls to the sources of variation with significant differences; additionaly, was kept in mind the index short cycle/ long cycle during the stage. Differences were detected significant highly between stumps in the variables % of planted area and yield, also being for this last in the varieties. The results to close that the stumps of high yield didn't have associates positively with the volumes of higher crops (rs = -0.33 NS), which it suggest a handling not good, nevertheless to association short cycle/ long cycle was adapted (1.95). The remained springs were superiors in yield to the colds stumps and these that the remained sprouts (long cycles) and their higher group that, the short cycles. As for the agricultural yield stands out the following varieties for this order: C 86-503, C87-51, C1051-73, C120-78, C323-68 and C266-70, between which statistical differences were not appreciated, they in low degree were C568-75, CP52-43, Ja60-5, B7274, My5514 and Ja64-19. The reached results demonstrated, it is made necessary achieve a composition of stumps how it continue: Remained spring (5%), remained sprouts (15%), colds (20%), ratoon (25%) and sprouts (35%) and eliminate the plantations of spring of the year.

INTRODUCCIÓN

La introducción en la producción de nuevas variedades superiores con rendimientos altos, estables, económicos y menos exigentes a las condiciones edafoclimáticas para su desarrollo vegetativo que las existentes en explotación, constituye uno de los factores que incrementa sustancialmente los rendimientos potenciales disminuyendo los aspectos negativos de la declinación de las variedades en producción (Milanés y Andérez, 1975), y es el que facilita en medida considerable, implementar un programa de siembras y cosechas para realizar zafras cada vez superiores (Andérez, 1973). En tal sentido y con la experiencia de investigadores y productores cañeros en la provincia de Holguín, en las últimas tres décadas, han convertido al conocimiento del uso y manejo de las variedades y su correcta ubicación, en una tecnología de singular importancia para el incremento de la productividad

y consecuentemente la reducción de los costos, teniendo muy en cuenta entre otros aspectos, el uso y manejo de las cepas y de las variedades.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los datos de liquidación de las zafras 1992 – 2000 en al provincia de Holguín sirvieron de base para este trabajo; los cuales fueron ordenados en ficheros para los ANOVA correspondientes a las variables porcentaje de área (transformados en arc V %), rendimiento agrícola (@ / cab). Las cepas y variedades analizadas fueron las siguientes:

Cepas		**Variedades**	
Primavera quedada	C1	1. C120-78	7. C87-51
Retoños quedados	C2	2. C86-503	8. Ja60-5
Fríos	C3	3. C323-68	9. My5514
Socas	C4	4. C266-70	10. B7274
Retoños	C5	5. C1051-73	11. C568-75
Primavera del año	C6	6. CP52-43	12. Ja64-19

Adicionalmente se calcularon coeficientes de correlación de rangos de Sperman (Lerch,1969) y asociaciones ciclo corto / ciclo largo (Argota y col, 2001). Además se tuvo en cuenta el promedio de todas las cepas en las tpol / Cab.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla 1 reflejamos el resultado del ANOVA, donde se aprecian diferencias altamente significativas entre cepas en las variables porcentaje de área y rendimiento agrícola, resultando así también para esta última, respecto a las variedades, lo que se corresponde con lo reportado por la literatura internacional.

Tabla 1. Resultados del ANOVA de aleatorización completa a las variables porcentaje de área y rendimiento agrícola de las variedades y cepas en la provincia Holguín (período 1992 – 2000).

Fuentes de variación	**GL**	**% de área**		**Rendimiento**	
		CM	**Sig.**	**CM**	**Sig.**

Total	71	239.96	-	1.26	-
Variedades	11	6.58	NS	0.80	***
Cepas	5	2880.69	***	15.09	***
Error	55	46.57	-	0.10	-
DE			6.82		0.31
CV			30.70		4.4

NS – No significativo. *** - Significativo al 0.01 % D.E – Desviación estándar. CV- Coeficiente de variación

En la figura 1 se puede ver el comportamiento de las cepas en ambas variables estudiadas, entre las que no se probaron relaciones estadísticas significativas (rs= - 0.33 NS), pero sí una tendencia negativa, reflejo de un manejo no óptimo de las mismas, a pesar de una apropiada asociación ciclo corto / ciclo largo (1.95). El rendimiento más alto correspondió a las primaveras quedadas, seguida de los fríos, luego con similar comportamiento los retoños quedados y retoños, superiores a socas y primaveras, siendo estos dos últimos estadísticamente equivalentes. Estos resultados coinciden co obtenidos por Acosta (2001) y Velásquez y Anache (2001).

rs= -0.33 NS

CC/CL= 1.95

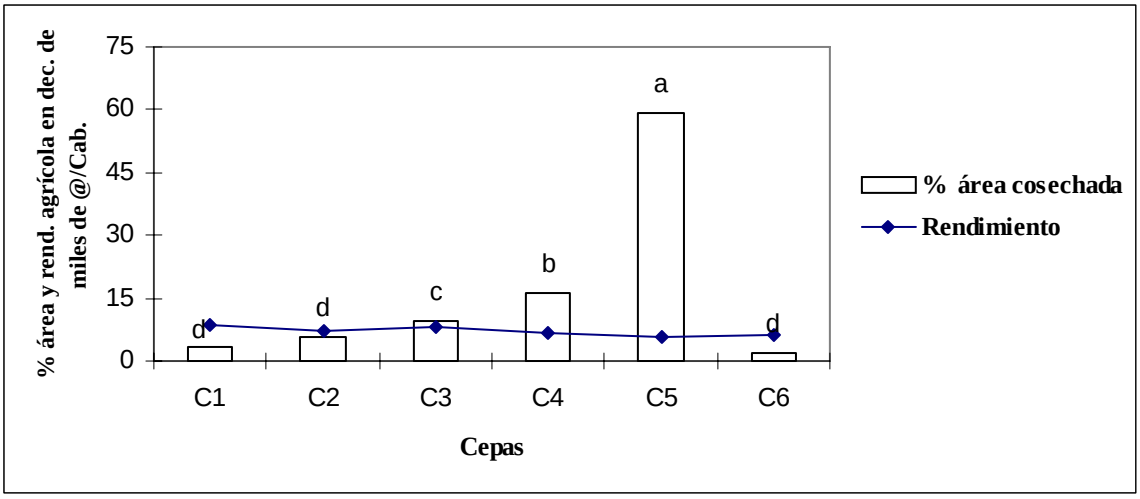


Fig. 1. Comportamiento del porcentaje de área cosechada y el rendimiento agrícola.

La figura 2 permite observar que seis variedades se destacan en el rendimiento agrícola en la provincia: C86-503, C87-51,C1051-73,C120-78,C323-68 y C266-70; valores por debajo de 3000 @/cab. respecto a las anteriores se aprecian en la C568-75, CP52-43, Ja60-5, B7274, My5514 y Ja64-19. En este grupo, se conoce muy bien las limitaciones fitosanitarias de la Ja60-5 y los daños que le ocasiona en sus rendimientos (Rodríguez y Contreras, 1994).

Complementariamente, en la curva de las Tpol / Cab, correspondiente a la misma figura se observa que el valor numéricamente más alto lo obtuvo la variedad C1051-73 y C87-51, seguida muy de cerca por C86-503, debido a su alto componente agrícola y C120-78, cuyo potencial se nota con tendencia a reducirse por efecto de RSD, roya común, carbón (Chinea y Piñón, 1999); las variedades CP52-43 y Ja60-5 mantienen valores aceptables en esta variable y las de más bajos resultados fueron: C568-75, B7274 y Ja64-19, estos coinciden con los reportados por Velázquez y Anache (2001), para el grupo, aunque difieren respecto a la C1051-73, la cual en el CAI Guatemala no tuvo buen comportamiento debido a los efectos de sequía en este territorio. El buen manejo varietal en la provincia de Holguín (Argota y Col, 1999) ha permitido mantener altas producciones en el territorio durante las últimas zafras, alrededor de 40 000000 arrobas de caña y un rendimiento medio de 10.21 base 96 ^{0}.

rs = 0.873 **

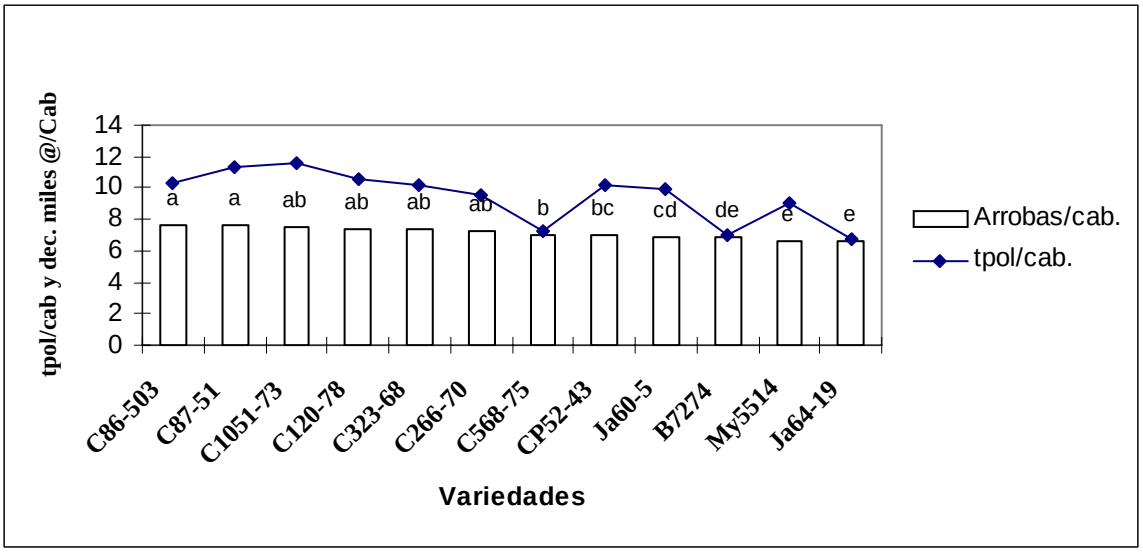


Fig. 2. Resultado agroindustrial de las variedades en producción de la provincia de Holguín.
Período 1992 – 2000.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos y analizados arribamos a las siguientes conclusiones y recomendaciones.

- ✓ ✓ Se encontraron diferencias altamente significativas en las variables porcentaje de área y rendimiento agrícola, resultando así también para esta última, respecto a las variedades. Entre cepas no se encontró asociaciones significativas respecto a las variables porcentaje de área cosechada y rendimiento, aunque sí una tendencia negativa (rs = - 0.33; NS) lo que sugiere un manejo de cepas no óptimo, a pesar de que la relación ciclo corto/ ciclo corto (1.95), resultó adecuada. El comportamiento resultó ser de la siguiente forma PQ > F > RQ > S > P > R.
- ✓ ✓ Las variedades más destacadas por su tonelaje en caña fueron: C 86-503, C87-51, C1051-73, C120-78, C323-68 y C266-70. Las curvas de Tpol / Cab, mantienen el buen comportamiento de las cuatro primeras, liderada por las altamente azucareras C1051-73, C87-51 y seguidas muy de cerca por C86-503 y C120-78. Las variedades CP52-43 y Ja60-5 mantuvieron valores aceptables en esta variable.
- ✓ ✓ El buen manejo varietal en la provincia Holguín ha permitido mantener altas producciones de azúcar en el territorio en las últimas zafras; para continuar, recomendamos alcanzar una composición de cepas como sigue: Primavera quedada (5%), Retoño quedado (15%), Socas (20%), Retoños (35%) y evitar las plantaciones de primavera del año

REFERENCIAS

Acosta, P.P. (2001). “Compendio Agroindustrial de la Caña de Azúcar en Cuba”. Tomado de varios autores. MINAZ. Enero del 2001.

Argota, A., Col, (1999). “Introducción de nuevas variedades y su impacto en la producción azucarera”.

Andérez, M. (1973). “Las variedades de caña de azúcar en Cuba (I)”. *Ser. Caña azúcar*., ACC., La Habana, pp.3-15.

Chinea, A., Piñón, D.(1999). “Panorama Fitopatológico de la caña de azúcar en Cuba”. En: *Jornada Científica 35 Aniversario INICA*. pp.63.

Lerch, G. (1969). La experimentación agrícola. Edic. *Rev. Cuba* .pp.438.

Milanés, N., Andérez, M. (1975). “Declinación de los rendimientos de la variedad de caña de azúcar POJ 2878 en Cuba”. *Rev. Agricultura*. ACC, La Habana. pp. 47-62.

Rodríguez, J., Contreras, (1994). “Daños del carbón de la caña de azúcar sobre los rendimientos de las variedades comerciales en Holguín durante el período 1989 – 1992”.

Velásquez, F., Anache, S. (2001). “Influencia de la composición de cepas y variedades en los rendimientos del CAI Guatemala”. *Trabajo de Diploma*

MANEJO DE VARIEDADES, UN EJERCICIO DE EVALUACIÓN DE TIERRAS

Vega, Armando Dr.
Zambrano, Yumarys
González, Rolando. Dr.

Instituto Nacional de Investigaciones de la Caña de Azúcar. Ave: Van Troi No17203.Boyeros. Ciudad de La Habana. Cuba.
E-mail: vega@inica.edu.cu

INTRODUCCIÓN

El modelo de la revolución verde de los años 60 ha cedido terreno debido al encarecimiento de los insumos y el deterioro ambiental, produciendo un cambio en la estrategia de mejora hacia la búsqueda de variedades adaptadas a ambientes desfavorables, (bajos insumos), con características tales como: el aprovechamiento mayor del agua, el nitrógeno y el fósforo, la alta calidad fotosintética y la tolerancia a condiciones de estrés (Cornide, 2002). El uso de esta estrategia se basa en la aplicación de tecnologías eficientes de manejo varietal, es decir emplear las variedades más eficientes en cada ambiente.

Así, una adecuada caracterización de las diferentes características y cualidades edafoclimáticos y de manejo agronómico de cada unidad mínima agrícola, destinada al cultivo de la caña de azúcar, deberá constituir un punto de partida para la decisión de la variedad a ubicar para garantizar resultados económicamente ventajosos, pues se conoce que las condiciones ambientarles condicionan los niveles de rendimiento.

En tales circunstancias, para lograr el efecto positivo derivado de un correcto empleo y manejo de las variedades, se precisa contar con un sistema de introducción de variedades y producción de semilla que garantice, en el tiempo previsto y con la calidad requerida, las demandas de las diferentes unidades productivas. Para alcanzar dicho propósito el INICA cuenta con un Servicio de Variedades y Semillas (SERVAS**)**

Hacer coincidir la variedad apropiada para una localidad específica no es más que un ejercicio de Evaluación de Tierras a un subnivel limitado a una especie única. Algunas definiciones de partida necesarias serán ofrecidas a continuación según el Sistema de Evaluación de Tierras seguido por la FAO .

- **Tierra:** *"Una zona de la superficie del planeta cuyas características abarcan todos los atributos estables o predecibles cíclicos de la biosfera verticalmente por encima y por debajo de esta zona, incluidos la atmósfera, el suelo, la geología, hidrología, población vegetal y animal y los resultados de la actividad humana pasada y presente, en la amplitud en que estos atributos ejercen una influencia significativa sobre los usos presentes y futuros de la tierra por el hombre".*
- **Unidades de Tierra (UT).** *Áreas homogéneas en características o cualidades que afectan el uso de la tierra. Puede ser un área integrada o varias unidades con factores parciales (suelo, clima, relieve, etc.).*

- **Tipo de uso de la Tierra (TUT).** *"Forma de producción rural, señalando especificaciones técnicas dentro de un marco socioeconómico. Es un medio para la evaluación de tierras aunque también un producto de ella"*.
- **Característica.** *Atributo de la tierra medible o estimable.*
- **Cualidad.** *Atributo complejo de la tierra que actúa de manera distintiva en su influencia sobre la aptitud de la tierra sobre una clase específica de uso.*

Un Programa automatizado para la ubicación de variedades comerciales en áreas de producción (SELVAR) (Vega et. al. 1994), se encarga de cuantificar la correspondencia entre la caracterización del bloque o unidad de tierra y la variedad o tipo de uso de la tierra.

Adecuación conceptual de un dispositivo de ubicación de variedades de caña de azúcar a los principios del sistema adoptado por la FAO para la evaluación de Tierras.

Es obvio que se impone durante un primer análisis el ajuste dimensional o alcance de los objetivos del proyecto, puesto que una primera aproximación (la más general posible), conllevaría al estudio y propuestas de usos agrícolas o no agrícolas (minería, turismo, enclaves urbanos, etc.) Una segunda aproximación ya descartados los **TUTs** no agrícolas, estaría al nivel de definiciones macro dentro de las esferas agrícolas (producción pecuaria, cultivos permanentes, agricultura de regadío, etc.), surgiendo los esquemas y sistemas de evaluación de tierras forestales (FAO, 1984), tierras para pastoreo extensivo y otros comprendidos en sistemas para la evaluación de tierras para el desarrollo agrícola .

La evaluación de tierras parte de premisas que enmarcan o limitan de alguna manera las opciones de **TUTs** posibles. Las premisas fijadas por las condiciones actuales en el marco de desarrollo técnico y socioeconómico de la agricultura cañera cubana para realizar un ejercicio de evaluación de tierras ajustado a los límites de la utilización óptima de un stock de variedades de caña de azúcar con grandes diferencias en cuanto a su respuesta al ambiente o combinación de factores ambientales (léase cualidades o características de las **UT**) están dadas por:

- El manejo y definición del fondo de tierra disponible en el caso de extensiones grandes (áreas tributarias a un ingenio)
- La aptitud agroproductiva de los suelos para el cultivo de la caña de azúcar[1[1][1]].

Esta última premisa que a la vez es una cualidad muy compleja de los suelos y que se convierte en un medio para la evaluación de tierras es también un producto de ella, puesto que constituye el primer análisis de la parte de la información correspondiente y la base para el rechazo o aceptación de las **UT** que serán consideradas en la asignación de los **TUTs** posibles (variedades de caña de azúcar).

Etapas en la planificación del uso de la tierra.

1. **Reconocer la necesidad de un cambio de TUT.** Los diagnósticos más conservadores arrojan sólo el 40 % de variedades correctamente ubicadas independientemente del porcentaje de no-aptitud del suelo.

[1[1][1]] Es a la vez un medio y un producto de la evaluación de tierras

2. **Identificación de los objetivos.** Basados en la necesidad de una explotación máxima del potencial exhibido por cada variedad en las circunstancias de una combinación de factores edafoclimáticos dadas.
3. **Formulación de propuestas.**
4. **Comparar y evaluar cada UT con relación a los TUT contemplados**. Es el ejercicio científico técnico más importante y cuya consecuencia es la recomendación de los usos más apropiados (en este caso variedades). Por medios manuales, semiautomatizados y automatizados.
5. **Selecciónale TUT para cada UT.**
6. **Diseño del proyecto general con diferentes alternativas.** El proyecto varietal contempla los balances varietales por cualidad o características excluyentes y permite la corrección de estructuras inadecuadas.
7. **Decisión de implementación.**
8. **Implementación.**
9. **Monitoreo.**

La ubicación de variedades cumple todos los principios básicos de una evaluación de tierras, puesto que además de requerir un enfoque multidisciplinario, la apropiabilidad de la tierra se evalúa con relación a clases específicas de uso (variedades) en la que se consideran los beneficios probables y con un enfoque de uso sostenido.

Evaluación cualitativa de la tierra y evaluación de la importancia de estas cualidades.

La evaluación cualitativa de la tierra se realiza a través de sus características y/o cualidades que tienen efectos sobre los usos posibles en el marco del análisis de que se trate, de los cuales existen valores críticos que pueden ser obtenibles es el siguiente:

Tabla 1: Criterios utilizados para la elección de cualidades relevantes.

EFECTOS SOBRE EL USO DE LA TIERRA (EUT)	**EXISTENCIA DE VALORES CRÍTICOS (EVC)**				**DISPONIBILIDAD DE INFORMACIÓN (DI)**
		Frecuente	***Poco Frecuente***	***Raro o inexistente***	
	Importante	1	2	3 B	***Obtenible***
		3 C	3 C	3 C	***No obtenible***
	Moderado	2	2 ó 3	3 B	***Obtenible***
		3 C	3 C	3 B	***No obtenible***
	No Importan	3 A	3 A	3 B	***Obtenible***

	te	3 C	3 C	4 C	***Obtenible***	

Una evaluación de las características y/o cualidades empleadas para la evaluación de tierras para variedades adoptando este Sistema (Vega et. al. 1999ª), permite calibrar la ecuación lineal que responde a la función que cuantifica la apropiabilidad de cada variedad para cada unidad de tierra de la siguiente manera.

Tabla 2: Criterios de relevancia para las cualidades principales en la ubicación de variedades.

i	**Función de Relación $C_i(x,y)$**	**Características o Cualidades**	**Criterios según FAO, 1985**
1	$C_1(x,y)$	Drenaje	1
2	$C_2(x,y)$	Régimen pluviométrico	1
3	$C_3(x,y)$	Mecanización	2-3A
4	$C_4(x,y)$	Época de Siembra	1
5	$C_5(x,y)$	Salinidad	2-3B
6	$C_6(x,y)$	Incidencia del Carbón	2
7	$C_7(x,y)$	Incidencia del Bórer	3ª
8	$C_8(x,y)$	Incidencia de la Roya	3A
9	$C_9(x,y)$	Fertilidad	1
10	$C_{10}(x,y)$	Tipo de Suelo	1

Función lineal para la confrontación y harmonización

La interacción entre el Bloque (**UT**) y la Variedad (**TUT**) (Interacción genotipo-ambiente) es cuantificada por la siguiente función **F** que depende del bloque "**x**" y de la variedad "**y**":

$$\mathbf{F(x,y)} \left(\sum_{i=1}^{n} \alpha_i C_i(x,y) \Big/ \sum_{i=1\,p}^{n} \right) \mathbf{100}$$

Donde:

- $C_1(x,y)$. $0 \leq C_i(x,y) \leq 1$para (i =1,2…,N) , son las funciones de relación entre el bloque X y la variedades Y.
- $0 \leq \propto_i \leq 1$ 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.

$$\mathbf{F(x,y) = (\alpha_1 C_1(x,y) + \alpha_2 C_2(x,y) + \alpha_3 C_3(x,y) + \ldots\ldots + \alpha_{13} C_{13}(x,y)) \; 100/alfa}$$

$$\mathbf{Alfa = \alpha_1 + \alpha_2 + \ldots. + \alpha_{13}}$$

Alfa pues constituye el coeficiente de ponderación de la importancia relativa de la cualidad, en gran medida por los criterios de relevancia (Tabla 3) y entonces C_i constituyen las funciones de relación y harmonización y un ejemplo de su status aparece en una de las

pantallas de calibración del sofware constituido a tal efecto (**SELVAR**) (Vega et. al.1999b)

como se muestra a continuación:

El software finalmente señala los tres **TUTs** (variedades), más beneficiados en la confrontación, recomendando el de máxima puntuación como se muestra a continuación en otra de las pantallas de salida del **SELVAR**:

Los pasos posteriores pueden escapar en cierto modo al esquema general puesto que un balance varietal a escala macro generalmente exige concesiones a escala micro debido a requisitos de seguridad fitosanitarias y exigencias operativas de la cosecha.

REFERENCIAS

Cornide, M. T., 2002. Genética Vegetal en: Cuba. Amanecer del tercer milenio. (Castro, F.). Ed. Debate. 414p. Madrid.

FAO 1984. Evaluación de tierras forestales. Papel Forestal No. 48 Roma.

Vega, A y G. Loret de Mola 1994. SELVAR, Programa automatizado para la ubicación de variedades. Vega, A. y R,M. González, 1999. Instructivo. “Caracterización cualitativa de las unidades de tierra”. Curso para profesores del SERVAS. CNCA. La Habana.

METODOLOGÍA PARA LA DESINFECCIÓN DE LA SEMILLA BOTÁNICA DE LA CAÑA DE AZÚCAR CON EL PRODUCTO BIOLÓGICO GLUTICID

Alfonso, Isabel*
Villa Pilar **
Rivera, Ma. Julia *

* Instituto Nacional de Investigaciones de la Caña de Azúcar (INICA),MINAZ
E mail: iat1947@yahoo.com
**Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA),MINAZ

ABSTRACT

The obtention of news resistants sugarcane varieties is very important for the cuban economy. The Genetic Breeding Sugarcane Programs are affected by the actions of many fungal diseases, that not only caused poor germination and viability, but also the depress the seed production in hardly the 15%. *Drechslera* and *Curvularia* are the most frequents and pathogenic fungus that affects the sugarcane botanical seeds in Cuba, so the objetive of our work was to study the antagonic effect of a cuban biological product, GLUTICID, against these genera. The study was made in controled conditions *"in vitro"* and *"in vivo"* with differents bioproduct concentration (50, 125, 200 and 250 ppm), fungus species (*Curvularia gudauskasii, C. senegalensis, C. trifolii* and *Drechslera spicifera*) and seeds of the breeding B6368x Ja64-19. The results show an inhibitory effect of the bioproduct GLUTICD over the growth of the four isolates of the fungus evaluated; limiting the micelial growth and conidial germination, we also observe a reduction of the contaminants fungus *"in vivo"*. In these work we recommend the use of these biological product by control of these fungus in sugarcane botanical seeds.

INTRODUCCIÓN

Uno de los más graves problemas que presentan los Programas de Mejoramiento Genético y de Obtención de Variedades de Caña de Azúcar es la pobre germinación y baja viabilidad de la semilla, donde influyen notablemente factores genéticos, fisiológicos y patológicos, siendo estos últimos uno de los más importantes (Mena y Fernández, 1993). En los trabajos realizados por Alfonso (1999) se reporta que en Cuba anualmente se obtienen cerca de 400 000 posturas con un promedio de 30 posturas por gramo de semilla, registrándose perdidas hasta del 15 % por estas causas.

En la semilla botánica los hongos fitopatógenos más frecuentes son: *Alternaria*, *Curvularia*, *Drechslera* y *Fusarium;* confirmándose como más virulentos las especies de los géneros *Curvularia* y *Drechslera*. (López, 1999; Fernández y col., 1992). Los daños

causados por estos hongos a la semilla botánica de la caña de azúcar, hace que se busquen nuevas alternativas para su eliminación, estando entre estas el empleo de productos biológicos efectivos, inocuos, menos costosos y que sustituyan los medios químicos.

En el Instituto Nacional de Investigaciones de Sanidad Vegetal (INISAV) se ha demostrado que el producto biológico GLUTICID obtenido por el Instituto Cubano de Investigaciones de Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA), conteniendo metabolitos antimicrobianos y sideróforos de *Pseudomonas aeruginosa* PSS controla enfermedades fungosas en papa, tomate, pimiento y tabaco (Stefanova, 1999). Dado estos antecedentes el Instituto Nacional de Investigaciones de la Caña de Azúcar (INICA) se propuso como objetivo la evaluación de este producto en el control de hongos fitopatógenos de la semilla botánica de la caña de azúcar y establecer la metodología de aplicación del mismo, con la finalidad de disminuir el uso de pesticidas químicos y aumentar la protección ambiental.

MATERIALES Y MÉTODOS

Obtención de los microorganismos que afectan la semilla botánica:En la Estación Provincial de la Caña de Azúcar (EPICA), en Jovellanos, Matanzas, se colectó semilla botánica, procedente del cruce biparental B6368 X Ja64-19. Para el experimento se emplearon placas Petri de 150 X 25 mm, en cada una de las cuales se colocaron 40 semillas a intervalos uniformes sobre cuatro capas humedecidas de papel de filtro. Las placas se sellaron con parafilm y se incubaron durante 13 días a 25 ± 2 ºC, con un régimen alterno de 12 horas de luz y 12 horas de oscuridad. Posteriormente, se examinaron las semillas al microscopio estereoscópico y se hicieron preparaciones que fueron analizadas al microscopio óptico Olympus BH-2. Parte de este material fue transferido a medio de cultivo papa-dextrosa agar para el aislamiento de los hongos.

Evaluación de GLUTICID: Es un polvo grisáceo fino, soluble en agua que contiene metabolitos secundarios, entre ellos sideróforos del tipo Pioverdin, metabolitos antifúngicos que presentan grupos fenólicos, con un pH 5,4 un peso seco entre 93-95, y según las pruebas toxicológicas realizadas no es irritante a la piel y ojos, no se debe de ingerir.

“In vitro”

En placas Petri de 90x15 mm, conteniendo medio PDA se sembró un disco de 5 mm de diámetro, proveniente de cruces monospóricos de cada una de las especies, las cuales fueron empleadas como testigo. Siguiendo el mismo procedimiento, se sembró igual número en medio de cultivo con 3 concentraciones del producto(50, 125, y 250 ppm). Las placas se incubaron a 28 ± 2ºC de temperatura. El crecimiento micelial se midió cada tres días, hasta que el testigo cubrió totalmente las placas.

“In vivo”

Teniendo en cuenta la frecuencia de aparición de los hongos fitopatógenos, se evalúo la efectividad del GLUTICID (200 mg L^{-1}), según Stefanova *et al*.,(1999), en semilla botánica del cruce biparental B6368 x Ja 64-19, comparando con un testigo sin tratamiento y el desinfectante químico hipoclorito de sodio (0,06gL^{-1})concentración indicada para la desinfección del material vegetal.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las especies aisladas de semillas botánicas que presentaron mayor frecuencia de aparición fueron: *Curvularia gudauskasii* Morgan-Jones & G. W. Karr.,. *C. senegalensis* (Speg.) Subram., *C. trifolii* (Kauffman) Boedijn y *Drechslera spicifera (*Bainier) Arx. =*Bipolaris spicifera* (Bain.) , que se consideran de mayor patogenicidad y sobre estos hongos se evaluó el efecto de GLUTICID.

El porcentaje de germinación más alto de los conidios de *C. trifolii* y *D. spicifera,* se obtuvo en el testigo y a medida que aumentó la concentración la germinación fue decreciendo. La reducción de la germinación conidial se hizo más evidente en la especie *D. spicifera* (tabla 1).

Tabla 1- Efecto del producto biológico sobre la germinación de los conidios de *D. spicifera* y *C. trifolii.*

HongosPatógenos	**GERMINACION DE LOS CONIDIOS (%)**			
	Testigo	50mg/l	125mg/l	250mg/l
D. spicifera	98.69	94.73	94.15	92.92
C. trifolii	97.58	97.13	95.71	94.77

El producto biológico a las concentraciones de 50, 125 y 250 ppm ($mgL^{'1}$) ejerció una inhibición total del crecimiento micelial de *D. spicifera* en comparación al testigo (figura. 1). La acción antifúngica del biopreparado frente a esta especie, se debe al efecto sobre el hongo de los metabolitos presentes, tales como antibióticos y sideróforos. La inhibición del crecimiento del micelio de *C. trifolii* (figura. 2) empleando las 3 concentraciones fue drástica hasta los 9 días, sin embargo posteriormente en 50 $mgL^{'1}$ y 125 $mgL^{'1}$ se produjo una disminución micelial entre 85 y 90% respectivamente, mientras que a 250 $mgL^{'1}$ no se observó crecimiento

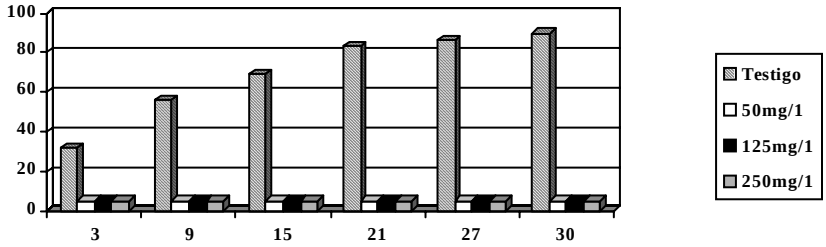


Fig 1. Influencia del producto biológico en el crecimiento micelial de *D. spicifera.*

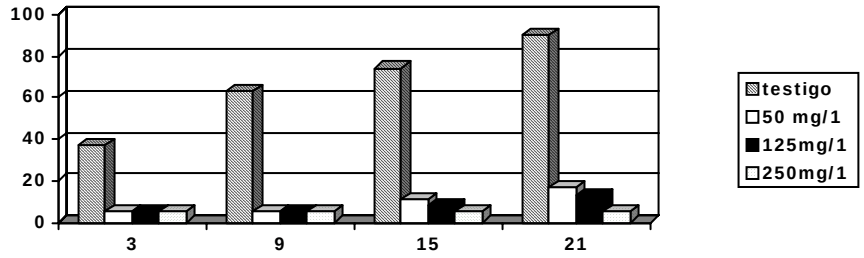


Fig. 2 Influencia del producto biológico en el crecimiento micelial de *C. trifolii*.

Se comprobó el efecto del GLUTICID conteniendo los metabolitos antimicrobianos y sideróforos del tipo Pioverdin a una concentración de 200 ppm (mgL^{-1})sobre las especies *Curvularia senegalensis* y *C. gudauskasi* donde los valores de los diámetros de las colonias para ambas especies disminuyeron de forma significativa en el medio envenenado Este resultado corrobora lo planteado anteriormente frente a *Drechslera spicifera* y *Curvularia trifolii*.

"In vivo" se observó a los 13 días una contaminación alta en el testigo (58,3%), con los géneros *Curvularia, Phoma, Ulocladium, Drechslera, Phitomyces, Nigrospora, Ustilago, Periconia,, y Veronaea*, siendo los cuatros primeros los de mayor frecuencia de aparición. En las tratadas con hipoclorito de sodio (38,5%) se detectaron *Curvularia, Phoma, Ulocladium, Drechslera* mientras que con el GLUTICID (2,5%) solo *Ulocladium*, lo que indica la efectividad de éste frente a *Dreschlera y Curvularia* presentes en el testigo y en el tratamiento químico, lo que corrobora los resultados obtenidos en los ensayos *"in vitro"*(figura. 3).

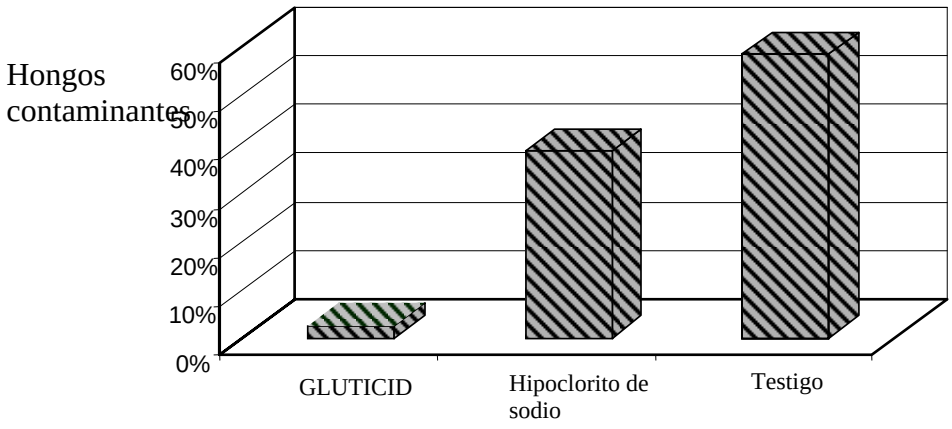


Fig 3. Efectividad del GLUTICID e hipoclorito de sodio en la protección de la semilla botánica.

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos se elaboró la metodología para la desinfección de la semilla botánica de la caña de azúcar con el producto biológico GLUTICID:

Preparación de una suspensión de GLUTICID en agua destilada estéril a 200 ppm ($mgL^{'1}$) e inmersión de las semillas durante 3 minutos. Colocar las semillas a intervalos uniformes en una placa Petri de 150 x 125 mm con el fondo cubierto por 4 capas de papel de filtro humedecido con agua destilada y estéril. Sellar las placas con parafilm o un similar para evitar contaminación externa y escape de humedad e incubar a temperatura de 25 ± 2^0C durante 13 días en régimen de 12 horas luz y 12 horas de oscuridad. Proceder de igual forma con semillas no tratadas con el producto biológico (Testigo) Se utilizan 4 placas por variantes con tres replicas por cruce .Observaciones microscópicas, aislamiento e identificarción de los hongos presentes. Comparar las placas testigos con las tratadas por GLUTICID. Analizar % de inhibición y /o la frecuencia de aparición de los hongos fitopatógenos.

CONCLUSIONES

El producto biológico GLUTICID con metabolitos del tipo Pioverdin y antimicrobianos de *Pseudomonas aeruginosa PSS*, brinda una alternativa importante en el control de las enfermedades producidas por hongos en la semilla botánica de la caña de azucar y contribuye a la disminución del uso de productos químicos con la consiguiente protección al ecosistema.

RECOMENDACIONES

Aplicar en los Centros de Hibridación del INICA el producto biológico GLUTICID para la desinfección de la semilla botánica de la caña de azúcar

REFERENCIAS

Alfonso, F. (1999). Informe Final de Proyecto de Investigación, INICA, 58 pp.

Fernández, L., R. Castañeda, F. Alfonso, J. Rodríguez y F. González (1992). *Abst. of Paper ISSCT*.
Tailandia (21): 158.

López, M. O. (1999). Tesis en opción al grado de Doctor en Ciencias Agrícolas, C. Habana, 95 pp.

Mena, J. y L. Fernández (1993). *Cuba. Rev. Iber. Micol*. Vol.10: 2-4.

Stefanova, M, Pérez, E, Cañizares L y Almendro J. (1999). Informe Interno. INISAV, 55 pp.

NUEVAS VARIEDADES DE CAÑA DE AZÚCAR PARA ESTUDIOS DE EXTENSIÓN EN EL NORDESTE HOLGUINERO

Evelio Fernández Poll
David Espinosa Durán
Liet Peña Fonseca
Mabel Romero Feria
Alberto Argota Zayas.

Estación Provincial de Investigaciones de la Caña Azúcar Holguín, INICA
E-mail: secsubdagricola@delegación.hl.minaz.cu

ABSTRACT

Presently work developed in the Provincial Station of Investigations of the Sugarcane of Holguín, the results of the varieties of Sugarcane in the regional studies are evaluated (C91-502, C91-516, C91-520 C91-522 next to the witness C120-78 in two localities (Guatemala and Nicaragua) in a same cycle of plantation and crop (cold). carried out to you 4 crops two plants and two sprouts. The variable tons of cane/há were evaluated, % of pol in cane, number of shafts for lineal meter and diameter of shafts. The varieties C91-502 C91-520 was those of better behaviour in the pol variables in cane and percentage of pol in cane in the other variable there were not significant differences. They also presented a better behaviour phytopatology that the witness C120-78, since the varieties in study were resistant to the rust and the coal in bottom of infection and artificial inoculation the same as in natural conditions, while the witness was susceptible in both cases.

INTRODUCCIÓN

Uno de los problemas más importante de la agricultura cañera es encontrar variedades capaces de resistir los daños causados por las enfermedades, los insectos y en especial los factores ecológicos adversos. El número de variedades precomerciales del país aumenta anualmente, debido al riguroso trabajo que se realiza en la búsqueda de nuevos genotipos de alto rendimiento agrícola e industrial. El estudio de las variedades que se llevan a los experimentos de regionalización bajo diferentes ciclos de siembra y cosecha y varias cepas, permite conocer el comportamiento de ellas en condiciones heterogéneas donde tendrán que desarrollarse aquellas que se recomiendan para su extensión a la producción. Armas y Reyes (1973). Pretendemos dar a conocer los resultados de las evaluaciones realizadas a las variedades del año 1991 en estudios de regionalización y su recomendación a las etapas superiores de selección.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para este trabajo fueron plantados dos experimentos en dos localidades de la provincia Holguín (Guatemala y Nicaragua), bajo un diseño de bloque s a l azar con tres réplicas con un área por parcelas de 48 m^2 (Castro, 1992), correspondiendo en ciclo de frío, donde se evaluaron los resultados de cuatro cosecha (dos en caña planta y dos de retoño), en vertisuelo en ambos casos. Se evaluaron los resultados de las variedades C91-502, C91-516, C91-520 y C91-522, comparadas con el testigo C120-78.
Se midió y determinó las t caña/ha, porcentaje de pol en caña, población (tallos / m.l) y diámetro de los tallos, según la metodología para la conducción de experimento de campo del Departamento de Mejoramiento Genético del INICA (1987).
A esto se le realizó un análisis de varianza combinado factorial, para el caso de las variables de cosecha y donde existieron diferencias significativas se le realizó la prueba Duncan al 5% de probabilidad del error.

Se efectuaron los chequeos fitopatológicos para evaluar los niveles de infestaciones por la roya común de la caña de azúcar (*Puccinia melanocephala*) en las variedades (Cornide, Sandoval y Alfonso, 1990). Para el carbón (*Ustílago scitaminea, Sydow*) se utilizaron los mismos procedimientos para ver los niveles de infección de las variedades (Pérez, González, Carvajal y Chinea, 1990).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados del ANOVA combinado factorial en las variables de cosecha se muestran en la tabla I, tomándose como fuente de variación las variedades, localidades, cepas y sus interacciones. En la variable t caña/ha, hubo diferencia muy significativa en todas las fuentes de variación excepto en localidades y la interacción variedad x cepa. En cuanto al porcentaje de pol en caña hubo diferencia muy significativa en variedades y las interacciones variedades x cepas y localidades x cepas y significativa en localidades y la interacción variedades x localidades, no hubo diferencias significativas en cepas y variedades x localidades x cepas. El número de tallos / ml no tuvo diferencias significativas en las localidades y sí muy significativo para las cepas, en las demás fuentes de variación no hubo diferencia significativa. En la variable de diámetro de los tallos no hubo diferencia significativa en ninguna fuente de variación.

Tabla No.1.Resultados de los ANOVA combinado factorial variedad x localidad x cepas.

		T caña/ha		**% pol en caña**		**No. Tallos/ml**		**Diámetro**	
F.V	G.L	C.M	Sig	C.M	Sig	C.M	Sig	C.M	Sig
Variedades	4	876.92	**	1.50	**	2.07	NS	NS	
Localidades	1	155.17	NS	1.53	*	9.62	*	NS	
Cepas	1	29065.09	**	0.46	NS	26.94	**	NS	
Var x Loc	4	476.57	**	0.63	*			NS	
Var. x Cep	1	132.29	NS	0.99	**			NS	
Loc. X Cepa	4	4542.97	**	1.93	**	3.60	NS	NS	

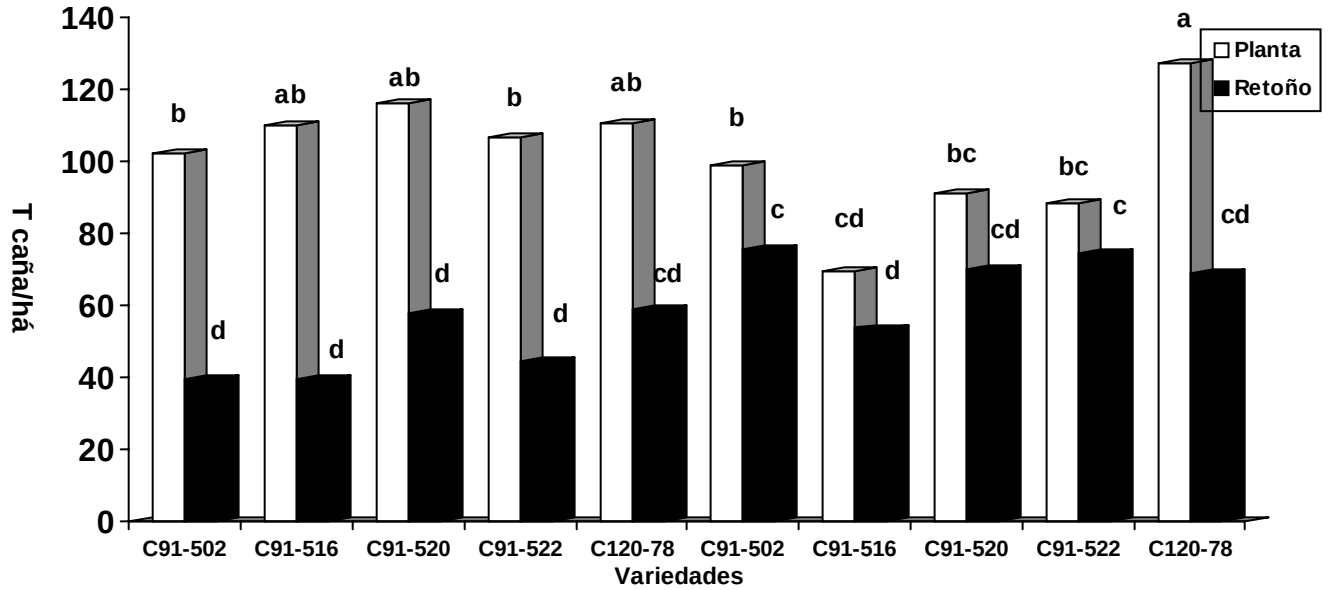
Var x Loc. x Cepa	4	423.59	**	0.16	NS			NS	

En la tabla II se muestra el comportamiento fitopatológico de las variedades, donde se observa su resistencia en condiciones naturales y en fondo de infección a la roya (Puccinia melanocephala), igual comportamiento presentó estas variedades al carbón de la caña de azúcar (Ustílago scitaminea), mientras que el testigo resultó susceptible en ambos casos.

Tabla II. Comportamiento fitopatológico de las variedades estudiadas.

	Roya		Carbón	
Variedades	**F.I**	**C.N**	**I.A**	**C.N**
C91-502	R	2	R	-
C91-516	R	2	R	-
C91-520	R	2	R	-
C91-522	R	2	R	-
C120-78	S	4	S	13

En la figura 1 se muestra la interacción de segundo orden en la variable t caña / ha, observándose que la C91-520 y C91-516 no difieren del testigo en caña planta Guatemala y las C91-522, C91-502 en caña planta tuvieron igual comportamiento al testigo de Guatemala. Las variedades de mejor comportamiento en esta variable fueron la C91-520, C91-522 y C91-502. La C91-522, C91-502, C91-520 en retoño en ambas localidades formaron grupo con el testigo al igual que la C91-516. Como podemos observar en todos los casos los resultados de caña planta son mayores en todas las variedades que los retoños, resultados que deben esperarse al poseer una mayor edad la planta que los retoños (17 meses para la planta y 10.5 para los retoños).



GUATEMALA	NICARAGUA

Fig. 1. Comportamiento de la interacción variedad x localidad x cepas en la variable t caña / ha

En la figura 2 se muestran los resultados de la interacción variedad x cepas, en la variable de porcentaje de pol en caña, donde se puede observar que las variedades C91-502 y C91-520 fueron las de mejores resultados al formar grupo superior en planta y retoño, al igual que C91-516 retoño y C91-522 planta.

Las demás formaron un segundo grupo incluyendo el testigo, cuando vemos el comportamiento individual de las variedades en cada ambiente vemos muy poca variación de esta variable cuando se estudian en localidades diferentes, lo que concuerda la repetibilidad de este carácter encontrado por González y col. (1982) estudiando poblaciones clonales.

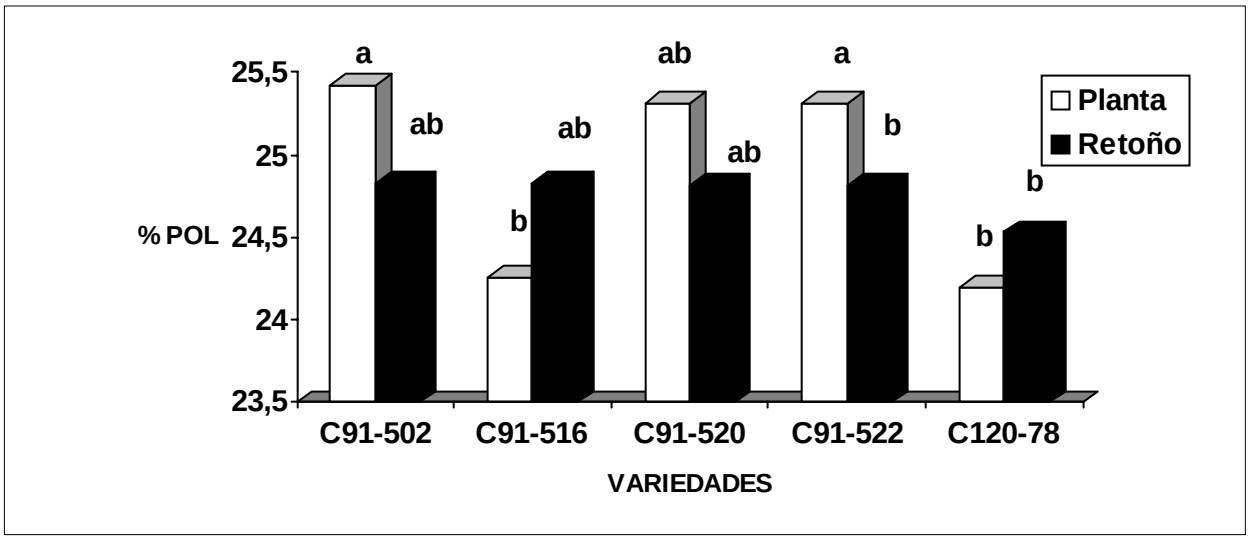


Fig 2. Comportamiento del porcentaje de pol en caña en la interacción variedad x cepas

En la figura 3 se muestran los resultados de la interacción localidad x cepas donde se puede observar que la caña planta de Guatemala fue superior significativamente que la planta de Nicaragua y los retoños que formaron grupo inferior. El bajo comportamiento de la caña planta de Nicaragua puede estar dado por la lluvia caída 2 meses antes de la cosecha, donde se aprecia la influencia negativa sobre esta variable en las precipitaciones previas a la cosecha, donde se aprecia la influencia negativas sobre esta variedad en las precipitaciones previas a la cosecha, planteado por Yates (1983).

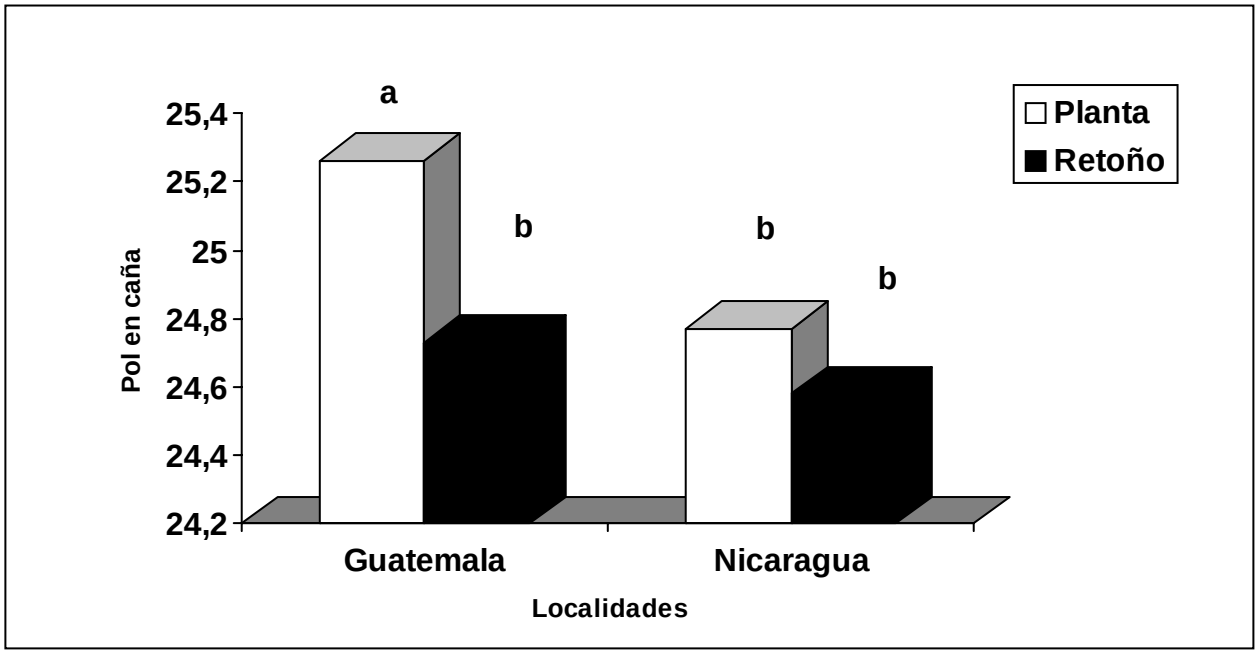


Fig. 3. Comportamiento del porcentaje de pol en caña en la interacción localidad x cepas

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

- ✓ ✓ Las variedades C91-502 y C91-522 fueron las de mejores resultados en caña planta y retoño en la variable de t caña / ha y porcentaje de pol en caña.
- ✓ ✓ Por los buenos resultados de estas variedades recomendamos sus estudios a extensión en los ciclos de primavera quedada y frío para el nordeste de la provincia de Holguín.

REFERENCIAS

Anon. (1979). Normas y procedimientos del mejoramiento genético de la caña de azúcar en Cuba.

Armas M. De y Reyes F. (1973). Estudio comparativo de cuatro variedades de caña de azúcar en tres ciclos de corte. Serie caña de azúcar. No.41. La Habana.

Castro S. P. (1992) Evaluación de ambientes y genotipos de caña de azúcar en la provincia de Holguín. Tesis para optar por el Grado de Doctor en Ciencias Agrícolas. pp. 119.

Cornide María Teresa, Ileana Sandobal e Isabel Alfonso (1990). Metodología para la prueba de resistencia a la roya de la caña de azúcar. MINAZ

González M, R. ; A. Vega; E. López y R. Corrales (1982). Asociación fenotípica entre caracteres en la etapa de lote clonal en caña de azúcar (s. Spp). Híbridos) 43 Congreso de la ATAC Tomo V. pp.209-222.

Pérez. V. L R. González, O. Carbajal y Chinea, A (1990). Metodología para la prueba de resistencia al carbón de a caña de azúcar.

Yates, R. A (1983). Influencia de las temperaturas y las precipitaciones fluviales previas a cosecha sobre la calidad de la caña. Memoria del XVIII Congreso de la ISSCT. Tomo I pp. 303-335.

NUEVAS VARIEDADES PARA REGIONALIZACIÓN EN LAS TUNAS

Castro Pérez, Sergio
Bodaño Estrada, Rolando

Estación Provincial de Investigaciones de la Caña de Azúcar. Carretera de Majibacoa. Las Tunas. Cuba

ABSTRACT

A group of 890 clones belonging to year 1996 serie was studied in clonal2 stage under Las Tunas experimental station conditions taking in account the plant cane and the first ratoom. Sixty one clones were selected and they were planted in seed plots for establishing the next studies in 2002. Selection percents over the average in thre selection stages(Seedlings, Clonal 1 and Clonal 2) were reached for seven parents combinations. The selected genotypes showed good results in yield and sucrose content.

INTRODUCCIÓN

La selección de nuevas variedades de caña de azúcar mejoradas para rendimiento, resistencia a plagas y enfermedades y adaptación a diferentes condiciones ambientales cobró en Cuba un impulso a partir de la década de 1980 que ha posibilitado un éxito sostenido en tal empeño. En este contexto se comenzó en Las Tunas un programa de mejora que comenzó a partir de 1985 desarrollando campañas anuales de selección desde los lotes de posturas hasta la recomendación de las variedades a la producción comercial. Como resultado de este trabajo se está introduciendo actualmente en esta provincia la variedad C85-403(Castro et al, 2001).

Como parte de esta actividad, durante la época de zafra del año 2001, se evaluaron los Lotes Clonales de las series 1999 y 1997 (LC1 y LC2 respectivamente) en caña planta, haciendo una preselección y cosechando para observar y seleccionar en retoño el próximo año. Se evaluaron para selección final el LC1-198 y LC2-196(Archivo Fitomejoramiento, 2001). En el presente trabajo se dan a conocer los resultados de selección correspondientes a la etapa de lote clonal 2 de la serie del año 1996(LC2-196) de donde salieron las variedades que se llevarán a estudios replicados en la red experimental de Las Tunas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se montó en áreas del bloque experimental de la EPICA el LC2-196 sobre un suelo Pardo con carbonato plastogénico en el bloque en que se encuentra el tendido eléctrico de alto voltage(RENTÉ) hacia su extremo oeste noroeste, siguiendo las normas metodológicas vigentes en Cuba en ese momento (INICA, 1987).

El lote tuvo una buena germinación y se mantuvo bien atendido durante todo su ciclo

en ambas cepas.

Las fechas de plantación y cosecha se exponen a continuación.

Lote	**F. Plantación**	**Cosecha C P**	**Selecc. 1er Ret.**	**Indiv. Plantados**
LC2-196	29-1-99	7-3-00	Febrero 01	890

Testigos utilizados

Se utilizaron como testigos las variedades C120-78(T!) y 1051-73(T2) ubicados de la siguiente forma:
T1- 15 clones –T2- 15 clones –T1- 15 clones –T2- 15 clones –T1 en cada franja.

Además la primera y última franjas se plantaron con C86-503 como bordes y también se utilizaron para comparación.

Para realizar el trabajo de selección se organizó un equipo de seis personas donde participaron los investigadores, especialistas y técnicos de la EPICA. Todos los días se hizo un resumen de lo acontecido en la jornada anterior, valorándose la selección que se iba obteniendo y la calidad con que debía continuarse en cada caso.
El cultivo fue de secano, se mantuvo libre de malas hierbas y para la selección se midió el brix refractométrico al centro del tallo, se contaron los tallos por clon, se midió la longitud y el diámetro a tres tallos. La incidencia de enfermedades se recogió por grados de ataque y para el carbón se hizo el conteo de látigos y tallos. Para la floración el número de tallos florecidos y total de tallos. El vigor se tomó según la escala de 0 a 8 siendo 0 el mejor y 8 el peor. Los datos de lluvia se obtuvieron del pluviómetro situado en el bloque experimental de la EPICA.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Aunque la distribución de la lluvia no fue uniforme y le faltó durante los primeros 2-4 meses en ambas cepas se logró un buen desarrollo de la plantación en general y como se observa en la tabla 1 de los 890 clones se seleccionaron 61 para el 6.85 %

Tabla 1. Lluvia caída en el Bloque Experimental de la EPICA durante el período del estudio (mm).

Enero 1999	22.9	Plant. LC_2-196	Enero 2000	28.0		Enero 2001	21.0	
Febrero	61.5		Febrero	60.0		Febrero	0.0	Sel. LC_2-196 (1205.5 mm)
Marzo	1.0	Plant. LC_1-98 1ra Parte	Marzo	11.0	C_1CP LC_2-196 (1025.8 mm)	Marzo	39.0	

Abril	5.1	Plant. LC_1-98 2da Parte	Abril	25.0		Abril	51.5	
Mayo	108.0		Mayo	123.8		Mayo	178.5	
Junio	234.4		Junio	121.5		Junio	172.0	
Julio	52.2		Julio	115.8				
Agosto	130.7		Agosto	226.4				
Sept.	88.5		Sept.	342.2				
Oct.	144.7		Oct.	72.8				
Nov.	110.7		Nov.	-				
Dic.	1.0		Dic.	148.0				

En el lote clonal 1 se había alcanzado el 8.17 porcentaje (890 clones de 10888) y con respecto a posturas de esta serie (25865) representa el 0.24 porcentaje, ligeramente por encima de la serie de 1995 (0.22) y por debajo de la serie 1994 (0.29) según Castro (2000).

Si observamos detenidamente la tabla 2 veremos que las combinaciones que aportaron porcentajes de selección por encima de la media en las tres etapas a que se han sometido para selección son las siguientes:

En la misma tabla se ofrecen los resultados de las principales variables medidas para cada combinación, así como las medias de los testigos C120-78 y C1051-73. Con respecto al brix refractométrico 33 clones estuvieron por encima de 1051-73 y solamente 11 presentaron mas de 1.0 punto brix por debajo, datos que no se detallan en razón del espacio, lo que asegura que en la próxima etapa se contará con variedades de buen contenido azucarero lo cual se complementa con el diámetro ya que solo tres clones están por debajo de 2.5 cm.

Los clones de 1996 seleccionados se montaron en banco de semilla original en la EPICA y, a partir de este se montó el banco de semilla para llevarlos a estudios replicados en frío del 2002 en los tres bloques experimentales de la provincia y darle el seguimiento que corresponde de acuerdo con el esquema de selección cubano.

Tabla 2. Resultados de Selección por Combinaciones en el Lote Clonal 2 de 1996(LC2-196).

COMBINACIONES	**Post**	**Clonal 1**	**Clonal 2**	**Clones Selec**	**% Sel**	**Promedio (1)**				**No. Ind. Afectados por:**			
						Brix	**Diám**	**N.T.**	**Vig**	**Carb**	**Brix**	**Vig**	**Flores**
C461-64 X C84-506	58	16	6	1	16.67	20.30	2.7	18	3	2	3	0	0
162		75	21	6	28.57	21.85	2.9	24	3		13	2	0
C86-456 X CP57-614	210	166	41	10	24.59	21.27	2.8	24	3	6	21	4	1
C1616-75 X Mex60-1459	65	26	6	1	16.67	20.20	3.5	34	3	2	2	1	0
111	100	61	11	2	18.18	19.05	3.4	32	3	2	7	0	0
CP52-43XCP57-14	353	27	4	1	25.00	19.60	2.9	30	3	0	0	3	0
C187-68XMQ557-33-117	430	14	2	2	100.0	22.10	2.8	26	4	0	0	0	0
B63-68 X Ja64-19	200	137	18	1	5.56	21.40	2.9	46	3	4	12	0	1
C389-52 X TM346	616	48	6	1	16.67	21.60	2.6	28	5	4	1	0	0

Csg87-510 X VN70-182	80	25	3	1	33.33	21.40	2.7	40	5	1	0	1	0
CP56-59 X My5724	310	148	16	2	12.50	19.95	2.8	25	3	4	6	4	0
B6368 X Ja60-5	466	122	13	1	7.69	21.40	3.0	19	3	3	8	1	0
C86-502 X C84-506	72	57	6	2	33.33	21.15	2.7	32	5	0	4	0	0
C187-68 X PC1	686	677	65	6	9.23	21.45	2.6	27	4	12	32	11	3
B80148 X PC	254	114	10	1	10.00	22.40	3.0	20	3	5	1	3	0
C86-502 X CP57-614	111	108	9	2	22.22	21.30	2.6	24	4	1	3	3	0
C1616-75 X My5514	270	24	2	1	50.00	21.90	3.1	34	3	0	1	0	0
C1616-75 X Q33	250	50	4	1	25.00	21.40	3.3	19	3	3	0	0	0
247		178	11	1	9.09	20.00	2.6	45	3	4	6	0	0
C19-80XC334-64	236	29	1	1	100.0	20.80	2.4	35	5	0	0	0	0
Desconocidos		4504	318	17	5.35	21.43	2.5	35	3	55	67	153	9
C1051-73(Testigo)	-	-	-	-	-	**21.20**	**2.6**	**23**	**3**	-	-	-	-
C120-78(Testigo)	-	-	-	-	-	**20.10**	**2.9**	**32**	**3**	-	-	-	-
Sub-total con selecciones	-	-	571	61	10.68	21.40	2.6	31	3	108	187	186	14
Sub-total sin selecciones	-	-	319	0	0.00	-	-	-	-	-	-	-	-
Total general	25865	10888	890	61	6.85	-	-	-	-	-	-	-	-

Clave o combinación

1. 1. C86-456 x CP57-614
2. 2. C1616-75 x Mex60-1459
3. 3. Clave 111
4. 4. CP56-59 x My5734
5. 5. C86-502 x C84-506
6. 6. C187-68 x PC_1
7. 7. C86-502 x CP57-614

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Aunque la lluvia no tuvo una distribución uniforme durante el período estudiado no se puede considerar que haya sido un factor estresante de la población.
- De la serie de 1996 se seleccionaron 61 clones para llevar a estudios replicados, representando el 6.85 % del Lote Clonal 2 y el 0.24 % de la población inicial de posturas.
- De esta misma serie se destacaron siete combinaciones que aportaron porcentajes de selección por encima de la media general en las tres etapas por las que han pasado: posturas, LC_1 y LC_2.
- Por las características de los clones seleccionados se puede esperar en la próxima etapa la selección de variedades con buena producción cañera y alto contenido azucarero de la serie de 1996.

REFERENCIAS

Archivo de Fitomejoramiento. 2001. EPICA Las Tunas

Castro Pérez, S., (2000). Resultados de las etapas tempranas de selección durante el quinquenio 1996-2000en la EPICA Las Tunas. Archivo

INICA, (1987). Normas y procedimientos del mejoramiento genético de la cana de azúcar en Cuba

NUEVO SISTEMA AUTOMATIZADO PARA EL CONTROL INTEGRAL DE MALEZAS EN CAÑA DE AZÚCAR

Díaz, J.C.*
Rodríguez ,Y.*
Hernández, S.**
Fuentes, J.*
Zuaznabar, "R.*
Rodríguez, L.*

* Instituto Nacional de Investigaciones de la Caña de Azúcar, Ave. Van Troi. 17203, Boyeros, Habana, C.P. 19210, Cuba.
E-mail: jcdiaz@inica.edu.cu
** Ministerio del Azúcar, Dirección Producción

ABSTRACT

A computer-based, automated system has been developed on a Windows environment and implemented in seven estates in Cuba, to assist integrated weed management in sugarcane. It includes three interrelated parts: a "Knowledge Base" contains extensive information on 32 main weed species (including color images of different stages), herbicides and herbicide treatments currently in use, expected levels of control for each weed species and crop-weed-environment conditions in which they are recommended, productivity and costs of all chemical, mechanized and manual weed control operations and spray nozzle specifications. A second part ("Immediate Recommendation") recommends best herbicide treatments, according to the number of reported weed species controlled, treatment costs and prevailing weed-crop-environment conditions, and optionally presents the amount and mixing order of each product to be placed in the sprayer tank, and adds comments on sugarcane variety susceptibility. A third part ("Annual Plan") produces a detailed annual weed control plan for a farm, estate or sugar mill area. After entering relevant field info on prevailing weed species, crop cycles, expected yields, soil types and planting/harvest schedules and information on available herbicide spraying equipment, cultivation implements and manual labor, it compiles areas and inputs and offers reports of each type of weed management operation areas, by fortnights and annual totals; of herbicide, spraying equipment, cultivation and labor inputs required and in deficit; and reports on individual field characteristics, including prevalent weeds, and field operation plans.

INTRODUCCIÓN

Los sistemas basados en computación de toma de decisiones constituyen medios novedosos para los programas de manejo integral de malezas, con vistas a incrementar la

eficiencia económica a la vez que minimizar el riesgo ambiental (Olsen *et al*., 1994; Rydahl, 1995; Pannell, 2000).

El Departamento de Agronomía del Instituto Nacional de Investigaciones de la Caña de Azúcar ha desarrollado un sistema experto automatizado para ayudar a los productores y personal técnico involucrado en el manejo de malezas en caña de azúcar (Díaz et al, 2000, 2001).

MATERIALES Y MÉTODOS

PCMalezas (versión 1.2) es un programa para la plataforma Windows 32 bits y exige para su funcionamiento una computadora IBM o compatible con microprocesador 486 o superior, 5 Mb de memoria RAM y 5 Mb de espacio disponible en disco duro. Si el usuario desea tener la imagen de las 32 especies de malezas incluidas en la Base de Conocimientos, debe disponer, además, de 15 Mb en disco duro. PCMalezas tiene un entorno amigable que permite la interacción del usuario con los datos de una forma rápida y funcional. Con el uso de los menús y la barra de herramientas se acceden a todas las opciones del sistema, mientras que la barra de estado muestra al instante una breve descripción de la acción a realizar. Se usó el modelo relacional de datos para establecer la Base de Conocimientos del mismo. El sistema está protegido por leyes de derecho de autor. Un icono de Ayuda en la barra de herramientas y un Manual de Usuario contribuyen a la comprensión y operación del sistema.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

PCMalezas se puede dividir en tres partes fundamentales interrelacionadas:

Base de Conocimientos

Utiliza el conocimiento adquirido en control integral de malezas por medio de investigaciones, experiencias de producción y publicaciones nacionales e internacionales, traducido al lenguaje computacional. Ayuda a los siguientes sistemas expertos de toma de decisiones. Incluye:

Principales especies de malezas

Contiene una descripción detallada incluyendo imágenes a color de las 32 malezas principales en caña de azúcar en Cuba, entre ello**:** *nombre científico*, *nombre vulgar*, *descripción*, *sinonimia*, *origen y distribución*, *modos de propagación*, *hospedante*s, *usos y si es "maleza problema". Principales productos herbicidas*

Contiene una descripción de los productos herbicidas en uso actual en caña de azúcar en Cuba e incluye: *nombre(s) comercial(es)*, *nombre(s) químico(s)*, *precio*, *formulaciones disponibles*, *propiedades físicas y químicas*, *usos* y *fitotoxicidad*.

Principales tratamientos herbicidas

Contiene todos los tratamientos de herbicidas en uso actual en caña de azúcar en Cuba y de cada uno ofrece las dosis de cada producto que contiene, el tipo de tratamiento y

el costo por hectárea, las condiciones en que se puede aplicar y la acción sobre las malezas incluidas en la Base de Conocimientos (“controla”, “inhibe” o “no controla”).

Principales boquillas

Ofrece la información de las boquillas (códigos y colores) en uso actual en caña de azúcar en Cuba, e incluye: los flujos (l/min.) según *marca, tipo, código, color* y *presión.*

Productividad de medios

Ofrece la productividad de todos los medios de control de malezas (químico, mecanizado, de tracción animal y escarda manual) en uso actual en caña en Cuba.

Costo de labores

Incluye los costos en moneda nacional y en US dólares (ME) de todas las labores de control integral de malezas que se realizan en caña de azúcar en Cuba.

Recomendación Inmediata

El módulo de Recomendación Inmediata o a corto plazo es un sistema experto que ofrece los mejores tratamientos herbicidas a aplicar en un área, conociendo las malezas predominantes, el estado de las mismas y del cultivo, el suelo y la posible colindancia con cultivos dicotiledóneos susceptibles. Los tratamientos recomendados se muestran ordenados en primer lugar por el grado de efectividad sobre las malezas reportadas en orden descendente (“controla”, “inhibe” o “no controla”) y en segundo lugar por su precio (US$/ha). Un icono al lado de cada especie permite ver su imagen. Opcionalmente, el sistema ofrece el orden de mezclado (según los tipos de formulaciones) y la cantidad de cada producto a echar en el tanque de la máquina asperjadora, mochila o avión, en dependencia de su capacidad y la solución final o volumen calibrado (implícitos 800 l y 200 l/ha). Además, el sistema agrega comentarios sobre fitotoxicidad en variedades de caña al seleccionar ciertos tratamientos de herbicidas. Se puede obtener además un reporte impreso de la recomendación inmediata realizada.

Confección del Plan Anual

PCMalezas . Ayuda a los productores a confeccionar de forma precisa y rápida su Plan Anual de Control Integral de Malezas, adaptado a sus condiciones. Los pasos a seguir son: importación de la Base de Datos Agrícola; completamiento de datos de campos; introducción de la Encuesta de Malezas; introducción de la Encuesta de Medios; confección del Plan de Labores; y obtención de los Reportes del Plan Anual. Así, después de importar los datos es necesario agregar la quincena de siembra o cosecha, el tipo de cepa y manejo de residuos y revisar si los campos permiten aplicación aérea y si tienen colindancia con cultivos de hoja ancha, susceptibles a 2,4-D.

La Encuesta de Malezas recoge la información de hasta 4 especies de malezas de las descritas en la Base de Conocimientos, en orden de extensión, así como la presencia potencial de bejucos entre julio-octubre, por campos individuales o por grupos de campos

uniformes. De las especies “problema” recoge, además, el porcentaje del área ocupado por cada una de ellas, en tres niveles.

La Encuesta de Medios es el inventario de los medios aptos para el control de malezas de cada Unidad o finca, incluyendo aquellos para la aplicación de herbicidas, implementos de cultivo de desyerbe mecanizado como por tracción animal, y fuerza de trabajo para la limpia manual.

El usuario selecciona el tipo de labor, el tratamiento herbicida a aplicar, el medio de aplicación, el implemento de cultivo y/o el tipo de fuerza manual a utilizar en diferentes condiciones. Opcionalmente, un grupo de planillas facilitan a las unidades o fincas seleccionar (subrayando) los tratamientos, medios y fuerzas para distintas condiciones, con las que después una sola persona en el CAI o ingenio las introduce y obtiene el plan anual de cada una y de este último.

El sistema permite confeccionar hasta cuatro Tipos de Plan según los niveles de disponibilidad de herbicidas, de acuerdo a los rendimientos estimados de los campos, con el objetivo de darle una prioridad a la distribución de los herbicidas cuando se disponga de cantidades limitadas de estos.

Obtención de reportes del Plan Anual

Concluida la confección del Plan Anual es posible obtener los reportes por pantalla o impresora:

- **Listado de campos incluidos en la campaña**

Incluye códigos de unidad, bloque y campos, área, estimado, drenaje, cepa (y manejo de residuos) próxima, quincena de siembra o cosecha y las malezas predominantes.

- **Listado de labores a realizar en cada campo:**

Para cada campo lista las labores planificadas, especificando el medio y el tratamiento de herbicida (código), en caso de haberse planificado, por quincena de realización.

- **Necesidades de herbicidas para toda la campaña desglosado por quincenas:**

Muestra la cantidad anual de cada producto (en l ó kg) que se necesita y su desglose por quincenas de la campaña de control integral de malezas.

- **Balance de los medios de control integral de malezas (existencia, necesidad y déficit):**

Contiene la existencia, necesidad máxima y déficit de cada uno de los medios de control integral de malezas (químico, mecánico, tracción animal y manual

- **Cronogramas quincenales de áreas a atender con aplicación de herbicidas, cultivo de desyerbe y limpia manual:**

Incluye las áreas a atender con aplicación de herbicidas, cultivo de desyerbe y limpia manual durante el año planificado, desglosado por quincenas a tratar y por cepas.

- **Desglose del cronograma de áreas por tipos de medios:**

Ofrece el desglose por quincenas de las áreas a atender durante la campaña con cada uno de los tipos de medios de control químico, mecánico, tracción animal y manual.

REFERENCIAS

Díaz, J. C., Y. Rodríguez, S. Hernández, L. Rodríguez, J.B. Fuentes y R. Zuaznabar (2000) "New automated system for integrated weed management in sugarcane. In: *Proc., III Intern. Weed Sci. Congr., Foz de Iguazú,* . 70p.., *XV Congreso de ALAM* (2001), Memorias Maracaibo, p. 259.

Olesen, J .E., Andreasen, y L. Andreasen (1994). A computer aided integrated crop management system in winter wheat. *Aspects of Applied Biology*, Vol. 40: pp. 93-96

Pannell, D. J. (2000). "Decision support for integrated weed management". In: *Intern. Weed Sci. Congr*., III Proceedings Foz do Iguazú (Brasil) , 69p..

Rydahl, P. (1995) "Computer assisted decision making". In:. *EWRS (European Weed Research Society*). *Weed Science in a Changing* Proc Europe, p. 29-37

¿ POR QUÉ ES NECESARIO RENOVAR Y DIVERSIFICAR LA COMPOSICIÓN VARIETAL CAÑERA DE NUESTRO PAÍS?

Rodríguez Rodríguez, Sergio
Ojeda Hernández, Eulalia
González Domínguez Jesús
Pérez Reyes, Yaritza
Pérez Hernández , Maryoris

Estación Provincial de Investigaciones de la Caña de Azúcar. Ciego de Ávila. Carretera Ciego – Venezuela. km 14 ½. Venezuela. Ciego de Ávila.
Email: correo@epica.ca.minaz.cu

ABSTRACT

The diversification about the varieties of the sugar cane in our country as a politic to follow in order to increase the aggregate value of the sugar cane. It happens first of all because of the scherne rupture of the traditional way of thinking, the one that is kept in our mines. So, if we achieve this, the second part is to seek from the methods used for the actual extensionism**,** the most appropriate, taking in to account the qualities of every place. Following all this, the investigation gathers the necessity of taking a diversified composition of varieties so as to help the demand agroproductives, energetics, the animal's feed, alcohols productions and the productive impact, economic and the environment this investigation recommends some alternatives for been used in so many ways, and of course, for achieving in it refuiered a closed relation between investigations and productives so as the news made with the characteristics wanted could have a quickly introduction and development in our sugar cane areas, purpose that is already used by the agricultural extensionism.

INTRODUCCIÓN

Los objetivos de los programas de mejora en Cuba y en el mundo no han sido estáticos y han enfrentado con éxito en la mayoría de los casos los nuevos retos que hacen declinar las variedades, ya sean patológicos (VMCA, la roya y el carbón), por citar algunos , incluso plagas, que sumados al inadecuado manejo fitotécnico y a factores

desconocidos (Coleman, 1970), acortan el período en que una variedad pueda ser explotada comercialmente.

Los fines actuales que persigue el mejoramiento genético de la caña de azúcar, son en esencia la obtención de nuevas variedades con mejores condiciones de adaptación a los diferentes ambientes, una adecuada resistencia a las principales plagas y enfermedades, y un elevado rendimiento tanto agrícola como industrial. Pero existen otros empleos que pudieran darse a algunas variedades de caña de azúcar, pudiendo citarse su uso como forraje en la ganadería o sus tallos directamente en la alimentación de muchos animales, además de la elaboración de diferentes compuestos químicos como alcoholes, glucosa, etc. (Rodríguez y otros., 1995). Una perspectiva económico-ecológica brindará el empleo de variedades de caña de azúcar con alto valor energético, valorando que en la actualidad factores económicos han obligado a diversificar la producción azucarera cubana, cuyo punto de partida es la materia prima que se emplea en el proceso de producción de azúcar, o sea las variedades.

Sobre este último aspecto se conoce que la industria azucarera es por excelencia de países en vías de desarrollo, por lo que el bagazo combustible y el perfeccionamiento de su combustión, han sido en líneas generales relativamente poco estudiados, aspecto que no ha sido en otras épocas una cuestión priorizada, debido a los bajos precios del petróleo. En la actualidad, la situación es radicalmente distinta, dada las condiciones de mercado que rigen en relación, tanto con el petróleo, como con los materiales celulósicos (Roque y otros., 1986).

Valorando lo anteriormente abordado nos proponemos ofrecer nuestros criterios sobre la necesidad de diversificar las variedades de caña de azúcar en el contexto actual, partiendo de las orientaciones de la máxima dirección del MINAZ de aumentar el valor agregado de la caña de azúcar a través de la diversificación.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se hace una valoración actual de la necesidad de contar con una composición varietal diversificada, partiendo de que es una línea priorizada de nuestro ministerio, se tienen en cuenta aspectos psicológicos, agronómicos y la experiencia práctica, para esto se hizo una revisión de los objetivos actuales de los programas de mejoramiento genético en nuestro país y las características de la producción cañera cubana tradicional y la necesidad

de un cambio de mentalidad dada las complejas condiciones de la economía mundial.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La obtención, introducción y desarrollo de las nuevas variedades de caña de azúcar, ya sean introducidas procedentes de otros países o del programa nacional que desarrolla nuestro país, es una *necesidad* imperiosa cuya finalidad es contrarrestar fenómenos que en la mayoría de los casos se tornan irreversibles; la relación de los mismos pudiera ser amplia; pero mencionaremos los más importantes en cuanto a la afectación que provocan de los rendimientos agroindustriales en las variedades de caña de azúcar:

Manejo correcto de la variedad: A nuestro juicio se trata del punto de partida sin el cual el resto de los factores carece de importancia, condicionado en primer lugar por la *insustituible necesidad* de conocer y poseer el máximo de *información verídica* acerca de la variedad de caña de azúcar que los productores desean plantar o desarrollar. En la amplia experiencia agrícola de nuestros cañeros se conocen infinidad de casos de ubicación incorrecta de variedades con relación a los tipos de suelos para los cuales las mismas se recomendaron, por la sencilla razón de no poseer toda la información requerida para la toma de tal decisión; en el orden práctico aparece con bastante regularidad la sustitución de una variedad que encajaba muy bien en determinado bloque cañero por otra para la cuál ese bloque no estaba recomendado por su tipo de suelo, etc., por falta de semilla, variación de la época de plantación del bloque, problemas con la preparación del suelo, entre otros, o el caso contrario variedades que han presentado un amplio espectro de adaptación en casi todo el territorio nacional, lo cuál ha originado el desproporcionado aumento de la misma, lo que ha obligado a lo largo de la historia azucarera de Cuba a reducciones drásticas de sus porcentajes, incrementando sensiblemente el costo por unidad de área debido al ataque severo de enfermedades, recuerde el caso de la B4362 y la roya de la caña (*Puccinia melanocephala* H. y P. Sydow), y en la actualidad la Ja60-5 con relación a sus afectaciones por el carbón de la caña (*Ustílago scitaminea* Sydow).

Las variedades de caña de azúcar como todo organismo vivo envejecen: Generalmente el envejecimiento de las variedades de caña de azúcar está asociado a su declive agroproductivo, condicionado por varios factores, entre los que se pueden mencionar los patológicos (enfermedades o

plagas), inadecuado manejo fitotécnico, e incluso a factores desconocidos. La problemática se torna más compleja aún, cuando estos factores están entremezclados.

Las variedades de caña de azúcar como organismo biológico que son, se pueden muy bien comparar con los actuales deportistas, por la sencilla similitud de que de ambos siempre se espera el máximo de rendimiento: Cuando este máximo rendimiento es alcanzado tiene un período limitado de tiempo, el cuál depende del manejo y cuidado que se haya tenido con esa variedad en sus años mozos. Por tanto en términos prácticos se puede afirmar que **"***Las variedades son como los deportistas, tienen sus buenas temporadas y después su ocaso, superadas por las nuevas que surgen***"** (Castro y Rodríguez, 1998).

¿ Por qué se es tan lento en la renovación de las variedades?

Independientemente de que en determinado período de tiempo y lugar, haya sido por no disponer de las suficientes variedades, esa no es la principal batalla a ganar en la actualidad, por la cantidad de nuevas variedades tanto cubanas como extranjeras de que se dispone hoy en día. Aunque todos añoramos renovar con mejores variedades las áreas cañeras, *la primera batalla a ganar es en la mente de los agrícolas, la segunda es en el campo de caña.*

Otras razones que nos llevan a la necesaria renovación de nuestras variedades son entre otras:

- Pánico al cambio.

Este es un factor presente en la mente de los productores, por tanto no sería errado conocer una respuesta muy particular que la Psicología tiene en relación con la noción de resistencia. Pichón Riviere lo representó con claridad meridiana en lo que denominó los procesos resistenciales al cambio y que, en su visión del asunto, se sustentan en la ansiedad depresiva y la paranoide: temor a perder lo que se tiene, a lo que brinda seguridad (la variedad que el productor no quiere sustituir); y por otro lado la inseguridad de lo que aún no se tiene (la nueva variedad), Calviño (1999)

- Una composición varietal envejecida, con altos porcentajes de variedades susceptibles a la roya (*Puccinia melanocephala* H. y P. Sydow), y al carbón de la caña (*Ustílago scitaminea* Sydow) ⇒ *menos azúcar por área.*

- Altos porcentajes en algunos CAI de variedades con estrecho período de cosecha ⇒ *deficiente estrategia de corte***.**

Pudieran mencionarse más factores, el resto los dejamos a su consideración teniendo en cuenta que muchos surgen por las características, condiciones y particularidades de cada unidad productiva, por tanto su solución necesariamente debe estar enmarcada bajo estas especificidades.

Fruto del programa de mejoramiento genético que desarrolla nuestro país en la búsqueda de nuevas variedades de caña de azúcar que den respuesta a las principales regiones cañeras, se han venido desarrollando un grupo de variedades, tanto nacionales como introducidas sobre las cuales pretendemos brindar la información que el productor necesita para emprender cualquier acción de manejo con las mismas, por supuesto esta información no es estática y estará constantemente enriquecida con la experiencia práctica del comportamiento de las mismas bajo las variadas y cambiantes condiciones de suelo, clima, factores de manejo, etc. que imperan en nuestra realidad cañera actual (tabla I).

Tabla I: Empleo diversificado de un grupo de nuevas variedades recomendadas por el INICA

Con valor agroindustrial	Con valor forrajero	Con valor energético
C86-12	Co997	C90-176
C86-456	C86-12	C90-178
C86-503	C86-456	
C85-102	C86-503	
Co997	Otras	
SP701284		
C90-317		
Otras		

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- La introducción acelerada de las nuevas variedades recomendadas por el INICA en el país, es el paso de avance primario y fundamental para la estrategia de la diversificación, cuya primera gran limitación está en la mente de las personas.
- El extensionismo agrícola es el motor impulsor para desarrollar las nuevas variedades y aumentar el conocimiento sobre la diversificación cañero-azucarera.

REFERENCIAS

Calviño, M. (1999).”Psicología y Marketing. Contribuciones al posicionamiento de la psicología”. Editora Política. La Habana. pp 261.

Castro, R.; S. Rodríguez. (1998). *Cañaveral*. Vol. No. 4. octubre-diciembre. pp. 16-17

Coleman, R. E. (1970). “Investigaciones sobre disminución en el rendimiento de variedades de los Estados Unidos”. *Boletín de Informaciones Internacional del IICA*. Número 1. s/p.

Rodríguez, S.; Libia Fonseca; G. López y A. Guerra. (1995). “Variedades energéticas de caña de azúcar como sustitutas de leña y petróleo”. En: *Evento Provincial de la ATAC* en la provincia de Granma.

Roque, P; C. Quintana; J. Suárez y G. Rubio .(1986). *Centro Azúcar* . Vol. 13 (2). abril-junio. pp. 37-41

PROPAGACION DE LA CAÑA DE AZÚCAR Y OTROS CULTIVOS MEDIANTE CONTENEDORES BIODEGRADABLES

Fernández Rodríguez , Juan
Pérez, José Alberto
Montes de Oca, Jorge
Lemes Baes, Giraldo.

UIP de la Celulosa del Bagazo Cuba-9. Apartado 8. 33500. Quivicán. La Habana. Cuba.
E.mail: investig @ c9.etecsa.cu.

ABSTRACT

New types of containers for propagating and growing plants are continually being developed, most of them from polystyrene or plastic materials. These containers are manufactured in form of trays having light weight which are reusable, however they are fragile and require careful handling; on the other hand, a significant number of plants acclimatized in these containers can suffer damages in their root system when they should be shifted and planted in their permanent location.

Biodegradable containers inserted in metal trays have been specially developed by Cuba-9' researchers for raising seedling, cutting and young plants obtained in tissue culture. These containers of different sizes, cylindrical, conical or pyramidal have been successfully proved in propagating sugar cane, pineapple, ornamental plants and other cultivation. They have numerous advantages: they can protect the root system during transportation into the field and since these containers are biodegradable they are set in the soil along with the plants; they can be easily penetrated by roots and decomposes rapidly; they have not to be sterilized; fertilizers, hormones and growing agents can be impregnated or added inside them and they can improve the efficiency and productivity of mechanized seeding.

INTRODUCCIÓN

Especial atención se ha puesto, desde la década de los noventa del pasado siglo, a los programas relacionados con la multiplicación rápida de la caña, para lo cual en Cuba se han destinado cuantiosos recursos, empleados en la creación de la base técnico material para la generalización de los novedosos sistemas de propagación por vitroplantas y por esquejes. Sin embargo, los resultados obtenidos no han rebasado las expectativas debido a la incidencia de una serie de factores entre los que se incluyen, dificultades de los contenedores de poliestireno expansible existentes actualmente, para darle respuesta integral al proceso de adaptación, transportación y siembra mecanizada de las vitroplantas. El principal problema que está asociado a estos contenedores es que, al concluir el proceso de adaptación, un determinado porcentaje de plantas se daña al separar el cepellón, ya que el mismo va desnudo al proceso de plantación, con tendencia a desgranarse durante la

transportación al campo, lo que provoca un estrés de la planta al ser plantada, disminuyendo así sus posibilidades de supervivencia.

El objetivo de este trabajo es mostrar la potencialidad de un novedoso sistema, conformado por contenedores biodegradables insertados en portadores metálicos, diseñado por Cuba-9 para la adaptación y siembra de vitroplantas y posturas de caña y otros cultivos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los experimentos se realizaron plantando en los contenedores biodegradables (modelos del 1 al 4) vitroplantas de caña de azúcar de la variedad CP 52 43, provenientes de embriones somáticos y se colocaron en casas de aclimatación con riego por microaspersión. Los contenedores del modelo 5 se emplearon para plantas germinadas a partir de esquejes de la misma variedad de caña.

Se utilizó un sustrato basado en compost, zeolita y humus de lombriz en todos los casos. Como testigo, para la comparación, se emplearon similares vitroplantas adaptadas en contenedores de poliestireno expansible de 247 celdas y 70 celdas respectivamente.

En cada experimento, para estudiar el comportamiento de cada modelo de contenedores, se plantaron 500 plántulas y cada diez días se evaluaron las propiedades alelopáticas de las plantas, como la coloración del follaje y el enraizamiento, así como el índice de sobrevivencia.

En la tabla 1 aparecen las características de los contenedores biodegradables diseñados y producidos por Cuba-9, según el procedimiento establecido (Fernández, 2000).

Tabla1. Contenedores biodegradables

Modelo	**Configuración**	**Altura (mm)**	**Diámetro int. (mm)**	**Espesor (mm)**	**Peso (s.a) (g)**	**Volumen (cm^3)**	**Uso**
1	Cilíndrica con fondo	68	40	0.7	3.4	86	Vitroplantas piña
2	Cilíndrica con fondo	130	40	0.7	6.4	164	Vitroplantas ornamentales
3	Cilíndrica con fondo	45	40	0.7	2.9	56	Vitroplantas caña
4	Cilíndrica con fondo y anillo de sujeción	45	40	0.7	7.1	56	Vitroplantas caña
5	Cilíndrica con fondo	45	58	0.7	4.08	118	Esquejes caña
6	Cónica	68	35	0.85	2.0	21	Vitroplantas caña
7	Piramidal	68	55	0.7	2.05	78	Vitroplantas caña

Las bandejas donde se insertan estos contenedores biodegradables son metálicas y se estima su durabilidad en mas de 10 años. Se construyen con tubos de acero inoxidable de 6 mm de diámetro, formando una red que contiene 150 celdas en un área total de 0.3325 m^2.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla 2 se da un criterio cualitativo del comportamiento de las vitroplantas y del índice de sobrevivencia al cabo de los 45 días.

Tabla 2. Comportamiento de propiedades alelopáticas de las plantas.

Tipo de contenedor	Volumen de sustrato (cm^3)	Enraizamiento	Coloración del follaje	Porcentaje de sobrevivencia
Poliestireno de 247 celdas	22	Excelente	Verde	92.6
Poliestireno de 70 celdas	133	Excelente	Verde	94.4
Biodegradable modelo 1	86	Excelente	Verde	92.4
Biodegradable modelo 2	164	Excelente	Verde	93.0
Biodegradable modelo 3 y 4	56	Excelente	Verde	94.0
Biodegradable modelo 5	118	Excelente	Verde	92.0

Como puede apreciarse en la tabla 2, no se encontraron diferencias en el enraizamiento de las plantas y en la coloración del follaje debidas al efecto del tipo de contenedor. En todos los casos el enraizamiento fue excelente en número y en calidad y no apareció amarillamiento ni marchitez en el follaje de las vitroplantas adaptadas. En los contenedores de poliestireno de 70 celdas, se obtuvo un mayor índice de supervivencia de las vitroplantas debido fundamentalmente a un mejor acomodamiento del sistema radical en la conformación del cepellón, pero al usar este contenedor se reduce considerablemente el número de plantas adaptadas por área disponible.

Al comparar los contenedores biodegradables (modelos 1 y 2) se encontró un ligero incremento, en el índice de supervivencia, a favor del contenedor de mayor volumen de sustrato, pero esto encarece los costos de producción; este contenedor más alto tiene mejor aplicación en la adaptación de plantas con raíces pivotantes. Por otra parte, no se encontró ninguna tendencia definida en cuanto a la correlación del volumen de sustrato y el índice de sobrevivencia, de manera que el contenedor que tenía el mayor volumen no fue el que reportó mayor índice de sobrevivencia. .

Independientemente del tipo y tamaño del contenedor, una parte de las plantas micropropagadas no sobreviven al trasplante durante la adaptación, fundamentalmente,

debido al estrés que sufren estas plantas que han germinado en condiciones de laboratorio y ahora tienen que adaptarse en condiciones ambientales (Pérez, 1998).

Las experiencias en este sentido, unidas también a problemas de manejo de las plantas en la etapa de adaptación, van sugiriendo que los contenedores biodegradables, para vitroplantas de caña, deben confeccionarse con un volumen de sustrato de alrededor de 60 cm^3; en tanto que para la adaptación de esquejes se sugieren contenedores entre 130 y 160 cm^3. El uso de contenedores biodegradables en las etapas de adaptación y siembra de diferentes tipos de vitroplantas y posturas tuvo el comportamiento reportado en la tabla 3.

Tabla 3. Pruebas de campo con contenedores biodegradables

INDICADORES	RESULTADOS
RESISTENCIA EN SECO Y EN HUMEDO.	Adecuada resistencia mecánica durante el llenado del sustrato y en el trasplante y la siembra
HIDROESTABILIDAD.	Mantuvieron su integridad física y geométrica sin ser afectados por el régimen de riego.
COMPATIBILIDAD CON EL MEDIO.	No provocaron perturbaciones, ni con el riego, ni con la radiación luminosa, ni con el tipo de sustrato, ni tampoco se presentaron alteraciones en las propiedades alelopáticas de las plantas.
BIODEGRADABILIDAD.	Tiene un perfil físico en que el sistema radical produce fractura del contenedor y otro de tipo químico, causado por hidrólisis de la celulosa.

Los contenedores biodegradables tienen las siguientes ventajas:

- No requieren esterilización para su uso.
- Protegen al cepellón, incrementando la productividad y la eficacia de la siembra mecanizada.
- Se degradan fácilmente de acuerdo al tipo de cultivo.
- Se pueden impregnar o adicionarles fertilizantes, hormonas o aceleradores de crecimiento, manteniendo el efecto después de plantada la planta.

CONCLUSIONES

No se encontró ninguna tendencia definida en cuanto a la correlación del volumen de sustrato y el índice de sobrevivencia. Por otra parte, se considera apropiado, la producción de contenedores biodegradables conteniendo alrededor de 60 cm^3 de sustrato, para la adaptación de vitroplantas de caña y entre 130 y 160 cm^3 para la adaptación de esquejes de caña.

La propagación de vitroplantas y esquejes de caña y otros cultivos por medio de contenedores biodegradables resultó apropiada por las ventajas que ofrece en el manejo y la siembra mecanizada.

REFERENCIAS

Fernández, J. (2000), Patente de invención (Solicitud No. 2000 – 0080, OCPI). Contenedores biodegradables para la adaptación y siembra de vitroplantas y procedimiento de obtención.

Pérez, J. (1998) Propagación y mejora genética de plantas por biotecnología. Vol 1. Santa Clara. Cuba

RESULTADOS DE LA INTRODUCCIÓN DE LA TECNOLOGÍA DE RIEGO POR GOTEO EN CAÑA DE AZÚCAR.

Pérez Lima, Jorge Ramón
García Guerra, Salvador
Tejeda Marrero, Víctor M.
Andreu Robert, Ramón

National Institute of Sugarcane Research (INICA). Ave. Van Troi No. 17 203, Boyeros, Ciudad de La Habana, CUBA. E – Mail: elaine@inica.edu.cu

ABSTRACT

Were evaluated six drip irrigation systems in sugarcane under different climatic and soil conditions; with the objectives of to define the driplines layout in relation to cane row, and to determine the crop yield response at the irrigation with this technology. From the response of crop yields, was observed a cleare response of sugracane at drip irrigation, with agricultural yields between 125.00 and 262.00 ton / ha in stumps of 12 and 17 months, and differences in relation to non-irrigated fields of 42 and 106 ton / ha respectively. Also were determined that the best option from technologist point of view for Cambisols and Vertisols was that in wich the driplines were buried in alternate middle-rows. For the Ferralsols, however; it is necessary put the driplines under each cane row, with spacings of 1.5 – 1.6 m. Were recommended to continue the systems evaluation during the sucessive ratoons; and to make in further experiences studies about fertirrigation, varieties management, cultivation, trash management, plantation schemes, weed control and drip irrigation systems automation; for to take advantage of its potencialities and to define an integral agricultural technology for these systems.

INTRODUCCIÓN

Es conocido que el riego desempeña un papel relevante en la producción de alimentos. Ello se demuestra en el hecho de que a nivel mundial, aunque las tierras irrigadas representan sólo el 18 % del total cultivado, producen el 35 % de los productos alimenticios (Sagardoy, 1998).

En Cuba, la necesidad de incrementar el riego de las plantaciones cañeras contrasta con una distribución no uniforme de las lluvias, así como sequías periódicas, todo lo cual obliga a un uso más racional de los recursos hídricos. De ahí que el riego localizado, y en particular el riego por goteo, como técnica moderna y con ventajas conocidas; sea una solución para el riego de las áreas cañeras en zonas con problemas de déficit hídrico, falta de mano de obra, topografía desfavorable, etc. Dicha tecnología posibilita un ahorro considerable de energía; llegando a reducir el consumo de combustible en un 40 - 50 % con relación al riego por aspersión, por la utilización de caudales pequeños y presiones de trabajo un 50 - 70 % menores. Adicionalmente, se logra el ahorro del agua en un 20 - 40 % por concepto de eficiencia del sistema; ofreciendo la perspectiva de aplicar fertilizantes

de forma eficiente y sin costo adicional (INICA, 1999). Actualmente en Cuba se explotan 303 ha de caña de azúcar con riego por goteo subterráneo a escala experimental y de extensión.

Basados en la hipótesis de que la utilización del riego por goteo subterráneo en la caña de azúcar constituye una alternativa para aprovechar al máximo los escasos recursos hídricos existentes en las regiones objeto de estudio; este trabajo se propuso cumplimentar los siguientes objetivos:

- Definir la disposición de laterales con relación a la hilera de caña, de acuerdo con la respuesta de los indicadores fenológicos y el rendimiento.
- Determinar la respuesta en rendimiento agrícola del cultivo al riego por goteo.

MATERIALES Y METODOS

En la Tabla 1 se exponen las características fundamentales de las áreas evaluadas:

Tabla 1. Características de las áreas evaluadas

SISTEMA	SUELO	CLIMA	DISPOSICION DE LATERALES
Finca Pedro Ricondo	Ferralsol	Húmedo	1.6 m, por cada hilera
CAI Cuba Libre	Ferralsol	Húmedo	1.6 m, por cada hilera 3.2 m, camellones alternos
EPICA Jovellanos	Ferralsol	Húmedo	1.6 m, por cada hilera
CAI Jesús Menéndez	Vertisol	Árido	3.0 m, camellones alternos
CAI América Libre	Cambisol	Semihúmedo	3.2 m, camellones alternos
CAI Dos Ríos	Vertisol	Semihúmedo	1.6 m, por cada hilera 3.2 m camellones alternos

Los tratamientos ensayados fueron:

- T1: Lateral de riego colocado bajo camellones alternos a 0.35 m de profundidad.
- T2: Lateral de riego colocado bajo cada surco a 0.10 m de profundidad.
- T3: Lateral de riego colocado bajo cada camellón a 0.35 m de profundidad.

El suelo fue preparado para la siembra realizándose las labores que usualmente se aplican en la producción, pero teniendo especial cuidado al efectuar la descompactación. Concluida la labor de surque se procedió al soterramiento de los laterales y su acople a las tuberías de distribución (secundarias). Para enterrar estas últimas se construyó previamente una zanja con retroexcavadora. Para soterrar los laterales fue utilizado un agregado especialmente diseñado para dicho fin.

Para cada tratamiento fueron efectuadas las siguientes observaciones y mediciones:

- Población.
- Altura de los tallos.
- Rendimiento agrícola.

Para el procesamiento estadístico de los datos fue empleado el paquete SPSS.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los indicadores fenológicos que se exponen a continuación corresponden al área experimental de Las Tunas (CAI Jesús Menéndez).

Población.

La población tiene un comportamiento ascendente hasta el cuarto mes del desarrollo, donde presenta una disminución para después mantenerse constante hasta la cosecha. Dicho comportamiento es típico para este cultivo; ya que después de la brotación inicial de donde nace un gran número de tallos, una parte de éstos muere y posteriormente solo continúan desarrollándose los más fuertes.

Existe alguna diferencia de los tratamientos de riego con el testigo; no así entre los tratamientos de riego. Otros resultados han sido reportados por González (1982); quien encontró una población hasta 9 veces mayor en caña bajo riego que en el testigo de secano, en suelos Ferralíticos Rojos de Matanzas. García et al. (1989), en un bloque experimental y sobre un suelo pesado regado con máquina de pivote central, obtuvieron diferencias entre 2 y 4 tallos por metro lineal antes de la cosecha para los tres ciclos estudiados a favor del tratamiento regado. No obstante, según los resultados del análisis estadístico (tabla 2) no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos; lo cual pudiera deberse a que el nivel de las atenciones culturales fue el mismo para todas las parcelas evaluadas y, en particular, se garantizó por igual la calidad de la siembra.

Tabla 2. Resultados del análisis estadístico de la población.

Tratamiento	Media	Significación (Diferencia)
T1	10.1	A
T2	9.9	A
T3	9.7	A
T4	9.0	A

Error stándard: 0.4868
Probabilidad: 95 %

Altura de los tallos.

La altura de los tallos es uno de los componentes del rendimiento que más está influenciado por la humedad del suelo. Posiblemente, debido a ello es precisamente en este indicador donde se aprecia claramente la diferencia más marcada entre el testigo y los tratamientos de riego. Al respecto, Humbert (1965) afirma que la elongación y el crecimiento de la célula están estrechamente relacionados con los niveles de humedad, y que la elongación de la caña es uniforme mientras la humedad del suelo se mantenga dentro del límite de capacidad de campo (aproximadamente 4 atm de tensión). En este caso, el comportamiento de los tratamientos de riego fue similar.

González (1982), en un experimento de riego en suelo Ferralítico Rojo, reportó alturas de tallos de hasta 300 cm; valor próximo al máximo alcanzado en esta investigación. En el análisis estadístico (tabla 3) se pudo comprobar que entre los tratamientos 1 y 2 no existieron diferencias significativas, ni entre T2 y T3; mientras que T1 difiere de T3 y T4 (tratamiento de secano) difiere del resto.

Tabla 3. Resultados del análisis estadístico de la altura de tallos.

Tratamiento	Media	Significación (Diferencia)
T1	305	A
T2	302	AB
T3	301	B
T4	228	C

Error stándard: 8.3604

Probabilidad: 95 %

Rendimiento agrícola.

Se pudo apreciar que en el indicador t de caña/ha se evidencia una clara respuesta del cultivo al riego, no existiendo diferencias significativas entre los tratamientos T1 y T2 y sí de éstos con relación a T3 y al testigo. A su vez, T3 difiere del testigo (T4). Con relación al secano, en los tratamientos con riego se incrementa el rendimiento entre 42.9 y 46.6 t/ha. Esta respuesta de la caña al riego es conocida en Cuba. Así, Martín et al. (1987) señalan que los incrementos de rendimientos que se producen como consecuencia de regar la caña fluctúan como promedio entre 30 y 35 ton/ha, al resumir un grupo de resultados obtenidos a escala experimental y de producción con otras técnicas de riego. El rendimiento obtenido en esta experiencia resultó similar al promedio de Venezuela para igual cepa, supera al de Taiwán y es algo inferior a los de Australia, Sudáfrica y Mauricio (NETAFIM, 1996). En la tabla 4 se presentan los rendimientos agrícolas obtenidos en las áreas bajo estudio.

Tabla 4. Rendimientos obtenidos en las áreas bajo estudio.

SISTEMA	PROVINCIA	RENDIMIENTOS AGRÍCOLAS PROMEDIOS (ton / ha)	
		Secano	Riego
Finca Pedro Ricondo	La Habana	80.00	160.00 (10 meses)
CAI Cuba Libre	Matanzas	42.00	125.00 (12 meses)
EPICA Jovellanos	Matanzas	-	160.80 (13.5 meses)
CAI Jesús Menéndez	Las Tunas	89.80	149.15 (14 meses)
CAI América Libre	Santiago de Cuba	106.00	262.00 (17 meses)
CAI Dos Ríos	Santiago de Cuba	116.70	151.60 (21 meses)
PROMEDIO	-	**89.08**	**168.09**

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

La mejor variante desde el punto de vista tecnológico para los Cambisoles y Vertisoles fue aquella en que los laterales se colocaron en camellones alternos; debido a que el espaciamiento de 3.0 – 3.2 m garantizó el humedecimiento de la zona donde se localiza el mayor desarrollo radical del cultivo, facilitando a la vez un ahorro considerable por concepto de inversión en tuberías laterales. Para los Ferralsoles, sin embargo; es necesario colocar los laterales bajo cada hilera, espaciados a 1.5 – 1.6 m.

Se observó una clara respuesta del cultivo al riego por goteo; con rendimientos agrícolas de 149.15 a 262.0 t/ha, e incrementos de rendimientos de 34.9 a 156.0 t/ha con relación al secano. En sentido general, no existieron diferencias significativas entre los componentes del rendimiento para los distintos tratamientos de riego; pero sí entre éstos y el secano.

Recomendaciones

- Colocar en los Cambisoles y Vertisoles los laterales en camellones alternos, separados entre sí de 3 a 3.2 m, y aplicar el riego cada 2 o 3 días.
- Colocar en los Ferralsoles los laterales bajo cada hilera de caña, separados entre sí de 1.5 a 1.6 m, y aplicar el riego en días alternos.
- Continuar la evaluación de los sistemas durante los retoños sucesivos.
- Acometer en próximas experiencias estudios acerca de la fertirrigación, el manejo de variedades, el cultivo, el manejo de la paja, marcos de plantación, control de malezas y automatización en los sistemas de riego por goteo; a fin de explotar sus potencialidades y definir una tecnología agrícola integral para estos sistemas.

REFERENCIAS

García, S.; C. Guerra; J. Sanabria y J. Fonseca. (1989). "Comportamiento biológico de la caña de azúcar en condiciones de riego y secano para caña planta y dos retoños". En: *Reunión Nacional de Investigaciones de la Caña de Azúcar*, V. Granma, noviembre 3-4.

González, R. (1982). "Determinación del régimen de riego óptimo de la caña de azúcar en los suelos Ferralíticos Rojos". *Tesis en opción al Grado de Doctor en Ciencias Agrícolas.* La Habana, 110 pp.

Humbert, R. P. (1965). El cultivo de la caña de azúcar. Editora Universitaria *(* 1999). *Informe Final*, Proyecto 00101052: "Determinación de los elementos técnicos y económicos para la aplicación del riego localizado en caña de azúcar". PN *Agroindustria Azucarera*. C. Hab., 26 pp.

Martín, J. R.; G. Gálvez; R. De Armas; R. Espinosa; R. Vigoa y A. León. (1987). "La caña de azúcar en Cuba". Editorial Científico – Técnica, La Habana, 612 pp.

NETAFIM. (1996). "Resumen de la información y experiencias disponibles en el tema de riego por goteo en caña de azúcar". Departamento de exportación, 14 hojas.

Sagardoy, J. (1998). "La sostenibilidad de la gestión de los sistemas de riego y el proceso de transferencia a los usuarios". En: *Taller Internacional de Riego y Drenaje,* 1ro. Ciudad de La Habana, CUBA. 17 pp.

SEGUIMIENTO DE LAS CAMPAÑAS DE HIBRIDACIÓN DE LA CAÑA DE AZÚCAR A TRAVÉS DE HIBRID VERSIÓN 2.5 PARA WINDOWS

Segrera, Saddys*
Jorge Gómez , Ibis*
Viera, F.*
Pupo, F.**
Caraballosa, V.**

* Instituto Nacional de Investigaciones de la Caña de Azúcar.
Ave. Van Troi # 17203, CP 19210. Ciudad de La Habana. Cuba.
** Centro Nacional de Hibridación de la Caña de Azúcar. Sancti Spíritus

RESUMEN

El sistema automatizado para el control integral de las campañas de hibridación que se presenta en su versión 2.5 para Windows, es el resultado de la ejecución de las etapas de prueba y recopilación de sugerencias, ajuste y corrección de errores y de entrenamiento y asesoramiento en la explotación de la versión que se obtuvo como producto del proyecto Desarrollo y perfeccionamiento de los sistemas automatizados para el mejoramiento genético de la caña de azúcar en Cuba que concluyó en el año 2000. El objetivo fundamental de las campañas de hibridación es la obtención de nuevas variedades más productivas, resistentes y de un amplio rango de adaptación. Una de las vías para dar cumplimiento a este objetivo es la realización de campañas de hibridación eficientes. La aplicación HIBRID, desarrollada para el control de la información permite registrar y almacenar en una base de datos la información necesaria para el desarrollo y ejecución de la campaña, así como su control, facilitando la toma de decisiones y diferentes alternativas de cruzamientos en caso de problemas con la sincronización de la floración, ofrece el período de floración de progenitores a emplear en la campaña, indica cuándo, dónde y con quién se deben realizar los cruzamientos, no dejando al azar estas decisiones, facilitando al mejorador el desarrollo de la campaña.

INTRODUCCIÓN

La hibridación es la acción y efecto del cruzamiento entre individuos de diferente constitución genética. No fue hasta 1908 que George Shull dio con un arma biológica para evitar que los agricultores guardaran y desarrollaran sus propias semillas. Se llamó «hibridación», un maravilloso eufemismo que hizo pensar a los agricultores que cruzando dos plantas lejanamente emparentadas, podría crearse un «vigor híbrido» capaz de mejorar las cosechas, hasta el punto de hacer que la esterilidad de la semilla resultante -lo que significa que no puede ser replantada- fuera rentable económicamente (Kumpatla et al., 1998).

Según diccionario enciclopédico Vox en general, una de las finalidades de la hibridación es la creación de plantas resistentes a determinadas enfermedades.

El objetivo principal de este trabajo es la presentación de un sistema automatizado que garantice el control de los datos indispensable para el desarrollo y ejecución de la campañas, así como de toda la información generada durante este proceso y permitir su análisis y procesamiento. La aplicación se ha enriquecido con la incorporación de nuevas tareas y descriptores, atendiendo al desarrollo que esta actividad ha tenido en los últimos años.

La hibridación de la caña de azúcar es la técnica fundamental en la obtención de nuevas variedades más productivas, resistentes y de un amplio rango de adaptación.

El sistema automatizado HIBRID desarrollado con técnicas computacionales avanzadas para el control de la información de las campañas de hibridación de la caña de azúcar en Cuba tiene como propósito automatizar el registro y control de la información que forma parte del proceso de hibridación. El software HIBRID desarrollado atendiendo a la solicitud del proyecto Desarrollo y perfeccionamiento de los sistemas automatizados para el mejoramiento genético de la caña de azúcar en Cuba, pretende servir a investigadores, mejoradores y técnicos que participan en las actividades de mejoramiento genético de la caña de azúcar en Cuba. Su explotación se efectúa en el Centro Nacional de Hibridación de la Caña de Azúcar en Sancti Spíritus y debe instalarse además en la Estación Provincial de Investigaciones de la Caña de Azúcar de Holguín.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó el estudio y revisión del sistema HIBRID en su versión 2.0 para *Windows*, se efectuaron entrevistas y consultas a los especialistas de la actividad, que permitieron determinar el flujo de información del proceso. Las consultas consistieron en verificar la implementación automatizada del proceso de hibridación de la caña de azúcar, se revisó la información existente y se rectificaron las fallas que presentaba el sistema y se corrigieron algunos pasos y métodos.

A partir de este proceso se definieron los aspectos sobre los que se debía trabajar para mejorar la versión existente y de esta forma introducir elementos que los especialistas habían sugerido que fueran concebidos dentro del sistema.

En la preparación del plan de cruzamiento como resultado de las solicitudes desde las diferentes localidades se realizó la codificación de los objetivos de los cruces, según como sigue:

CN	Comprobado para Condiciones Normales
CNMT	Comprobado para Condiciones Normales y Madurez Temprana
CNMD	Comprobado para Condiciones Normales y Mal Drenaje
CNRM	Comprobado para Condiciones Normales y Resistencia Múltiple
CNRC	Comprobado para Condiciones Normales y Resistencia al Carbón
CMT	Comprobado para Madurez Temprana
CMD	Comprobado para Mal Drenaje
CRM	Comprobado para Resistencia Múltiple
CRC	Comprobado para Resistencia al Carbón
EN	Exploratorio para Condiciones Normales
EMT	Exploratorio para Madurez Temprana

EMD	Exploratorio Mal Drenaje
ERM	Exploratorio para Resistencia Múltiple
ERC	Exploratorio para Resistencia al Carbón
EEF	Exploratorio para Resistencia a Escaldadura Foliar
GBG	Genético para Base Genética
GMT	Genético para Madurez Temprana
GMD	Genético para Mal Drenaje
GRM	Genético para Resistencia Múltiple
GRC	Genético para Resistencia al Carbón
GEF	Genético para Escaldadura Foliar

En el registro de los datos el estudio se apoyo en las nuevas Normas Metodológicas del Programa de Fitomejoramiento de la Caña de Azúcar (INICA, 2002).

El conjunto de datos que forma parte de las actividades de hibridación comprende los registros necesarios en la ejecución de la campaña de hibridación de la caña de azúcar en el Centro Nacional de Sancti Spíritus y en la Estación Provincial de Holguín. En el diseño de los datos se tuvo en cuenta los criterios de los especialistas, así como la validación teniendo en cuenta lo que se recoge en las normas metodológicas en cuanto a este aspecto. La base de datos fue diseñada en Microsoft Access a partir del diagrama entidad-relación.

El lenguaje de programación empleado en la programación de HIBRID (versión 2.0) fue *Microsoft Visual Basic 6.0* y en el diseño de la base de datos se empleó el *Microsoft Access 97*. En la generación de la ayuda del sistema se utilizó *Microsoft Help WorkShop* que permite la creación de un archivo de ayuda profesional, basado en el estándar de Windows. Además de estas facilidades, HIBRID contiene un archivo de ayuda y un Manual de Usuario que explican en detalle todas las opciones del sistema.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El sistema para su buen funcionamiento necesita que la captura siga un orden lógico. Lo primero que debe hacer el usuario es definir la campaña con que va a trabajar (nueva o ya existente), la base de datos con que va a trabajar y actualizar, los codificadores en caso que fuera necesario. Antes de ejecutar el plan de cruzamientos se requiere primeramente de la elaboración y entrada del plan de cruzamientos compuesto por cada una de solicitudes desde las diferentes provincias, instituciones o interés de otro país. Luego, debe seguirse el comportamiento de los individuos en el lote de hibridación.

La entrada de datos del área de floración son de gran importancia para el buen funcionamiento de la aplicación, la información general del lote de floración, datos climatológicos, datos lote de floración, datos de la variedad dentro de un lote y chequeos de floración, dan la posibilidad de conformar la Programación de Cruzamiento.

A continuación se inicia la captura del montaje de los cruces. Con las posturas estimadas por cada cruce se realiza la distribución de las mismas hacia diferentes destinos.

De esta forma se crean las condiciones para la confección de los reportes que ofrece el sistema, en correspondencia a las necesidades de los usuarios.

El sistema realiza un grupo de operaciones, las cuales se agrupan según su funcionamiento y manipulación de la información:

- **Configuración de Trabajo:** Permite configurar el sistema indicándole: directorios de trabajo, bases de datos e incluso la adición y/o modificación de los codificadores.
- **Programación de Cruces**: Esta opción permite elaborar y ejecutar el plan de cruzamientos con las combinaciones deseadas.
- **Área de Floración**: En esta opción se analizan y procesan todos los datos referidos al área de floración, desde las características geográficas y climatológicas del área, hasta las fases de chequeo de las variedades. Además posee un conjunto de reportes para brindar información detallada de todas las características del área de floración.
- **Campaña de Cruzamiento**: En esta opción se procesan aquellas combinaciones a las que se le ha efectuado el cruce y controla la distribución de las posturas obtenidas. Incluye un conjunto de reportes para brindar información detallada de los cruces.
- **Ayuda**: Posee la ayuda al usuario del sistema y los créditos del mismo.

Este sistema se considera una importante herramienta en manos de los mejoradores, ya que posee el historial completo de un individuo desde su caracterización y evaluación en la colección de germoplasma hasta su comportamiento como progenitor en tiempo y espacio, lo cual puede utilizarse como base para la elaboración de futuros programas de mejora; ofrece además alternativas de cruzamientos.

La utilidad biológica de este sistema está dada por la automatización de toda la información necesaria para el desarrollo y ejecución de la campaña, así como el control de la que fluye durante el proceso de hibridación, facilitando la toma de decisiones y diferentes alternativas de cruzamientos en caso de que ocurra problemas o anomalías con la sincronización de la floración o no floración de progenitores concebidos en el plan de cruzamiento.

El control por años y localidades de los datos emanados de las campañas de hibridación como son las combinaciones utilizadas, progenitores florecidos, período de floración, fertilidad del polen, progenitores empleados, orígenes básicos de los progenitores, porcentaje de utilización respecto a la colección de germoplasma y a los individuos disponibles en los lotes de hibridación y las condiciones climatológicas existentes, entre otros, permite establecer comparaciones entre combinaciones utilizadas y posturas por diferentes criterios y aunar experiencias que permitan cambiar y mejorar los planes de cruzamientos, y de esta forma contribuir a aumentar la variabilidad genética de nuestras poblaciones, además pueden tomarse decisiones en cuanto a la introducción de genotipos, formas originales e híbridos que permitan contar con nuevos progenitores que garanticen la continuidad en la obtención de nuevas variedades con resistencia a enfermedades y de buen desarrollo agroazucarero en las diferentes zonas edafoclimáticas del país.

Con este sistema es posible conocer además la cantidad de gramos de semillas/cruce, la cantidad de posturas/cruce, el total de posturas obtenidas y su distribución por provincia, permitiendo analizar en cada campaña las combinaciones utilizadas y así tomar las medidas para garantizar que las próximas sean más eficientes.

Con la información almacenada en la base de datos se pueden realizar análisis estadísticos descriptivos que permiten caracterizar progenitores, combinaciones, realizar estudios de floración/localidad y su relación con años y genotipos, estudios de frecuencia, entre otros.

Las ventajas económicas que ofrece la utilización del método automatizado es que se obtiene un ahorro en el orden de 1410 pesos/año con relación a los gastos ocasionados por el proceso manual, gastos materiales, dietas y pasaje, combustible, etc, que disminuyen al

no tener que incurrir en ellos en la misma cuantía. No obstante, el empleo de métodos automatizados presupone incrementos en los gastos de amortización y energía al incorporarse microcomputadoras, accesorios y la adquisición del software, los que son compensados con los incrementos de beneficio bruto y permiten que el método reporte ahorros de 42 centavos por peso invertido en la utilización del proceso manual, todo lo cual corrobora las características técnicas descritas.

CONCLUSIONES

HIBRID en su versión 2.5 para Windows permite:

1) 1) Ampliar y utilizar de forma más eficiente los individuos presentes en la colección de germoplasma de la caña de azúcar.
2) 2) Conocer la utilización de cada variedad y sus combinaciones en las diferentes localidades de hibridación, confeccionar y ejecutar el plan de cruzamientos, el montaje de los cruces, seguimiento de los individuos en el área de floración y la distribución de las posturas.
3) 3) Garantizar la adecuada organización, seguridad, control y procesamiento de los datos generados durante las campañas de hibridación en las diferentes localidades y a escala nacional.
4) 4) Eliminar la duplicidad existente actualmente en el procesamiento, ya que este se efectúa manual y automatizado (usando HIBRID en su versión anterior), al incluir en el sistema los nuevos descriptores y tareas que se desarrollan y registran durante la ejecución de la campaña de cruzamiento.
5) 5) Corregir los errores de funcionamiento y conceptuales detectados en la revisión de la versión HIBRID para Windows en su versión 2.0
6) 6) Modificar el medio ambiente de trabajo, al presentar un nuevo producto en ambiente visual y compatible con Windows 95/98. Resolviéndose de esta forma los problemas existentes con la Interfaz usuario
7) 7) Incorporar un sistema de Ayuda que se activa durante la ejecución de una sesión de trabajo y permita resolver cualquier duda de forma ágil y simultánea
8) 8) Incluir reportes, como una de las opciones principales donde se emiten los listados fundamentales que solicitó el usuario para desarrollar los análisis y futuras tomas de decisiones.
9) 9) Garantizar la seguridad y protección de la información, de igual forma para proteger la integridad de los datos.
10) 10) Ahorrar tiempo y recursos financieros que asciende a 1 400 pesos/año.

REFERENCIAS

Diccionario enciclopédico Vox. http://members.es.tripod.de/ecoweb/botan_diccionario.htm#H.

Jorge, Ibis y Saddys Segrera. (2000). Informe Final del Proyecto de Investigación “Desarrollo y Perfeccionamiento de los Sistemas Automatizados para el Mejoramiento Genético de la

Caña de Azúcar en Cuba". Instituto Nacional de Investigaciones de la Caña de Azúcar (INICA), 61 pp.

Kumpatla, S. P. y otros, 1998. "Genome intruder scanning and modulation systems and transgene silencing", *Trends in Plant Science*, Vol.3(3), pp. 97-104. http://www.free-news.org/#Cnota_2b.

Viera, F. (2000). "Informe Técnico HIBRID (versión 2.0 para Windows) Sistema para el Control de la Información de las Campañas de Hibridación". Instituto Nacional de Investigaciones de la Caña de Azúcar (INICA), 8 pp.

SELECCIÓN DE ESTRATEGIAS DE RESISTENCIA A ENFERMEDADES DE LA CAÑA DE AZÚCAR

González, Roberto Dr.
Carvajal, Omelio
Tamayo, Mónica

Instituto Nacional de Investigaciones de la Caña de Azúcar. Ave: Van Troi. No17203.Ciudad de la Habana. Cuba. E-E-**E-mail : roberto@inica.edu.cu**

ABSTRACT

Cuban researchers have worked for a long time to get resistance to some sugarcane diseases, as web as mosaic, red rot, aye spot, smut and rust. For instance Cuba has an adequate genetic base (more than 80% of parents are resistant) to mosaic disease and, at the same time, resistance is easily transmitted; that's why it is not nowadays considered as a selection criterion. Similar situation is presented with red rot and eyespot. Rust is an economic important disease, but it is almost under field control, because as web as mosaic it shows an easy resistance inheritance, main wile smut is still being a serious problem because it's complex inheritance and a narrow genetic base. Recently two new diseases are increasing Cuban sugarcane varieties troubles, leaf scald and yellow leaf syndrome, in spite of that a practical resistance strategy, showed in this paper, has been established to keep its under control.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años se evidencia el aumento progresivo de las enfermedades en el cultivo de la caña de azúcar y se destaca la aparición de nuevos brotes de las enfermedades denominadas mayores (González et al, 2000). Este fenómeno ha dificultado, entre otras, la obtención de individuos resistentes a tan complejo grupo de patologías, ya que de forma general en los programas de mejoramiento es muy difícil trabajar para la resistencia a muchas enfermedades y otro importante número de caracteres criterios de selección (Bernal et al 1997).

En Cuba, se contempla desde hace muchos años, la selección de clones con resistencia al mosaico, pudrición roja y mancha de ojo. La aparición en 1978 del carbón (López et al 1979) y la roya (Alfonso 1986),impusieron la necesidad de incluirlas dentro del programa de mejora. Más recientemente se han presentado una variación en el agente causal de la escaldadura foliar y el amarillamiento foliar, hacia las que recién se ha iniciado el trabajo de mejora para la resienta y que lógicamente, se requieren varios años. Tomando en consideración el estado de avance del trabajo para la resistencia a dichas enfermedades, se ha establecido una estrategia, que se muestra en el presente trabajo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Siguiendo un esquema propuesto por Benda, citado por González (1997), en el que se establecen cuatro estrategias para la resistencia, así: Estrategia I, no se considera la enfermedad criterio de selección, la II, en la que la enfermedad no es de gran importancia o se desconocen aspectos fundamentales de las relaciones **Hospedante: Patógeno: Ambiente** y solamente se hace la selección para ese carácter al final del esquema; en tanto que las restantes estrategias son para las principales enfermedades, en las que se hacen *screeniongs* masivos desde las primeras etapas de selección (Estrategia III) y, si no hay una dotación suficiente de progenitores, se desarrolla un programa paralelo para ese fin (Estrategia IV), de acuerdo a esas Estrategias, las evaluaciones ante las enfermedades del material genético en las diferentes etapas de selección se desarrolla como sigue:

Mancha de ojo

Drechslera sacchari (Butler) Sub et Jain. y **Pudrición roja del tallo**. *Colletotrichum falcatum* Went. Por los resultados obtenidos en los estudios de las relaciones Hospedante: Patógeno: Ambiente, estas enfermedades se evalúan las variedades en la etapa final de selección mediante los métodos sugeridos por Alfonso et al (2000), Alfonso y Rodríguez (2000), como forma de conocer su reacción ante una posible epifitotia y establecer la estrategia de manejo.

Mosaico

VMCA. Los estudios desarrollados en Cuba han logrado un control permanente de esta enfermedad por la vía de la resistencia. Se evalúan las variedades en las etapas finales del esquema de selección mediante el método descrito por Carvajal y Rodríguez (2000). Para la evaluación y obtención de progenitores se aplica el mismo método de infección, pero, sugerido por los mismos autores, se emplea una escala diferente para la evaluación y caracterización de los mismos.

Roya

Puccinia melanocephala Sydow y P. Sydow. Se hacen discriminaciones masivas en las primeras etapas y una prueba definitiva en la fase de Estudios Replicados, en todos los casos mediante fondos de infección (Alfonso et al (2000). Se evalúan las características epidemiológicas mediante el método descrito por González et al (1997).

Carbón

Ustilago scitaminea Sydow. En la fase de posturas se practica una inoculación por raíces, según recomendación de Balance (1995). Posteriormente se hace un *screening* en la fase clonal II, mediante inoculación artificial de esquejes y de la misma forma, pero a una cantidad mayor de esquejes; una prueba final en la fase de Estudios Replicados (González et al (2000).

Escaldadura foliar

Xanthomonas albilineans (Ashby) Dowson. Recientemente ha comenzado a circular un nuevo serovar del agente causal por el país, que ha otorgado una mayor importancia a esta enfermedad (Peralta et al, citado por González, 2001), sin embargo, no ha sido posible

evaluar el germoplasma existente en tan corto período, por lo que las evaluaciones por inoculación artificial se practican en la fase de Estudios Replicados por el método descrito por <mtos, (2002).

Síndrome de amarillamiento foliar

(YLS) *Fitoplasmas* y otros. El los individuos de las diferentes etapas del esquema de selección son evaluados por el método del brix en la hoja empleado en Brasil (citado por Chinea, 2001) y aplicando una escala de 4 grados elaborada por Chinea (2001).

Raquitismo de los retoños

Clavibacter xyuli, subsp xyli. Al finl del proceso de selección se efectúa una evaluación de las variedades que se llevan a extensión, mediante el método descrito por Milian (2000).

Establecimiento de la estrategia

Las evaluaciones del material genético ante las diferentes enfermedades en las etapas de selección, los estudios de la interacción Hospedante. Patógeno: Ambiente, los programas paralelos de obtención de progenitores y otros han permitido un grupo de resultados que conforman la base del establecimiento de una estrategia para la resistencia a enfermedades, a ello se adicionan los estudios desarrollados por González et al (2000) sobre el desarrollo de epidemias de roya y carbón, que ofrece una opción de manejo adecuado de estas dos enfermedades, hasta tanto se pueda incrementar efectivamente el porcentaje del área cañera del país plantada con variedades resistentes, así:

La roya

Es una enfermedad cuya resistencia es fácilmente heredable, se cuenta con apropiado surtido de progenitores, aunque por la habilidad de mutación del agente causal, debe mantenerse como criterio primario de selección. El manejo excluye las variedades susceptibles. Estrategia III de resistencia.

El carbón

A pesar de presentarse en el mismo año que la roya (1979), es todavía un problema sin una solución adecuada en nuestro país y precisa de continuar considerándosele como de primer orden en las estrategias de resistencia.

El raquitismo de los retoños (RSD)

No cuenta con un programa adecuado de resistencia, dado por las características de la propia enfermedad y su agente causal, pero su importancia real la sitúa como uno de los principales problemas fitosanitarios a resolver en los próximos años y que requiere de una estrategia bien definida y con prioridad. Se precisan estudios de resistencia, epidemiología y otros de la enfermedad y el agente causal. Estrategia II para la selección y IV para la búsqueda de progenitores

El Síndrome de amarillamiento foliar (YLS)

Constituye una permanente amenaza, por lo que debe considerársele en las estrategias de control, tarea difícil, tomando en consideración las interrogantes que

persisten en relación con su etiología, forma de transmisión y otros aspectos que requieren de estudios específicos. Aunque su importancia real es ascendente, las interrogantes antes indicadas no le permiten un manejo semejante al seguido con el RSD, pero al menos, una estrategia II permite una discriminación en las fases de selección de aquellos individuos más susceptibles, que pudieran desatar una epidemia en condiciones adecuadas para ello.

La escaldadura foliar

No cuenta con la información básica, sin embargo hay que considerarla desde las primeras etapas como criterio de selección, avanzar con rapidez en los estudios genéticos. Considerar *screening* en etapas tempranas y Estrategia IV.

Mancha de ojo y pudrición roja del tallo

Enfermedades que permanecen bajo control, con medidas de manejo, en concordancia con su comportamiento focal en la primera y de la forma principal de transmisión en la segunda, es decir, por las galerías de los barrenadores del tallo, plagas que permanecen en Cuba bajo control y por consiguiente limitan la propagación de esta enfermedad. Lo indicado en ese sentido es el camino seguido, una estrategia II de resistencia.

Mosaico

Por su importancia potencial, es una enfermedad que merece una atención permanente, sin embargo, en Cuba no se cultivan variedades susceptibles a esta enfermedad, se mantiene un programa de obtención de progenitores y se practica la discriminación en la etapa final del esquema de selección.. Se aplica una estrategia II con la peculiaridad de evaluar las posibles variaciones del agente causal y la obtención de progenitores.

Conocidos los resultados antes indicados, se deduce que los principales problemas de enfermedades de la caña de azúcar a resolver por la vía de la resistencia varietal son los existentes con las enfermedades carbón, roya, escaldadura foliar, raquitismo de los retoños y síndrome de amarillamiento foliar.

En relación con roya y carbón, se ha trazado la estrategia de lograr un manejo adecuado, de ambas enfermedades, tomando como base sus posibilidades de desarrollo de epidemias (tabla 1), hasta tanto se cuente con un alto porcentaje del área nacional plantada con caña de azúcar. Desde luego que este conocimiento permite bajos índices de daño y establecer las bases para la mejor ubicación de las variedades en las áreas de producción, conociendo de antemano (González et al (2000), las zonas cañeras del país donde son favorables para el desarrollo epidémico de ambas enfermedades.

Tabla 1. Posibilidades de desarrollo de epidemias de roya y carbón de las principales variedades en explotación comercial

VARIEDAD	CARBÓN		ROYA	
	REACCIÓN	EPIDEMIA	REACCIÓN	EPIDEMIA
Ja60-5	AS	ALTA	S	MEDIA
C323-68	MS	MEDIA	MR	MEDIA
C87-51	S	BAJA	R	NINGUNA

C266-70	MR	NINGUNA	R	NINGUNA
CP52-43	MR	BAJA	R	NINGUNA
My5514	AR	NINGUNA	S	ALTA

REFERENCIAS

Alfonso, F. y J. Rodríguez (2000). "Pudrición roja, en Sistema evaluativo de la resistencia a las principales enfermedades de la caña de azúcar en cuba". La Habana, 54 pp.

Alfonso, F, J. Rodríguez y María T. Cornide (2000). "Mancha de ojo, en Sistema evaluativo de la resistencia a las principales enfermedades de la caña de azúcar en cuba". La Habana, 54 pp.

Alfonso, Isabel (1987). Bases fitopatológicas para el control de la roya de la caña de azúcar en Cuba. *Tesis de Doctor*ado. INICA, La Habana, 92 p.

Alfonso Isabel, Cornide María Teresa y otros (2000): "Roya, en en Sistema evaluativo de la resistencia a las principales enfermedades de la caña de azúcar en cuba". La Habana, 54 pp.

Balance, Cecilia (1995). "Estudios de herencia y selección para el carácter de resistencia al carbón de la caña de azúcar *Saccharum spp"*. *Tesis de Doctorado*. INICA, 109 p.

Carvajal, O, Eida Rodríguez y otros (2000). "Mosaico, en en Sistema evaluativo de la resistencia a las principales enfermedades de la caña de azúcar en cuba". La Habana, 54 pp.

Chinea , A. "Escala para la evaluación del síndrome de amarillamiento foliar de la caña de azúcar". Material de archivo, INICA, 6 pp.

González, H., R. (1997). "Bases para el control del carbón de la caña de azúcar *Ustilago scitaminea* Sydow" *Tesis de Doctorado.* INICA, 100 p.

González, R. (1997). "Bases para el control del carbón de la caña de azúcar". *Tesis* defendida en opción al grado de Dr en Ciencias Agrícolas, La Habana, 104 pp

González, R., J. Rodríguez y Mónica Tamayo. "Estrategias de resistencia a enfermedades de la caña de azúcar". En: *Seminario Internacional de Sanidad Vegetal*, IV, Varadero, 7 pp.

González, R., María C. Balance y otros (2000). "Carbón, en Sistema evaluativo de la resistencia a las principales enfermedades de la caña de azúcar en ". La Habana, 54 pp.

López María Ofelia, L. Pérez y R. Iznaga (1979). "Una nueva enfermedad de la caña de azúcar; el carbón causado por *Ustilago scitaminea* Sydow". Sanidad Vegetal, MINAG, 11 pp.

Madyu Matos, J. R. Pérz y A. Chinea. "Método de evaluación de resistencia a escaldadura foliar de la caña de azúcar: en normas y procedimiento para Fitomejoramiento". *Material en elaboración*, 205 pp.

Pérez, J. R. (2000). "Raquitismo de los retoños, en Sistema evaluativo de la resistencia a las principales enfermedades de la caña de azúcar en cuba". La Habana, 54 pp

SELECCIÓN DE VARIEDADES BAJO CONDICIONES DE ESTRES HÍDRICO EN LA REGIÓN CENTRO SUR DE CUBA

García Pérez, Héctor*
Jorge Suárez, Héctor**
Díaz Mujica, Félix R.*
Estévez Martín, Yandi H.*.

*Estación Territorial de Investigaciones de la Caña de Azúcar Villa Clara – Cienfuegos
E-mail: epica@civc.inf.cu
**Instituto Nacional de Investigaciones de la Caña de Azúcar
hector@inica.edu.cu

ABSTRACT

With the objective of looking for solutions for more than 8 thousand ha affected by drought in the county of Cienfuegos, in the center south region of Cuba, four field experiments were settled down in two Cane Producing Units, there were included 800 clones and 22 varieties of sugarcane, during plant cane and first ratoon crops. According to the results obtained it is feasible the selection from early stages in these environment, what allowed that 32 clones passed to a higher stage of selection and eight progenitors were incorporated to the National Program of breeding for such conditions. It was also proved that the rains in the dry period (November until April), resulted decisive in the agricultural yields and that the variability attributed to the environmental conditions was the biggest proportion in the total variation. Three new varieties were released due to their adaptability and the resistance to the main diseases shown so much under field conditions as in the tests of artificial inoculation.

INTRODUCCIÓN

El cultivo de la caña de azúcar representa el principal producto agrícola e industrial del país y constituye una fuente importante de riquezas, por ello aproximadamente 1,5 millones de ha son dedicadas a estas plantaciones; de las cuáles 183 000 ha son afectadas por sequía que representan el 12.2 % del área. En la provincia de Cienfuegos este factor limitante afecta 10.2% de su área, lo que reduce considerablemente los rendimientos, entre otras causas por la poca disponibilidad de genotipos capaces de mantener producciones estables bajo estas condiciones.

Si bien es posible obtener progresos mediante el mejoramiento genético para incrementar la resistencia al estrés en los cultivos, también puede alcanzarse mediante la modificación de prácticas culturales, pero el desarrollo de genotipos resistentes, aunque es más lento es más barato, porque posibilita el mejoramiento por largo plazo, esperándose encontrar una aplicación en el mejoramiento de la caña de azúcar.

Con el objetivo de buscar solución mediante el mejoramiento genético, para las más de 8 mil ha afectadas por sequía en la provincia de Cienfuegos, se desarrollo el presente trabajo, con vistas a obtener material genético (progenitores, clones y variedades) con respuesta ante el estrés por sequía así como profundizar en los factores que harían más eficiente la selección bajo tales condiciones.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los estudios quedaron establecidos en las Unidades Productoras de Caña (UPC) "Rosalía" y "Charcas" del Complejo Agroindustrial (CAI) Guillermo Moncada de la provincia de Cienfuegos, seleccionadas por el estrés que produce sobre las plantaciones cañeras, la combinación del errático régimen pluviométrico con los suelos predominantes en las mismas, que ha ocasionado una depresión de los rendimientos agrícolas.

Se plantaron cuatro experimentos de campo, dos en etapas de estudios clonales (segundo lote clonal LC2) con 780 individuos, descendientes de 21 combinaciones, y dos en estudios avanzados de selección con un total de 22 variedades, que se evaluaron desde agosto de 1998 hasta marzo del 2001, en las cepas de caña planta y primer retoño.

Las evaluaciones se realizaron según las normas vigentes y el procesamiento estadístico seguido fue el de análisis de varianza (ANOVA) para detectar las diferencias estadísticas entre los cruces estudiados mediante un diseño Biparental y efectuar a partir del mismo las estimaciones de la heredabilidad en sentido estrecho, con la finalidad de precisar sobre cuales caracteres efectuar selección bajo estas condiciones con una mayor eficiencia. En el caso de los experimentos de variedades en etapas avanzadas de selección, también fueron realizados ANOVA factoriales (variedad X localidad), para la estimación y descomposición de las varianzas y la estimación de parámetros genéticos estadísticos. El análisis multivariado de Componentes Principales se utilizó en la caracterización de los distintos ambientes que se utilizaron para la selección de las variedades y para la determinación de los factores asociados con los rendimientos. Mediante la técnica de clasificación automática se realizó una caracterización integral de las variedades.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados en la etapa de Lote Clonal, demostraron la existencia de variabilidad genética que puede ser aprovechada en la selección, al encontrarse diferencias significativas entre las combinaciones evaluadas para los cinco caracteres objeto de estudio, con heredabilidades aprovechables para el brix y el vigor por lo que sobre éstos caracteres deberá ser enfocada fundamentalmente la selección ya que en los restantes los valores resultaron bajos, resultados que coinciden con los obtenidos por Cruz (2000) en condiciones similares en la región oriental de Cuba. (tabla 1)

Tabla 1. Resultados de la selección en Lotes clonales

Causa Variación	Brix		Diámetro		Altura		N. de Tallos		Vigor	
	CM	Sig	CM	Sig	CM	Sig	CM	Sig	CM	Sig
Combinaciones	22.01	**	0.22	**	452.36	**	91.92	**	1.65	**
Error	5.23		0.10		284.57		42.39		0.56	
$\overline{X}$ ± ES	18.74 ± 2.41		2.53 ± 0.32		228.82 ± 16.32		19.04 ± 6.67		2.43 ± 0.74	
he ± ES	0.37 ± 0.06		0.17 ± 0.10		0.08± 0.16		0.12 ± 0.21		0.25 ± 0.08	

En correspondencia con estos resultados resultaría factible incluir en el Programa Nacional de cruzamientos para condiciones de sequía a las combinaciones de la tabla II las cuáles mostraron resultados comparables con los testigos empleados, así como continuar el estudio en etapas superiores de los 32 clones seleccionados descendientes de dichos cruzamientos.

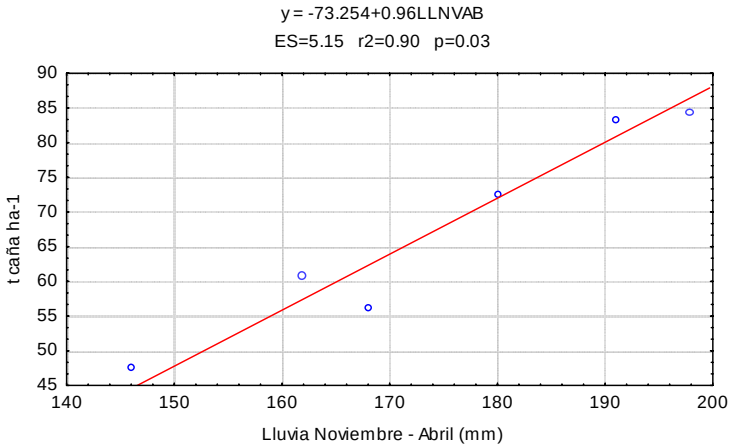
Tabla 2. Combinaciones destacadas para condiciones de sequía

Combinación	Brix	Diámetro	Altura	N. Tallos	Vigor
B45181 X C227-59	18.51	2.44	224.69	18.56	2.47
C323-68 X US173-12	21.75	2.45	225.00	16.50	2.50
C137-81 X B8066	19.08	2.58	232.73	20.73	2.82
C229-84 X CP43-47	19.39	2.63	227.35	15.53	2.50
C227-59 (testigo)	20.32	2.58	231.36	18.32	2.48
CP52-43 (testigo)	21.82	2.83	226.59	21.18	3.04

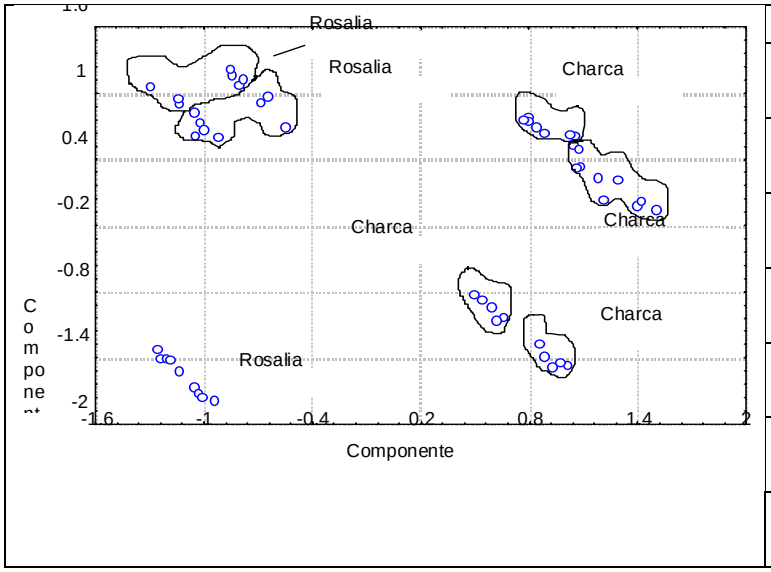
El análisis de componentes principales permitío determinar las principales relaciones entre las variables utilizadas y su peso en la caracterización de los genotipos y los ambientes, encontrandose una relación muy importante bajo estas condiciones de estres por sequía, entre el rendimiento agrícola y las lluvias del período seco comprendido entre los meses de noviembre y abril, ajustandose al modelo representado en la figura 1, así como una mayor influencia de las propiedades químicas y físicas del suelo, lo que demuestra el alto efecto que puede producir el ambiente en la respuesta de los genotipos.

De esta forma es de esperar una respuesta diferenciada en cada una de las cuatro condiciones donde fueron evaluados, aunque es de resaltar la estabilidad dentro de las

localidades de los genotipos C86-165 con resultados similares al patrón C266-70 en “Rosalía” ademas de C86-156 y C89-179 en la localidad de “Charcas” cuyos resultados se comportaron de manera muy similar a los de My5514 y C323-68.



	Comp 1	Comp 2	Comp 3
Valor	9.36	3.03	2.89
%	40.68	13.18	12.25
Suma	40.68	53.86	66.11
CTHA	0,1317	0,1743	0,2719
PPC	0,2130	0,2172	0,2173
PTHA	0,2324	0,2847	0,3875
LLT	0,0679	0,0746	0,0847
LLNA	0,3170	0,3718	0,4093
LLMO	0,1274	0,1535	0,1854
PHH2O	**0,7822**	**0,8562**	**0,8565**
PHKCL	**0,8447**	**0,8626**	**0,8730**
P2O5	0,5586	**0,7457**	**0,8036**
K2O	0,0089	0,4391	0,4688
MO	0,6784	**0,8026**	**0,8574**
CA	**0,8672**	**0,9194**	**0,9324**
MG	**0,8699**	**0,8702**	**0,8912**
NA	0,4233	0,5960	0,7516
K	0,3370	0,5600	0,5610
VAL. T	0,180	0,458	**0,813**



	3	9	**4**
NT	0,3100	0,4896	0,5232
TARG	0,2207	0,2847	**0,9404**
TARF	0,2244	0,2599	**0,9340**
TLIG	0,5900	0,8843	**0,8844**
TARC	0,4737	0,8560	**0,8819**
PE	0,1767	0,4054	**0,8272**
HY	0,7202	0,8209	**0,8488**

Fig. 1 Resultados del análisis de componentes principales

Los resultados de los análisis de varianzas factoriales Variedad x Localidad, permitieron reafirmar la importancia de explotar de manera favorable para la selección, las interacciones producidas entre los genotipos y los ambientes de prueba, las cuáles resultaron significativas en la cepa de retoño para el rendimiento en **t** caña ha^{-1} y el contenido azucarero (tabla 3). Según estos resultados es de esperar mayor eficiencia en la selección para la calidad, por la mayor contribución a la variación total de los genotipos.

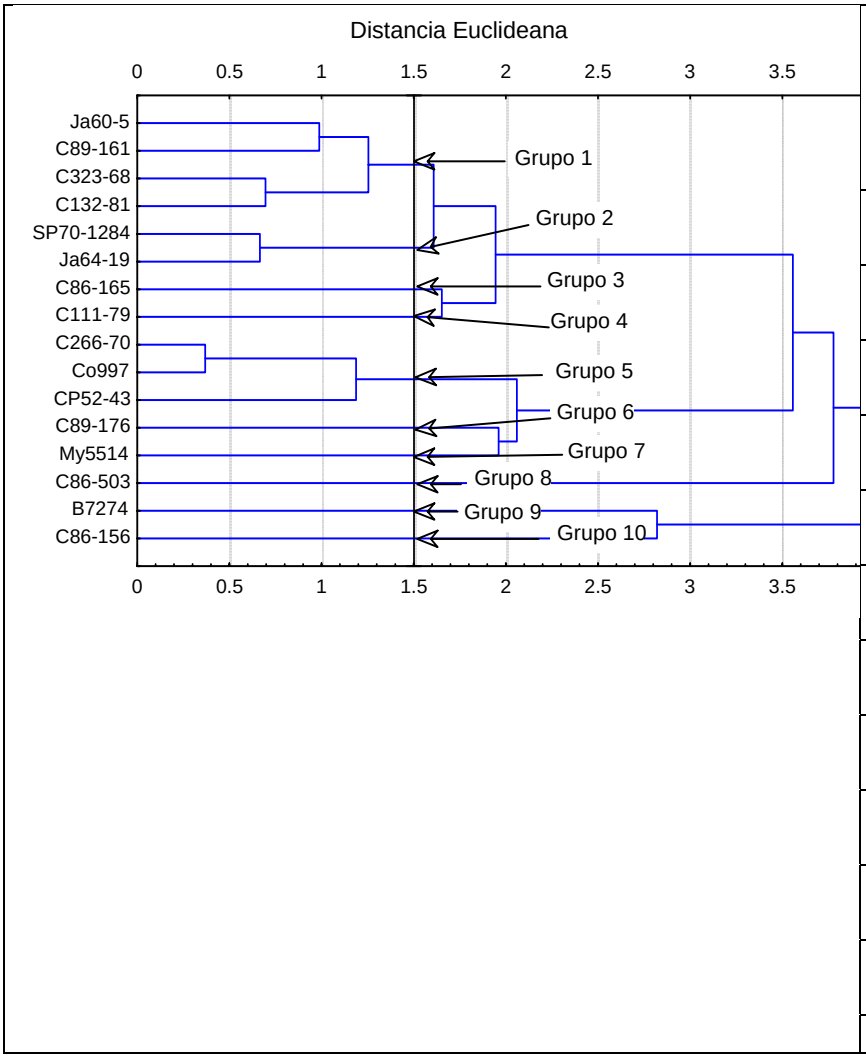
Tabla 3: Resultados del Análisis de Varianza Factorial. Cepa Retoño

Causa Variación	**CTHA**					**PPC**					**PTHA**				
	σ ± ES			**Sig**	**PVT**	**σ ± ES**			**Sig**	**PVT**	**σ ± ES**			**Sig**	**PVT**
Varied. (V)	0.00	±	6,19	*	12,0	0,23	±	0,41	**	34,0	0.00	±	1,07		9,5
Localid. (L)	631,01	±	11,44	**	51,6	0,16	±	4,06	**	5,8	18,65	±	4,41	**	54,1
V X L	87,74	±	8,75	*	12,4	0,53	±	0,58	**	22,2	1,73	±	1,51		10,7
Error	229,62				23,9	1,00				35,4	6,82				25,2
V. Genética					12.0					34.0					9.5

V. I. GXE	12.4	22.2	10.7
V. Ambient.	75.5	41.2	79.6

* diferencias significativas p =0.05 ** diferencias significativas p = 0.01

De acuerdo con la clasificación automática practicada en la cepa de retoño en cada una de las localidades (figura 2), las variedades C86-156, C86-165 y C89-161 se incluyeron en los grupos de mayores rendimientos de forma integral, en ocasiones asociadas a variedades comerciales de elevados potenciales bajo condiciones de estrés por sequía como C323-68, Ja60-5 lo que unido a la resistencia mostrada en pruebas de inoculación artificial ante la roya y el carbón avalan su desarrollo inmediato.



Promedios de los Grupos

Grupo	ctha	ppc	ptha
1	**50,07**	**16,07**	**8,06**
2	47,96	16,46	7,90
3	**52,18**	**15,32**	**7,98**
4	53,43	16,17	8,65
5	39,47	16,06	6,35
6	42,34	16,15	6,84
7	44,26	15,79	7,02
8	36,35	13,73	4,99
9	59,88	15,42	9,20
10	**57,28**	**16,48**	**9,47**

Fig .2. Resultados del análisis de clasificación automática en retoño

CONCLUSIONES

La puesta en practica de un programa de mejoramiento genético para las condiciones de estrés por sequía en la provincia de Cienfuegos en la región centro sur de Cuba, permitió la obtención y recomendación de progenitores, clones y tres nuevas variedades para dar respuesta a la producción cañera de ese territorio.

REFERENCIAS

Cruz, S. R. (2000). Obtención de variedades de caña de azúcar tolerante a condiciones de estrés hidro-salino. CITMA. *Informe final* del proyecto, pp. 33-45.

TÉCNICAS DE BIOLOGÍA MOLECULAR Y CELULAR PARA LA CARACTERIZACIÓN DE CULTIVARES Y PATÓGENOS DE CAÑA DE AZÚCAR

Acevedo Ricardo
Rodríguez Eida
La O, María

Instituto Nacional de Investigaciones de la Caña de Azúcar, MINAZ
Email: acevedo@inica.edu.cu

ABSTRACT

The molecular and cellular biology techniques are important in genomes studies, as well as in different types of analysis of microorganisms, so we used three in our investigations related with sugarcane.

Flow cytometry was carried out in order to determine the relative DNA content in isolates of *Ustilago scitaminea* Sydow and sugarcane cultivars. It was proved to be potentially useful in the characterization of *U. scitaminea* isolates for the possible differentiation of races of this microorganism and permited in the sugarcane cultivars to estimated that each unreplicated chromosome had 75 fg in *S. officinarum* and 80 fg in *S. spontaneum.* Nucleolar (18S-5.8S-25S) and non nucleolar 5S ribosomal genes were mapped by FISH in the *S. officinarum* cultivar Cristalina and in three interspecific hybrids. The My5514 and B42231 hybrids had eight maternal *S. officinarum* genomes and only two from *S. spontaneum* (8+2), as their single nucleolar organizer region (NOR) is distal in the former, but interstitial in the latter, genomes. C236-51 would also have an 8 + 4 configuration, if two out of the four interstitial NORs had been translocated to a distal position. X rays microanalysis was employed to determine chemical composition in three ***U. scitaminea*** isolates. The results show that each sample had different minority elements composition, A_4 had not Cu and Zn, for this reason it is separated from A_1 and A_5. These results are in concordance with pathogenical and morphological previous studies. This technique, joined with others, could be useful to differentiate ***U. scitaminea*** isolates in Cuba.

INTRODUCCIÓN

Las técnicas de biología molecular y celular son herramientas valiosas para los estudios genéticos de animales, plantas y microorganismos, así como para el diagnóstico de enfermedades. Entre estas se encuentra la hibridación *in situ* con fluorescencia, la cual es una herramienta muy poderosa y sensible para detectar y localizar secuencias de ácidos nucleicos tanto en cromosomas preservados morfológicamente, como en preparaciones de células o tejidos (Acevedo, 2000). La citometría de flujo permite estimar el contenido de ADN en núcleos celulares y medir de forma rápida gran número de partículas o células

(Breeuwer, 1997); dando información acerca de varios parámetros celulares. El microanálisis de rayos x es la conjunción del análisis de elementos químicos y su localización en las células, ha sido utilizada para investigar cambios en la composición celular, localización de minerales en tejidos, análisis de diferentes patologías (El-Bestawy y col., 1996) y en estudios de diferenciación de hongos (Figueras y Guarro, 1996).

El objetivo de este trabajo fue aplicar estas técnicas en el análisis del genoma de cultivares de caña de azúcar y la caracterización de *Ustilago scitaminea* Sydow, uno de los principales patógenos que afectan a este cultivo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se estudiaron los cultivares de caña de azúcar, Cristalina, My5514, B42231 y C236-51. Las muestras de primordios quiescentes se obtuvieron antes de la incubación y puesta en humedad y posteriormente se hicieron tomas de raíces de diferentes longitudes.

Para el análisis de *U. scitaminea* se tomaron esporas de varios aislamientos procedentes de diferentes regiones de Cuba: A_1 (Ja60-5, Ciego de Ávila), A_2 (Ja60-5, Habana), A_3 (Co213, Villa Clara), A_4, (Co213, Holguín), A_5 (C323-68, Granma), A_6 (C323-68, Cienfuegos) y A_8 (My5514, Ciego de Ávila).

Citometría de flujo.

Se estimó el contenido de ADN total en los cuatro cultivares de caña de azúcar y en los aislamientos de *U. scitaminea*. Para el caso de los primeros se tomaron muestras de los primordios radicales y se siguió el método de Acevedo (2000). Las esporas del hongo se prepararon según Rodríguez y col. (2001). Para ambos se utilizó un citómetro de flujo EPICS XL (Coulter, FL., U.S.A.) equipado con un láser de argón, sintonizado en 488 nm. El contenido de ADN de cada núcleo fue estimado mediante la tinción con ioduro de propidio. Se empleó como control interno eritrocitos de trucha (***Salmo trutta*** L.), cuyo valor de ADN se estableció en el canal 162,8 del citómetro de flujo. Los datos se procesaron por análisis de varianza y la prueba de Newman-Keuls para un error de 0,05 %**.**

Hibridación *in situ* con fluorescencia

Se llevó a cabo la localización física de las familias multigénicas de los genes ribosomales 18S-5,8S-25S y 5S en los cuatro cultivares de caña de azúcar, con las sondas pTa71 y la pTa794, que corresponden a ambos ADNr (Cuadrado y Jouve, 1994).

Microanálisis de Rx

Se empleó para analizar los aislamientos de *U. scitaminea* y muestras de *U. z**eae*** (Schw.) (Ung.) y de ***Puccinia melanocephala*** Sydow & P. Sydow. Se colocó una ligera capa de esporas, de cada aislamiento sobre un portamuestra con cinta adhesiva de doble cara. Se secaron al aire y fueron recubiertas con carbón según el método utilizado por Gilbert (1990). Para lograr una mejor calidad de las fotos, las esporas fueron metalizadas con oro. Las observaciones se hicieron en un microscopio JEOL S-6400 al cual se le acopló

un microanalizador de rayos x Link ex LII. Los espectros se tomaron de cinco esporas distintas, separadas y elegidas al azar.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Hibridación *in situ* con fluorescencia y citometría de flujo en cultivares de caña de azúcar

Los genes 18S-5.8S-25S (región del organizador nucleolar) y 5S se detectaron, por hibridación *in situ* con fluorescencia, simultáneamente en los cromosomas distintos de los cuatro cultivares de caña de azúcar. El número de señales de hibridación , de cromosomas y los valores del ADN total fueron distintos (Tabla 1). Las regiones del organizador nucleolar (NOR) que están en posición distal proceden de *S. officinarum* y los que están en posición intersticial pertenecen a *S. spontaneum* (D'Hont y col,. 1998), pudiéndose estimar la contribución de ambos genomas en los cultivares híbridos. My5514 y B42231 presentaron 8 genomas de *S. officinarum* y 2 de *S. spontaneum* (configuración 8 + 2). Los 10 genomas de *S. officinarum* presentes en el cultivar C236-51 (configuración 10+2) puede ser explicada por una configuración 8+4, asumiendo que dos de los cuatro NORs de *S. spontaneum* pudieron sufrir una recombinación a la posición distal, presentando de esta forma una apariencia semejante a la que tienen los de *S. officinarum*. El contenido de ADN total es mayor en los cultivares con más cantidad de cromosomas de *S. spontaneum*.
Se pudo determinar en Cristalina que cada cromosoma de *S. officinarum* contiene aproximadamente 75 fg de ADN (tabla 1). Se analizó el cultivar My5514 (configuración 8+2) y se estimó la cantidad de ADN que aporta cada cromosoma del genoma paterno (*S. spontaneum*) presentes en él. Existen 20 cromosomas adicionales a los encontrados en el cultivar Cristalina (*S. officinarum*), si se asume que éstos son de *S. spontaneum*, por tanto, cada cromosoma de este tipo tiene aproximadamente un contenido de 80 fg de ADN.

Tabla 1. Características cuantitativas de los cuatro cultivares de caña de azúcar.

Cultivar	Número cromosomas	NOR + 5S	NORs distales + instersticiales	Contenido de ADN en G_0 pg	ADN/cromos., fg
Cristalina	80	8 + 8	8 + 0	6,0± 0.01	75,0
My5514	~100	10 + 10	8 + 2	7,6± 0.18	76,0
B42231	~110	10 + 10	8 + 2	9,2± 0.17	83,6
C236-51	~120	12 + 12	10 + 2 (8 + 4)	9,9± 0.06	82,5

Considerando que el contenido aproximado de ADN que aporta cada cromosoma de *S. spontaneum* va a ser 80 fg y son 20 los cromosomas de este tipo en My5514, entonces el valor obtenido es de 1,6 pg de ADN adicional (tabla 2).

Tabla 2. Número de cromosomas y ADN adicionales de *S. spontaneum* (x = 8) presentes en los híbridos.

Cultivar	Número de genomas adicionales	Cromosom esperados	Cromosom observados	Cromosom extras	ADN nuclear de cromosom. observ., pg	Exceso de ADN nuclear, pg
My5514	2	16	~20	~4	~1.6	—
B42231	2	16	~30	~14	~2.4	~0.8
C236-51	4	32	~40	~8	~3.2	~0.7

Por otra parte, se comparó el contenido de ADN esperado de los 30 cromosomas adicionales de *S. spontaneum* en el cultivar B42231 (2,4 fg,) con el contenido de ADN aportado por *S. officinarum* (Cristalina). Esto debería dar un valor de aproximadamente 8,4 pg y la realidad es 9,2 pg, por lo tanto existía un exceso de ADN en el genoma completo de B42231 con un valor de alrededor de 0,8 pg. Este exceso es adicional al incremento esperado debido a la introgresión de los cromosomas de *S. spontaneum.* Lo que hace pensar que existen porciones de cromosomas de esta especie salvaje dentro de los cromosomas de *S. officinarum.* Una situación similar se da en C236-51 si aceptamos la configuración de 8+4, calculándose una integración de un exceso de 0,7 pg aproximadamente

.

Citometría de flujo aplicada a aislamientos de *U. scitaminea*

Se encontraron diferencias en los contenidos de ADN entre aislamientos, así como en los eritrocitos de trucha. Se observó que los valores relativos de ADN para las esporas varían desde 1,06 en A_1 hasta 1,67 en A_2, además se aprecia que el A_4 y el A_8 son semejantes en su contenido de ADN y los restantes aislamientos forman grupos independientes (tabla 3).

Con el fin de calcular el valor absoluto en picogramos (pg) de ADN de núcleos de los aislamientos se consideró el contenido de ADN en los eritrocitos en 4,80 pg, calculado por Schmidtke y col. (1976). A partir de este valor se pudieron determinar los contenidos por núcleo que van desde 5,26 en A_1 hasta alcanzar gradualmente los 8,28 presentes en A_2. Finalmente, teniendo en cuenta que 1 pg de ADN corresponde a 0,2 x 10^9 pares de nucleótidos, se pudieron expresar los valores para cada uno de los aislamientos. Allman y col. (1992) encontraron diferencias en los contenidos de ADN de tres subpoblaciones de *Fuligo séptica* y dos de *Megacollybia platyphyla* que no se habían detectado en el examen microscópico. En cambio estos aislamientos de *U. scitaminea* si habían mostrado variaciones morfométricas de sus esporas.

Tabla 3. Contenido de ADN de los diferentes aislamientos de *U. scitaminea.*

Muestras	Canal Medio	Contenido relativo de ADN	Contenido de ADN (pg)	Pares de nucleótidos x 10^9	
S. trutta	162,8	1,00	4,80*	0,96*	
U. scitaminea					**Significación****
A_1	178,6	1,06	5,26	1,05	a
A_2	281,0	1,67	8,28	1,66	f
A_3	185,7	1,10	5,47	1,09	b

A_4	218,6	1,30	6,45	1,28	c
A_5	233,1	1,38	6,87	1,37	e
A_6	226,7	1,35	6,68	1,34	d
A_8	218,3	1,30	6,43	1,29	c

* Schmidtke y col. (1976)

**Letras desiguales difieren entre sí para $p<0,05$

Microanálisis de Rx en esporas de hongos fitopatógenos

El acoplamiento del espectrómetro de energía de rayos x al microscopio de barrido permitió observar la morfología externa de las esporas y su composición química. Al comparar el género ***Ustilago*** con ***Puccinia*** se observa en este último un mayor número de elementos minoritarios, lo que establece entre ambos una gran diferencia.

Entre los aislamientos de ***U. scitaminea*** existen diferencias en los elementos minoritarios, no así en los mayoritarios. Al analizar estos elementos se aprecia que A_4 no presenta Cu y Zn, a diferencia de A_1 y A_5. Por otra parte, todas las muestras analizadas tienen Na en su composición química a excepción de A_5 (tabla 4).

Tabla 4. Microelementos detectados por el microanalizador de rayos x

No. muestra	Hongo	Elementos	
		Mayoritarios	**Minoritarios**
1(A_5)	*U. scitaminea*	P, S, K, Cl	Na, Mg, Si, Cu, Zn
2(A_1)	*U. scitaminea*	P, S, K, Cl	Na, Mg, Si
3(A_4)	*U. scitaminea*	P, S, K, Cl	Si, Cu, Zn
4	*U. zeae*	P, S, K, Cl	Na, Mg, Si, Ca
5	*P. melanocephala*	P, S, K, Cl	Na, Mg, Si, Cu, Ca, Mn

Es de destacar, que en las investigaciones realizados por Rodríguez y col. (1996) sobre caracterización morfométrica de estos aislamientos, el A_5 presentó el menor diámetro de las esporas (< 3.75 μm) y A_4 el mayor (> 10 μm). Por otra parte en los estudios de patogenicidad llevados a cabo por Rodríguez y col. (en prensa) coincide que A_4 está en el grupo de los aislamientos más infectivos y por el contrario A_5 y A_1 pertenecen al grupo de los menos infectivos.

Los resultados obtenidos indican que la técnica de microanálisis de rayos x brinda información complementaria sobre cada aislamiento de *U. scitaminea* y que al unirla a otras investigaciones realizadas las complementa y ayuda a conocer la variabilidad que presenta el patógeno en el país.

En Cuba es la primera vez que se emplean estas tres técnicas para el análisis de cultivares de caña de azúcar y de aislamientos de un hongo fitopatógeno. Cada una de ella son un arma importante en la investigación, ya que los resultados obtenidos constituyen un aporte científico tanto para el conocimiento del genoma de este cultivo, como en las investigaciones sobre diferenciación racial de *U. scitaminea* que se vienen desarrollando en el país.

REFERENCIAS

Acevedo, R. (2000), Memoria para optar al Grado en Doctor en Ciencias Biológicas. Universidad Complutense de Madrid, 105 pp.

Allman, R. (1992), *Mycol. Res*. Vol. 96 (12), pp. 1916-1018

Breeuwer, P., De Reu, J. C., Drocourt, J-L, Rombouts, F. M., and Abee, T. (1997), *Applied and Environmental Microbiology*, pp. 178-185

Cuadrado, A., Jouve, N. (1994), *Chromosome Res*. Vol. 2, pp. 331-338

D'Hont, A., Ison, D., Alix, K., Roux, C,. Glaszmann, C. (1998), *Genome*, Vol. 41, pp. 221-225

El-Bestawy, C., Bellinger, E.G. and Sigee, D.C. (1996), *Eur. J. Phycol*. Vol. 31, pp. 157-166

Figueras, M. J. y Guarro, J. (1996), *Congreso Latinoamericano de Micología*, II, La Habana, Cuba, p. 12.

Gilbert, E. (1990), *Mycol. Res*. Vol. 94 (5):pp. 698-700.

Rodríguez, E., Alfonso I., Viera M., Espino A. (1996), *Congreso Latinoamericano de Micología*., II. Ciudad Habana, p 136

Rodríguez, E., La O, M., Gago, S., Espino, A., Acevedo, R. *Revista Cuba Azúcar* (En prensa).

Rodríguez, E., Acevedo, R., La O, M., (2001), *Revista Protección Vegetal*, Vol. 16 (2-3), pp. 111-115

Schmidtke, J. M., Zenzes, T., Weiler, C., Bross, K., Engel, W. (1976), *Biochemical Genetics* Vol.14:,pp. 293-297 3 y 4.

VARIEDADES ENERGÉTICAS DE CAÑA DE AZÚCAR: UNA SOLUCIÓN ECOLÓGICA DEL PRESENTE Y EL FUTURO.

González, Yudith
Cabrera, A.

Estación Territorial de Investigaciones de la Caña de Azúcar Oriente Sur, INICA. Carretera Central Km 2½, Los Coquitos, Palma Soriano, Santiago de Cuba. TelFax: 22-54 Telef: 25-83.
E-mail: YGonzalez@inica.sc.minaz.cu

ABSTRACT

The sources of energy in the world have limited life and expectation that in this century the existent reservations are drained considerably, for what looking for new sources of energy renewal. I am studied the behavior of the energetic varieties of cane of sugar C90-176 and C90-178 in the Territorial Station of Investigations of the Cane of sugar (ETICA) South East demonstrating that the same contribute abundant biomass and constitutes a source of cheap energy and renewal for the sugar industry since they allow to provide of trash in order to carry out the operations of test, pulled up, liquidation and generation of electricity even in the period of not harvest

They have importance from the ecological point of view since they constitute true forests energeticses that make a good use of the solar energy besides possessing ecological immediate effect upon not contaminating the environment and contribute to the conservation of the forests upon doing without of the petroleum and the firewood. It could be used like tutors of tomato, bean, cucumber and other cultivations with the consequent wooden saving.

INTRODUCCIÓN

Las fuentes de energía en el mundo tienen vida limitada y se prevé que en este siglo se agoten considerablemente las reservas existentes, por lo que todo aquello que se haga con vistas a buscar nuevas fuentes de energía renovables reviste gran importancia para Cuba y el resto del mundo.

Cuba no posee yacimientos de carbón, el petróleo hasta ahora encontrado existe en cantidades muy limitadas y los bosques están prácticamente agotados como consecuencia de una tala indiscriminada durante la etapa prerrevolucionaria.

El consumo de energía térmica, en la producción de azúcar, es alto a causa de la gran cantidad de agua que se debe evaporar por unidad de azúcar y las características del bagazo lo hacen adecuado como combustible. El bagazo es el principal recurso energético autóctono de nuestro país, además de ser una valiosa fuente de material celulósico.

En nuestro país teniendo en cuenta que la caña de azúcar pertenece a las llamadas C-4 (las que realizan la ruta del carbono 4) que son el grupo de plantas capaces de hacer un

aprovechamiento más eficiente de la energía solar y por tanto se traduce en una mayor producción de biomasa, se han obtenido un grupo de variedades llamadas energéticas que por su elevado poder calórico pudieran constituir un sustituto barato de fuentes de energía (muy deprimidas actualmente) como el petróleo y la leña, además de conocerse otros usos , por su amplia adaptación a condiciones adversas.

Las variedades energéticas son individuos originados de cruzamientos entre *Saccharum officinarum* y Saccharum spontaneum que utilizan, eficientemente, la energía solar y poseen una alta producción de biomasa, tanto en tallos como en caña integral por lo que constituyen una verdadera "plantación energética" que puede ser aprovechada, y que además presentan un grupo de características botánicas muy favorables, que las hacen aptas para crecer vigorosas en suelos pobres o de deficiente drenaje interno o salinos. Resistentes a plagas, enfermedades y condiciones de secano.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se estudió el comportamiento de las variedades de caña de azúcar con alta biomasa (energéticas) C90-176 y C90-178 en la Estación Territorial de Investigaciones de la Caña de azúcar (ETICA) Oriente Sur durante la zafra 2000-2001.

Se evaluó su reacción bajo condiciones naturales y artificiales ante las enfermedades roya y carbón de la caña de azúcar según las Normas y Procedimientos del mejoramiento genético de la caña de azúcar en Cuba (1997) se determinaron además según estas mismas normas otros índices agrícolas tales como: floración, ahijamiento, germinación, número de tallos por plantón

Se tomaron muestras a las que se le determinaron su comportamiento integral (agrícola, fitopatológico y energético) en campos sembrados de estas variedades en 5 CAI del Territorio ("Chile", "Dos Ríos", " América Libre" y "Juan Manuel Márquez") fueron medidas y/o calculadas las siguientes variables:

- Brix (Método Refractométrico)
- Pol en jugo (Método Polarimétrico)
- Pureza (Cálculo)
- % de Fibra (Método Gravimétrico)
- Materia seca y humedad a diferentes edades de cosecha
- Calor de combustión de su materia seca (Ponce,1993)
- Producción de tallos y biomasa por el método de estimación (Milanés,1980)

Se realizaron pruebas a nivel de industria en el CAI "Juan Manuel Márquez" para validar su utilización utilizándose en la molienda la misma tecnología instalada para la producción de azúcar.

Se utilizo la My5776 como tutor de habichuela en el área de la estación territorial

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La variedad de caña de azúcar C90-176 y C90-178 son resistentes al ataque de plagas y enfermedades , muy rústicas, poco exigentes a las condiciones de suelo y clima, son profusas a la floración y al ahijamiento y poseen un gran número de tallos por plantón, tienen buena germinación, producen el doble de materia seca que las variedades comerciales actuales y cinco veces el rendimiento en materia seca que los bosques precoses

Estas variedades presentan una buena germinación, lo que aparejado a su veloz desarrollo , hace que se adapte bien a las épocas de plantación de primavera y frío

El jugo procedente de estas variedades de caña de azúcar se analizo desde el punto de vista azucarero dando los siguientes resultados

Brix del jugo	**% de Pol en Jugo**	**% de Fibra**
10-12	6-9	23-30

Se observa que su contenido azucarero es muy bajo como ya se había reportado por Campo en 1993 sin embargo poseen un % de fibra muy superior al de las variedades comerciales de caña (11-15 %) por lo que duplican la producción de bagazo, por lo que el área de siembra es mucho menor para lograr un mismo volumen de bagazo.

Los tallos de las variedades energéticas poseen un calor de combustión de 4500 a 4 800 Kcal/Kg en comparación con 4 600 que posee el bagazo tradicional de las variedades explotadas para la producción de azúcar.

Si se quemaran estas variedades para suministrar la energía del proceso fabril de azúcar u otros fines, de acuerdo con los valores de combustión y el alto rendimiento de biomasa que las mismas presentan, sería posible producir, como promedio, 15 T/ha/año de combustible equivalente.

Como ejemplo del beneficio económico que reportaría el uso de variedades energéticas se considera su empleo como sustituto de la leña que utiliza el MINAZ para las operaciones de prueba, arrancada, liquidación y generación de electricidad y cuando éstos presentan falta de energía por paradas no planificadas.

Pero lo que resulta aún más importante es la preservación de los bosques al no utilizarlos, con el consabido beneficio para el ecosistema. Otro factor no menos importante es la escasez de bosques energéticos en el país, los que tardan al menos 7 años en ser explotables y cuya producción de MS por hectárea por año es 5 o más veces menor que la de las cañas energéticas. Esta gramínea no necesita su siembra anual ya que cada plantación puede tener un ciclo de 6 a 7 años de vida útil como mínimo.

En la prueba a nivel industrial se realizó la molienda utilizando la misma tecnología instalada para la producción de azúcar, el alto contenido de fibra no constituyó una limitante ni para los equipos preparadores del basculador ni para el tren de molinos del ingenio permitiendo realizar el ajuste lo más completo posible de esta etapa del esquema tecnológico para comenzar la zafra. El bagazo resultante de la molienda fue utilizado en la arrancada del CAI.

El uso de estas variedades en la industria azucarera permite disponer de bagazo para realizar las operaciones de prueba, arrancada, liquidación y generación de electricidad incluso en el período de no zafra, así como otras operaciones que los ingenios necesiten realizar y sea necesario el uso del bagazo, sin necesidad de incurrir en gastos por concepto de compra de materiales alternativos de energía a otras empresas.

Fue comprobada la resistencia de la caña energética a la pudrición al permanecer enterrada por más de 10 meses, lo que hace posible su empleo como tutores de tomate, habichuela, pepino y otros cultivos a un costo más bajo que los tutores tradicionales.

Se han logrado 2 cosechas consecutivas con un mismo tutor.

CONCLUSIONES

Las variedades de caña de azúcar con fines energéticos poseen las siguientes ventajas:

- Se pueden plantar en suelos no económicos para otros cultivos incluso no aptos para variedades comerciales de caña de azúcar.
- Aportan biomasa abundante y barata, lo que constituye una nueva alternativa de energía renovable como sustituta del petróleo y leña para la industria azucarera.
- Producen cinco o más veces materia seca/ha/año que los bosques de más rápido crecimiento.
- Constituyen una fuente de energía barata y renovable para la industria azucarera.
- Tienen importancia desde el punto de vista ecológico ya que constituyen verdaderos bosques energéticos que hacen un aprovechamiento óptimo de la energía solar
- Efecto ecológico inmediato al no contaminar el medio ambiente y la conservación de bosques al prescindir del petróleo y la leña.
- El uso de estas variedades en la industria azucarera permite disponer de bagazo para realizar las operaciones de prueba, arrancada, liquidación y generación de electricidad incluso en el período de no zafra, así como otras operaciones que los ingenios necesiten realizar y sea necesario el uso del bagazo, sin necesidad de incurrir en gastos por concepto de compra de materiales alternativos de energía a otras empresas.
- Puede ser utilizada como tutores de tomate, habichuela, pepino y otros cultivos con el consecuente ahorro de madera.
- La producción de energía a partir de biomasa seca resulta ventajosa económicamente empleando variedades energéticas porque todos los años puede cortar estas variedades sin tener que reponer nuevas áreas mientras que un bosque que taló demorará cerca de 7 años para reponerse, y cuesta su fomento 729.00 $USD/ha.

REFERENCIAS

Campo, Z. (1993): Informe a directores y jefes de Genética de las Estaciones del INICA sobre las variedades con fines energéticos. pp 1-5.

Campo, Z. (1997): "Las Variedades Energéticas". En: *Aniversario de las Investigaciones Cañeras en Cu*ba 50. Jovellanos. Jornada Científica.

Campo, Z. , Mayra Guerra, Cuadras, F., Norma Hervis, Freeman J. (1998) Variedades Energéticas de caña de azúcar: una solución a la biomasa del presente y el futuro. *Cuba Caña* (1). pp10-13

Irvine, J., A. Benda. (1979). "Genetic potencial and restraints, in Saccharum as an Energy source". In: *Proceedings Alternative Uses Sugarcane for Development*, San Juan, Puerto Rico, March . pp26-27.

Peña, V. , L. Peralta; M. cruz; S. Castro; A. González (1993) "Nueva alternativa de energía renovable para la industria azucarera". *Informe.*

Roque, P. ; C. Quintana. (1986). “ Instalación Experimental para la investigación de la cinética del secado, la pirolisis y el quemado de partículas sólidas combustibles. *Rev. Centro Azúcar* vol.13 (2). Abril-Junio. pp 31-47.

1,4-3,6 DINHIDROSORBITOL, UN DERIVADO DEL AZÚCAR ÚTIL PARA OBTENER NUMEROSOS PRODUCTOS. ANÁLISIS DEL PROCESO Y SU OPTIMIZACIÓN

Ing. Mejías Ajo, Rebeca
Dr. Días de los Ríos, Manuel
Lic. López López, Miguel
Dra. Hormaza, Josefa
León , Ana
Rivera, Grisell

INTRODUCCIÓN

El sorbitol es un alcohol polihídrico, que origina reacciones ordinarias de los alcoholes. En los polioles es muy característica la tendencia a formar anhídridos estables o éteres internos por la pérdida de una o dos moléculas de agua mediante calor y con catálisis de ácidos inorgánicos. En diversos reportes de literatura se señala que el mecanismo de esta reacción es por sustitución nucleofílica SN_1 o SN_2, (López y col,.1995). *Dosen-Micovis* en 1998 investigó los efectos conformacionales en la estereoquímica de la reacción de deshidratación catalizada por ácidos partiendo de manitol y sorbitol, e indicó que el mecanismo seguido por la misma es SN_2 con un estado de transición.

La isosorbida es un diol a partir del cual se pueden obtener numerosos derivados y que posee diversas aplicaciones. Preparada en solución al 50% constituye un medicamento muy utilizado como diurético osmótico en cirugía ocular y en el tratamiento de pacientes con glaucoma, ya que disminuye la presión intraocular. Sus propiedades y procedimientos de análisis aparecen reportadas en *la Farmacopea 22, 1**990***.

Beck Rolan, 1996 publicó un trabajo bibliográfico sobre las aplicaciones farmacéuticas del 1,4–3,6 dianhidro sorbitol (isosorbida), catalogándolo como nuevo ingrediente farmacéutico. Además, Se señala que partiendo de la isosorbida se pueden sintetizar ésteres de ácidos grasos de sorbitán con una mayor conversión que si se parte del sorbitol, los cuales se utilizan como emulsificantes en diferentes industrias. Mientras, *Chalecki 1997***,** reporta la obtención de un monoéster de la isosorbida con alta selectividad. La reacción es catalizada por lipozoma y el producto es destinado a usos similares. También es citada la isosorbida como un "Sugar diols" base para policondensados (Chiral polymers). Fue patentada la preparación de alquil ó acil ésteres fosfóricos de 1,4-3,6 dianhidro sorbitol, utilizados como detergentes en cosméticos.

1,4-3,6 Dianhidrosorbitol (isosorbida) es un compuesto intermedio para la síntesis del Dinitrato de isosorbida, principio activo utilizado como vaso dilatador coronario. La tecnología de producción del Dinitrato de isosorbida se desarrolló en ICINAZ en 1995. Algunos de los resultados expuestos en este trabajo conforman la base para el desarrollo de dicha tecnología y los más recientes están dirigidos a su perfeccionamiento.

La modelación matemática encuentra aplicación en el **análisis de procesos,** que no es más que la expresión de los problemas de ingeniería en términos cuantitativos y precisos para dar soluciones a los mismos. El uso de la simulación puede ser considerado en todas las etapas de desarrollo y diseño de un proceso. *Wright and Branfitt, 1990* plantean que

existe una gran cantidad de paquetes de cómputo de utilidad para el diseño de plantas, cálculos de tuberías, selección de instrumentación, etc. Estos paquetes están diseñados, principalmente, para operaciones en estado estacionario de plantas continuas, por lo que la disponibilidad de herramientas para el análisis de procesos discontinuos en estado no estacionario es limitada.

. Una forma de realizar el escalado de un proceso es mediante la modelación fenomenológica del proceso.

Este trabajo tiene el objetivo de Obtener el modelo matemático del reactor batch para la síntesis de Isosorbida y proponer condiciones de síntesis que garanticen un elevado rendimiento, bajos costos y conservación de las exigencias de calidad del producto.

La simulación del proceso se realiza mediante la utilización del paquete de simulación dinámica de uso general ModelMaker y no a partir del desarrollo de un simulador de objetivo particular. Este soporte es de fácil manejo y puede ser de utilidad para otros procesos que se desarrollen en estado no estacionario.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las materias primas usadas se relacionan a continuación:

- - Sorbitol en solución acuosa al 70 %, Pza. 85%, fabricado en la planta de sorbitol en la provincia de Camagüey. Grado técnico
- - Ácido sulfúrico al 97 %,Grado Reactivo Merck

La isosorbida fue sintetizada en el laboratorio mediante la deshidratación del sorbitol previamente secado a temperaturas superiores a los 373 K, bajo presión reducida y utilizando ácido sulfúrico como catalizador. El producto se separó de la mezcla de reacción por destilación al vacío y se purificó finalmente por recristalización en acetato de etilo.

-Investigación de la cinética de la reacción

Para el desarrollo de las investigaciones cinéticas se seleccionaron condiciones nobles de reacción con vistas a facilitar la toma de muestras y a dar un seguimiento adecuado a la variación de reaccionantes y productos. Las condiciones seleccionadas fueron: 0.2%(0.026 mol/L) de catalizador (H_2SO_4) con respecto al sorbitol seco y temperaturas de 443, 463 y 473 K.

-Procedimiento

En un balón de 3 bocas (1 L de capacidad), equipado con termómetro de contacto y agitador mecánico, se vertió la carga de sorbitol al 70%, el cual se secó a una temperatura de 393-398 K. Una vez seco y fundido, se le añadió ácido sulfúrico como catalizador y se fijó la temperatura de trabajo.

En un inicio se procedió a añadir el catalizador a la temperatura fijada para el estudio cinético, pero se presentaron serios inconvenientes debido a la violenta formación de espuma y el consecuente descontrol del proceso. Ello derivó en una dificultad que solo pudo ser resuelta mediante la adición del catalizador a una temperatura inferior y calentar después a la temperatura deseada. Por tal motivo, la cinética tuvo que ser investigada bajo condiciones de temperatura y volumen variables mediante la implementación de procedimientos de cálculos específicos

Los análisis cromatográficos se realizaron en dos sistemas:
Primer sistema (columnas catiónicas) y segundo sistema (columnas amino)
Se utilizaron columnas RP18 para filtrar las muestras y eliminar compuestos no deseados previo al análisis de HPLC.

-Experiencias de escalado

El escalado del proceso se realizó en un reactor LA-1000 de 10 L de capacidad, el cual fue equipado convenientemente, con el objetivo de adecuarlo a las características de la reacción.

En total se efectuaron 5 corridas experimentales utilizando las condiciones de reacción determinadas por las experiencias de laboratorio y los resultados de la simulación. En cada corrida el reactor se cargó con 5 L (6.5 Kg) de sorbitol acuoso al 70 %, el cual se secó al vacío, quedando como residuo 4.55 Kg de sorbitol seco. A continuación se añadió la cantidad de ácido sulfúrico estipulada y la mezcla se calentó con agitación a la temperatura seleccionada y bajo presión reducida, hasta que el proceso de deshidratación concluyó. La isosorbida formada se separó por destilación al vacío, se pesó y se almacenó sin recristalizar.

Los productos obtenidos fueron caracterizados mediante la determinación del punto de fusión y rotación específica ($[\alpha]_D^{20}$). A la isosorbida sintetizada a escala piloto se le determinó además la humedad y el pH de su solución acuosa al 10 % peso/volumen, como criterios adicionales para valorar la reproducibilidad del escalado.

Los procedimientos matemáticos y programas de computación empleados, fueron Análisis estadístico y ajuste de modelos mediante regresión lineal y no lineal: Se emplearon los Software *Statistica, 1993 y Microcal Origin, 1994*. Optimización de parámetros cinéticos : Se utilizaron las facilidades de optimización del programa *ModelMaker, 1995.Y* Modelación matemática: Se ejecutó mediante el auxilio del programa *ModelMaker, 1995.*

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los cromatogramas obtenidos en la columna amíno para diferentes tiempos de reacción aparecen en las figuras.5–8, se corresponden con una síntesis a 463 K, sin vacío y empleando 0.2 % de catalizador; en la misma solo se detectan 3 compuestos.Se logra una buena separación y resolución de los picos de 1.4 sorbitan y sorbitol, sin embargo en este sistema no aparecen impurezas u otros sorbitanes que creemos están presentes.

El análisis de cromatografía HPLC permitió seguir la cinética de la reacción y conocer la concentración de reaccionantes y productos en cada instante de tiempo. Se obtuvo la cinética de la reacción a diversas temperaturas, presión normal y 0.026 mol/L de catalizador.,mostrando un comportamiento similar, solo que, como era de esperar, a temperaturas superiores se obtuvieron menores tiempos de reacción. Este trabajo permitió determinar las constantes de Arrhenius .La figura. 1 muestra el comportamiento de la cinética.

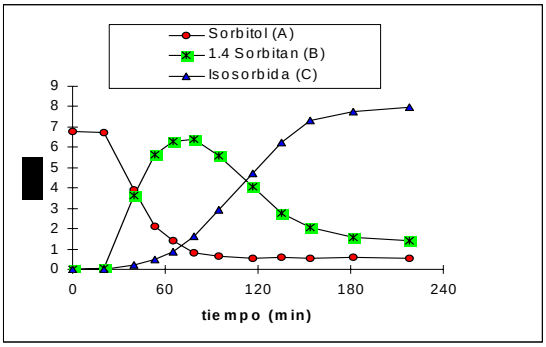


Fig.1 Cinética de deshidratación del sorbitol

Como se puede observar, estos gráficos son característicos de reacciones en serie, lo que contribuye a ratificar el mecanismo propuesto.

Se desarrolló el modelo matemático de Model Maker empleado para el cálculo de la cinética a volumen y temperatura variable**.** Los valores de los parámetros de Arrhenius se optimizaron en el modelo utilizando la data de concentración contra tiempo para cada temperatura (443, 453, 473 K). También se tuvo en cuenta la influencia del catalizador, ya que su concentración aumenta al disminuir el volumen debido a la extracción continua del agua. Esto se realizó para las variantes A y B formuladas las que diferían por la presencia o no de agua en las expresiones .

Resultando que el modelo de la variante A, describió satisfactoriamente el comportamiento de la reacción con una alta correlación (0.954)

También se desarrolló el análisis termodinámico del sistema, añadiendo al modelo las expresiones para el desarrollo del modelo del reactor.

Los estudios de validación de los modelos matemáticos y escalado se desarrollaron en reactores discontinuos, del tipo tanque agitado de 1 y 10 litros de capacidad.

Una vez determinados los modelos cinéticos es necesario formular los modelos que describan el comportamiento del reactor y ajustar sus parámetros característicos. Las figuras 2,3,4 muestran el ajuste del modelo del reactor con los datos experimentales.

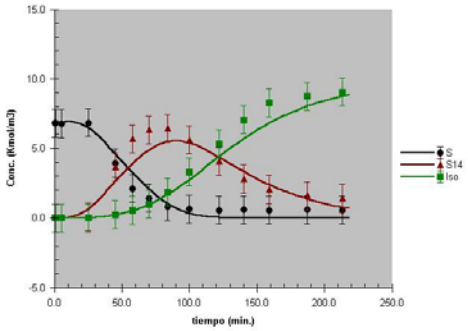


Fig. 2 Variación de las Concentraciones

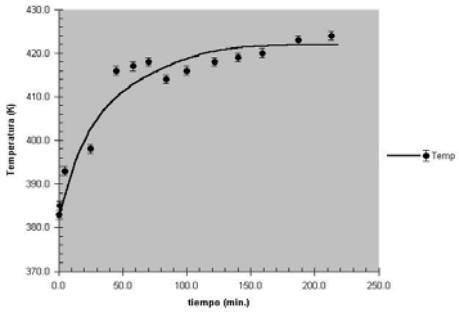


Fig. 3 Variación del volumen

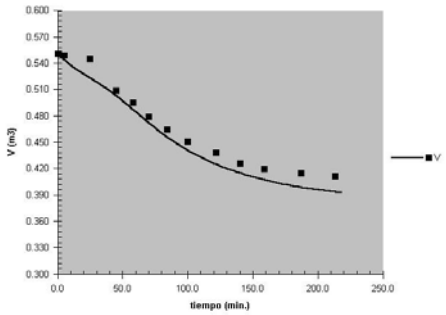


Fig. 4 Variación de la temperatura

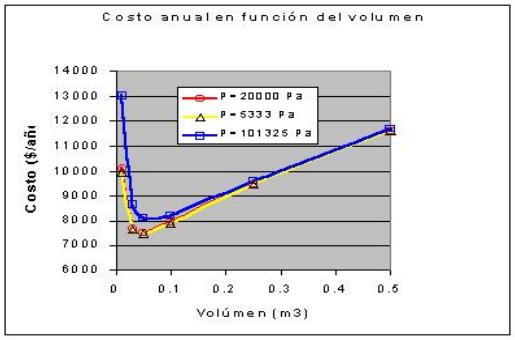


Fig. 5 Costo Vs Volumen del reactor

Se realizó un análisis de sensibilidad paramétrica , determinándose que la presión de vacío es el parámetro que mas incide el la disminución del tiempo de reacción. Se obtuvo una expresión que relaciona los parámetros temperatura, can.t catalizador y presión del sistema con el tiempo de reacción, la cual llevada a Excel, y conjuntamente con otras expresiones permitió la optimización del costo del reactor para satisfacer 6 t/año de isosorbida, obteniéndose un reactor de 50 litros como se observa en la figura.5

CONCLUSIONES

- Se estudió la cinética de la reacción de deshidratación del Sorbitol y se obtuvieron los parámetros de Arrhenius .
- Se Desarrolló el modelo matemático que describe esta reacción ,se validó para un reactor de 10litos obteniéndose altos coeficientes de correlación, para cada variante de mecanismo estudiada.
- Se realizó un análisis de sensibilidad paramétrica y la optimización del volumen del reactor para obtener 6 t/año de isosorbida a un mínimo costo , a las condiciones óptimas determinadas en el modelo.

REFERENCIAS

Beck, Roland, (1996). "Dianhydrosorbitol a new ngredient for the pharmaceutical industry", *Agro-Food-Ind. Hi-Tech*, Vol. 7(1 pp. 3-5

Chalecki, Z., Guibe-Jjampel,E., (1997)"Lypozyme-mediated regioselective esterification of isosorbide under-solvent-free conditions" *Synth. Commun*. Vol. 27(22), pp. 3847-3852

López M. , Mejías R. y otros. (1995).Resultado Científico Relevante del Décimo Forum Nacional.."Síntesis del dinitrato de Isosorbida".

ALTERACIONES QUÍMICAS DE RONES SOMETIDOS A ELIMINACIÓN DE IONES METÁLICOS CON RESINAS DE INTERCAMBIO IÓNICO

González Flores María D
Vázquez García, Miguel
Rocha Gutiérrez, Maria C
Tabio Arrieta, Nely Marina
Porto Ruz, Olga

ICIDCA. Via Blanca No. 804 y Carretera Central. Fax (537)338236.
E-mail: icidca@ceniai.inf.cu y mdora@icidca.edu.cu

ABSTRACT

The absence of metals ions (Fe, Ca, Mg and others) are more important in the rums production, in specially the old rums, for clouding and sediments making during storage in bottles. In this paper are showing up that concentrations change of alcoholic grade, acidity, esters, aldhydes, higher alcohols, metals (Fe, Ca, Mg, Na and K) and color when old rums are passing through strong cation resin column in hidrogen and sodium cycles.The principal changes are: Decrease in alcoholic grade (0,13 to 1 % V/V); increasing of acidity and esters when cation resin in hidrogen cycles are used; decrease of acidity when cation resin in sodium cycles are used. The UV spectrum of water in contact with the cation resin in hidrogen and sodium cyches showing that the second resin is better.

INTRODUCCION

Los rones al igual que otras bebidas destiladas, son normalmente añejadas en contacto con madera de roble; unas veces utilizando virutas de roble, duelas astillas, etc., y en barriles de madera de roble. Durante este proceso de añejamiento, la composición de la bebida es alterada como resultado de un proceso de reacciones consecutivas o en paralelo. Muchos de los compuestos extraídos de la madera tienen pesos moleculares relativamente elevados y en ocasiones se comportan como coloides, que dependiendo de diferentes factores pueden precipitar formando sedimentos en el producto ya envasado como es publicado por Delahunty (1993), Piggott (1992) y Trawinska (1977).
Según estudios realizados en la Destilería de Santiago de Cuba, determinaron sedimentos formados por reacciones entre taninos y proteínas, taninos con metales y complejos de proteínas y polisacáridos.

La fuente de estos metales es diversa, reportándose como las fundamentales: el agua, extractos de frutas que se utilicen en la formulación de la bebida, desprendimiento de los cristales de las botellas en un almacenaje prolongado tal como señala Makeeva (1977) y muy frecuentemente por los cartones de filtración utilizados, los cuales deben ser tratados

previamente con una solución ácida, recomendándose por Trawinska (1977 a) la utilización de ácido láctico

El objetivo del presente trabajo es estudiar el comportamiento de un ron añejo cuando es desmineralizado utilizando resinas de intercambio iónico catiónicas fuertes en ciclo hidrógeno y ciclo sodio**.**

MATERIALES Y MÉTODOS

- Se tomaron rones añejos para realizar todas las experiencias, cuyas características químicas se muestran en la tabla No. 1,2 y 3.
- Los sedimentos se separaron por decantación , posterior centrifugación y finalmente dejando secar a temperatura ambiente.
- La resina utilizada es catiónica fuerte de matriz de poliestireno sulfonada en ciclo hidrógeno y sodio (Purolite C-100) Purolite (1995) y (1995 a). Regenerada con 25 litros de solución al 5 % de ácido clorhídrico PA en ciclo hidrógeno y de Cloruro de sodio al 10 % en ciclo sodio, con una velocidad de 30 ml/min.. Se lavó con agua destilada hasta total eliminación del regenerante.
- Espectrómetro IR-75 de la firma Carl Zeiss. Los espectros se realizaron en estado sólido, en pastillas de Bromuro de Potasio, escala 7.5, rendija 3, tiempo de registro 2.2, amplificación 3, constante de tiempo 10 s., retardador 0.3 sg.
- La determinación de contenido de hierro, calcio, magnesio, sodio y potasio en rones se realizó mediante espectrómetro de absorción atómica GBC modelo AVANTA P.
- Espectrofotómetro secuencial de emisión atómica acoplado por inducción, modelo SPECTRO, equipado con: Generador de radio frecuencia de 27,12 Mhz con pasos de potencia de 10 watt. Bomba peristáltica de velocidades con doble función de introducir la muestra y eliminar la solución de desecho de la cámara de nebulización, monocromador ultravioleta (160-460 nm) y visible (460-800 nm) con un ordenamiento Paschen Runce, ordenador 486, recirculador de nitrógeno. antorcha fija, nebulizador concentrico, cámara de nebulización de vidrio tipo Scott y aditamento que permite entrada adicional del gas auxiliar.
- Espectrofotómetro UV-Vis “Ultraspec 2000 “. Cubetas de cuarzo de 10 mm de espesor y agua destilada antes de pasar por la resina como blanco
- Para la evaluación de la composición química de las muestras de ron se utilizaron las normas nacionales para rones y las experiencias se llevaron a cabo en una columna de cristal con 2 litros de la resina (después de hinchada en agua destilada).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para efectuar la evaluación del efecto que producía en los rones al ser pasados por la resina catiónica fuerte en ciclo hidrógeno, se procedió analizando el ron antes y tomando una muestra después de haber pasado 100 litros del mismo. La experiencia se realizó sin cambiar la resina. En uno de los casos se dejó la columna llena del ron durante 15 días (muestra No. 2). Los resultados son reportados en la tabla 1.

1 Variaciones en la composición de los rones pasados por la columna de resina catiónica fuerte en ciclo hidrógeno										
Muestra	**% v/v**	**pH**	**Color DO_4 35**	**Acidez g/100 L A.A.**	**Esteres g/100 L.A.A**	**Aldeh g/100 L.A.A**	**Alchol. Super. g/100 L.A.A**	**Taninos mg/ml**	**Calcio mg/L**	**Mat. Seca %**
No.1.Ron original Pasados 10 L	41.50 41.37	4.33 3.38	0.921 0.862	57.25 78.30	19.83 30.63	4.25 6.27	77.53 81.95	0.165 0.160	8.120	0.57 0.50
No. 2.Ron original Pasados100 L Retenidos en Columna 15 d.	41.87 41.70 40.82	4.74 4.1 4.4	1.267 1.117 1.001	58.30 67.34 68.78	26.35 30.32 31.04	3.60 3.10 3.14	81.60 79.10 85.50	0.160 0.140 0.116	12.200	0.68 0.46 0.50
No. 3.Ron original Pasados100L	41.37 40.64	4.74 4.0	1.262 1.023	78.31 79.72	26.35 25.72	3.60 2.60	81.60 76.37	0.160 0.180	12.20	0.68 0.58
No. 4.Ron original Pasados100L	41.30 40.64	5.04 4.5	1.350 1.161	77.08 91.15	21.97 20.84	8.11 7.67	91.77 87.65	0.145 0.180	12.180	0.49 0.64
No. 5.Ron original Pasados100L	40.88 39.90	4.03 3.2	1.319 1.143	72.14 79.24	24.14 29.24	8.51 8.72	94.35 86.55	0.150 0.160	8.120	0.44 0.41

Al analizar los resultados, podemos percatarnos que realmente se produce una eliminación del calcio y las muestras almacenadas por más de 5 meses no han presentado sedimentos. También se producen pequeños cambios en la composición del ron, tales como la disminución del grado alcohólico (% V/V) desde 0.13 en la primera muestra hasta 1.0 de la muestra No. 4. En cuanto a los ésteres hay incremento lo cual era de esperar pues las

resinas en ciclo hidrógeno favorecen de forma catalítica la formación de los mismos, sin embargo las muestras 3 y 4 presentan disminución de los ésteres. La acidez por el contrario siempre se incrementa, con una disminución del pH promedio de 0.8 unidades. Por otra parte el color siempre experimenta disminución con promedio de 0.188 unidades de DO, por retención de substancias colorantes por parte de la resina. El resto de los parámetros no tienen variaciones significativas. Tampoco se notaron cambios significativos en sus características organolépticas por el panel de degustación.

Con el objetivo de conocer el comportamiento de la resina en presencia de ron por períodos diferentes, se reporta en la tabla 1 las características del ron que estuvo en contacto por un período de 15 días, con una disminución del color como rasgo fundamental. Concluida la primera etapa, continuamos evaluando este ron por un período de 3 meses en la resina , al final del cual el ron presentaba una gran turbidez. Se procedió a llevar a sequedad por evaporación a temperatura ambiente en vacio y posteriormente se obtuvieron los espectros IR de este residuo y el de la resina pulverizada (ambos obtenidos en Bromuro de Potasio), demostrándose por asignación de las bandas según Colthup (1975), que eran de naturaleza diferente. Para corroborar el comportamiento de la resina, se tomó una resina nueva, se regeneró con Acido Clorhídrico, se lavó hasta eliminar todo el regenerante y se dejó en agua destilada por un período de 5 días, al cabo del cual el agua presentaba color marillo. El espectro UV muestra bandas definidas en 256 y 340 que solo pueden pertenecer a la presencia de compuestos de degradación del polímero de la resina. Este último resultado hace que el uso de esta resina sea limitada para la desmineralización de los rones pues puede estar introduciendo sustancias ajenas al mismo.

La segunda etapa del estudio se basa en utilizar las resinas catiónicas fuertes en ciclo Sodio. En la tabla 2 mostramos las variaciones que experimentan los parámetros analíticos de un ron ligeramente añejado, así como la composición de los metales Fe, Ca, Mg, Na y K. En la tabla 3 se presentan las variaciones más importantes para un ron añejo procesado de igual forma que el anterior. De las tablas 2 y 3 se demuestra que el grado alcohólico disminuye ligeramente ; que el pH se incrementa en 0.11 unidades como promedio; el color disminuye en 0.027 unidades de DO, no así en el ron menos añejado que disminuyó 0.076 unidades y la acidez disminuye en todos los casos muy ligeramente para un 5.6 g/100 L AA como promedio.

2. Variaciones en la composición de rones pasados por la columna de la resina catiónica fuerte c ciclo sodio.

Muestra de Ron	**Grado %v/v**	**pH**	**Color DO_{435}**	**Acidez g/100 L A.A.**	**Esteres g/100 L A.A.**	**Aldehidg/100 L A.A.**	**Alc.Sup. g/100 L A.A.**	**Metales en ppm Fe**	**Ca**	**Mg**	**N K**
Origina	34.20	4.5	0.296	13.30	31.32	2.10	53.31	0	1.4	0.1	1.0	0
Pasado por la resina	33.70	4.6	0.220	6.70	26.80	1.58	50.35	0	0.3	0	8.0	1.

En cuanto a las concentraciones de Fe, Ca, Mg, Na y K, es importante señalar que el Ca disminuyó en todos los casos por debajo de 2 ppm; el Fe aunque se encontraba en

pequeñas concentraciones (0,5 ppm) disminuyó a solo 0,3 ppm; en el caso del Mg bajó a valores tan pequeños como 0.1 ppm y el K a solo 0.1 –0.2 ppm. Por otra parte, como era de esperar el sodio se incrementó de 13.5 a 40.6 ppm.

3. Variaciones de la composición de un ron añejo pasado a través de resina catiónica fuerte en ciclo sodio

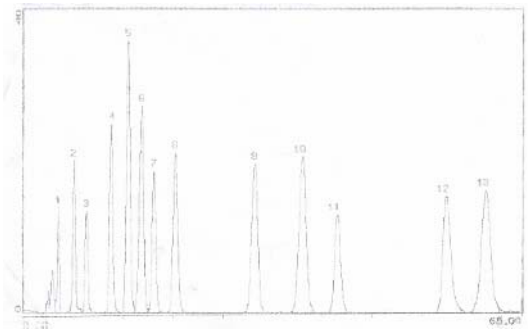
Muestra	Grado % v/v	pH	Color DO_{435}	Acidez g/100L A.A.	Metales en ppm Fe	Ca	Mg	Na	K
Ron original	39.50	3.03	0.899	118.48	0.5	3.9	1.3	13.5	14.0
Pasados 4 L	38.80	3.10	0.934	98.96	0.3	2.2	<0.1	40.6	0.2
Pasados 8 L	39.47	3.12	0.872	109.00	0.3	0.7	0.1	42.0	0.1
Pasados 12 L	39.30	3.13	0.870	113.80	0.3	1.3	0.1	42.3	0.1
Pasados 16 L	39.30	3.12	0.873	116.8	0.3	1.0	0.1	41.9	0.2

Si tenemos en cuenta los contenidos de estos metales en el sedimento formado en el ron estudiado (tabla 4), podemos percatarnos que el Ca es el metal que se encuentra en mayor proporción y en segundo lugar el Fe, mientras que la concentración del Na es muy pequeña, por consiguiente la composición resultante del ron después de pasar por la columna de intercambio iónico en ciclo sodio es buena para la no formación de la mayoría de los precipitados que se presentan en los rones envasados

Tabla 4. Concentraciones de metales importantes en la formación de sedimento del ron estudiado

No. de Orden	No. Muestra	% en peso Na	Mg	Fe	K	Ca
6	6	0.02	0.05	2.00	0.02	0.20
6	6	0.02	0.05	2.10	0.02	0.21

El espectro UV de una muestra de agua que se mantuvo con la resina por 15 dias, no presenta ninguna banda definida en los 255 nm, lo que nos demuestra la mayor estabilidad de la resina en ciclo sodio.



CONCLUSIONES

- El uso de las resinas de intercambio iónico en ciclos hidrógeno y sodio elimina el ión de Ca presente en el ron. En el caso de la resina en ciclo sodio, se valoró además la disminución de los iones Fe, Mg y K y por consiguiente el incremento del ión Na.
- En ambos casos se produce ligera disminución del grado alcohólico (0.13 a 1 % V/V) y del color.
- En el caso de la resina en ciclo hidrógeno hay un incremento de los ésteres y de la acidez.
- Al utilizar la resina en ciclo Na se produce una disminución en la acidez
- Se demostró que la resina utilizada en ciclo hidrógeno incorpora sustancias ajenas al ron. No así cuando se encuentra en ciclo sodio. Por lo que no se recomienda la utilización de la resina estudiada en ciclo hidrógeno para su uso en rones.
- Los rones desmineralizados no tuvieron sedimentos después de dejarlos en reposo por más de 3 meses.

REFERENCIAS

Colthup, N.B.; Daly, L.H.; Wiberley, S.E. (1975). Introduction to infrared and Raman Sepectroscopy Academic Press

Delahunty, C.M.; Conner, J.M.; Piggott, J.R.; Paterson, A. (1993) *J. Ins.Brew*. Vol 99, pp. 479-482

Makeeva, A.N.; Kvashina, L.N. ; Ivanova, I.N.; Kochetkova, G.V.; Shalfeeva, V.V.; (1977*). Fermentnaya-i-Sprntovaya-Promyshlennost*, No. 6, pp. 9-11

Piggott, J.R.; Conner, J.M.; Clyne, J.; Paterson, A. (1992), *J. Sci. Food. Agric*., Vol. 59, pp. 477-482

Purolite ion exchange C-100. Strong Acid Cation Exchange Resin (1995)

Sumario de características y aplicaciones PUROLITE (1995). Compañía Purolite.

Trawinska, H.; Szebiotko, K.; Niemczal, H. (1977). *Przemysl-Fermentacyjny-i-Roln*y, Vol.21 (9) pp. 4-6

Trawinska, H. (1977), *Przemysl-Fermentacyjiny-i-Rolny*, Vol.21 (7).pp. 9-11.

APLICACIÓN DE BIOPRODUCTOS PARA INCREMENTAR LOS RENDIMIENTOS EN EL CULTIVO DE HONGOS *PLEUROTUS.*

Gutiérrez, Isis Y
Villa , Pilar
Altuna Seijas, Beatriz
Linares, Yoel
Álvarez Segart, Ivis

Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA), Aptdo Postal 4026. Habana Cuba
E. mail: isis@icidca.edu.cu

ABSTRACT

Among the technologies developed in Cuban Institute for Research on Sugarcane By-Products (ICIDCA), the cultivation of the fungae *Pleurotus ostreatus* in pilot plant installations can be found. In that installation results from research are tested and among its objectives the inclusion of new products, mainly biologicals, for yield improvement and substitute chemicals as fungicide Fundazol which pollutes the environment. Thus, in present paper the results of the application of biological products obtained at ICIDCA as indol acetic acid, jasmonic acid and Gluticid in this production. It was observed that when mixtures Gluticid/indol acetic acid (AIA) were used yields improved in about 20-30% with an increase in carpophores size between 3 and 5 cm. It resulted advantageous the use of Gluticid as fungicide than Fundazol since the contamination index was lower and at the same time higher yields which clearly pointed out the possibility of substitution of chemicals by non polluting biologicals.

INTRODUCCIÓN

Cada día la protección del medio ambiente se expresa en regulaciones exigentes y el potencial de los beneficios económicos de subproductos más eficientes y específicos , abren interesantes oportunidades para nuevas aplicaciones , entre las que se encuentran la producción microbiológica de: reguladores del crecimiento vegetal por Rhizobacterias promotoras del crecimiento que comprende todas las bacterias que habitan las raíces de las plantas con un efecto positivo como las bacterias de los géneros *Azotobacter , Azospirillum, Klebsiella , bacillus Pseudomonas, ,Artrobacter , Enterobacter, Serratia y Rhizobium* (Glik, , B. R ,et al, 1999), de metabolitos antimicrobianos a partir de Bacillus y Pseudomonas, (Gutterson 1990). y de ácido jazmónico empleando cepas de hongos como *Botryodiplodia theobromae* y *Gibberella fujikuroi (*Miersh, O. 1989)

Debido a las propiedades que presentan las bacterias del género *Rhizobium y Pseudomonas* y las del hongo *Botryodiplodia*, en el ICIDCA desde 1995 se realizan investigaciones encaminadas al desarrollo tecnológico de bioproductos por vía biotecnológica a partir de estas cepas y de su validación en diferentes cultivos de interés

económico para el país como son: frutales , caña, papa, tomate, tabaco ,plátano y además en el cultivo de hongos comestibles .(Gutiérrez I. et al 2000; Villa, P. et. al 2000, Klibansky M et. al 1998)

Estas investigaciones se han desarrollado dentro del programa de Biotecnología Nacional para la producción del Acido Indol Acético, a partir de *Rhizobium sp* obteniéndose un producto que ha sido evaluado con buenos resultados certificados por otras instituciones del país y de ácido jazmónico a partir de *Botryodiplodia theobromae* con buenos resultados en el control de algunas plagas. Paralelo a este proyecto se realizaron también investigaciones encaminadas a la obtención de un producto biológico a partir de *Pseudomonas spp* efectivo en el control de microorganismos fitopatógenos y malezas, en el cual se obtuvo un producto denominado GLUTICID que en evaluaciones realizadas por el Instituto Nacional de Sanidad Vegetal es efectivo en el control de diferentes hongos fitopatogenos como *Alternaria solani* en tomate, *Phythothora infestans*, en papa; *Peronospora tabacina* y *Phythothora nicoteanae* en tabaco entre otros.

Además entre las tecnologías desarrolladas en el ICIDCA se encuentra la del cultivo de hongos comestibles a partir del género *Pleurotus ostreatus* (Gutiérrez et al 1997) con instalaciones de planta piloto donde se prueban los resultados de las investigaciones y entre cuyos objetivos está incorporar nuevos productos principalmente biológicos , con el fin de incrementar los rendimientos productivos y sustituir productos químicos como los fungicidas que causan daños al medio ambiente por productos biológicos que no dañen ni al hombre ni al ambiente..

El objetivo de este trabajo fue la aplicación de los productos Ácido Indol acético, Ácido Jasmónico ,y GLUTICID en el cultivo de hongos comestibles con vistas a incrementar los rendimientos productivos y corroborar la actividad fungicida y bioestimuladora del producto GLUTICID en cualquiera de sus variantes ,productivas.

MATERIALES Y MÉTODOS

CEPA: Cepa híbrida de *Pleurotus ostreatus –Pleurotus ostreatus* var. Florida, procedente de la colección del ICIDCA. ; preservadas en Malta Agar..

INOCULO: Se elaboró a base de semillas de millo , tratadas térmicamente a 100 º C durante 20 minutos y esterilizadas a 2 Kpa durante 90 minutos , las cuales fueron inoculadas con micelio de la cepa seleccionada e incubada en penumbra a 28 º C durante 14 días hasta la colonización total del millo.

SUBSTRATO: Residuos lignocelulósicos (preferentemente paja del cultivo del arroz), y sometidos a un tratamiento de calor a 100º C durante 2 horas .

FUNGICIDA: Fundazol o Benomyl al 0,02% como patrón

PRODUCTOS BIOLÓGICOS ENSAYADOS

Ácido Indol acético. Producto biológico que contiene el ácido Indol Acético (AIA) obtenido mediante un proceso fermentativo empleando una cepa de *Rhyzobium spp*, con las siguientes características: Ácido Indol acético (350 -400 mg/ L), Materia seca (1- 0,4 %), Azúcares Reductores (0,67 g L^{-1}), Proteína real (0,85 mg mL^{-1}), Cenizas (0,60 %) Densidad (0 955gcm^{-3}) pH (6,4)

Ácido Jasmónico. Producto biológico obtenido mediante un proceso fermentativo empleando una cepa de Botriodiplodia theobromae con las siguientes características: ácido

jasmónico 600-700 mg/L, Materia seca 1,0-1,2 %, Azucares Reductores Totales 4,35 g/L, Proteína real 0,198 g/L, Cenizas 0,108 %, Densidad 0,97 g/cm^3 y pH 7,6

GLUTICID. Es un producto biológico obtenido mediante un proceso biotecnológico empleando una cepa de *Pseudomonas aeruginosa* cepa PSS , con las siguientes características polvo blanco grisáceo fino, pH (7,0), Contenido de metabolitos antifúngicos (30-85mgg $^{-1}$) de polvo extraídos con solventes,, soluble en agua, Peso seco(93,36 %), Sideróforos ()

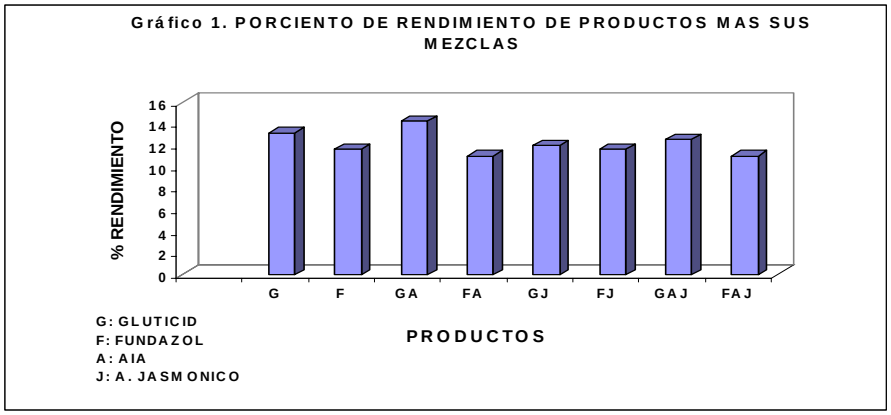
METODOLOGÍA DE TRABAJO

Se realizaron 30 experimentos adicionando exógenamente los productos (GLUTICID, Fundazol Ácido Indol Acético , y Ácido Jasmónico) Se preparó un protocolo en el cual se utilizaron 2 fungicidas; uno químico, el fundazol otro biológico, el GLUTICID

Con estos dos fungicidas se desarrollaron 8 variantes: 4 con el GLUTICID y 4 con Fundazol. De cada variante se hicieron 6 bolsas de 4 kg. inoculado al 5 . En cada una de estas variantes se hicieron 6 bolsas con 4 kg. del residuo tratado al 5%.Las bolsas se incubaron en condiciones de colonización. : Penumbra ,No requiere cambio de aire , La humedad es la de las bolsas. Con el desarrollo de las primordias se pasó a fructificación: Luz –12 horas al día, Ventilación 5 a 6 cambios de Aire al día. Humedad : 85% Temperatura : 28 ºC

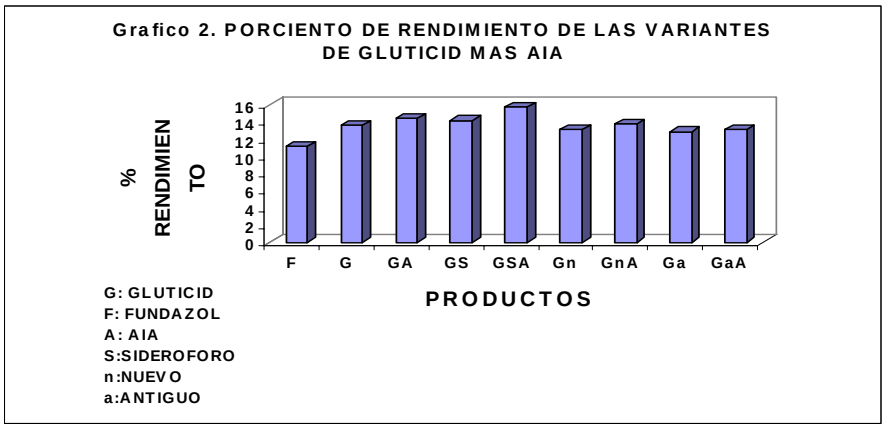
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el gráfico 1 se muestran los resultados alcanzados en los % de rendimientos de los cultivos de hongos comestibles adicionados de los bioproductos. Se observa, que todos los cultivos adicionados de Gluticid y Gluticid más AIA alcanzaron rendimientos superiores al 20% de los alcanzados cuando se empleo el Fundazol. Estos resultados se corresponden con lo planteado por otros investigadores respecto a la acción de las auxinas que estimulan o reprimen el alargamiento celular según la concentración empleada comprobándose que el AIA contenido en el licor empleado tuvo efectos positivos en el cultivo de hongos comestibles por emplearse en la concentración adecuada. (Medina Vargas, A. 1990).



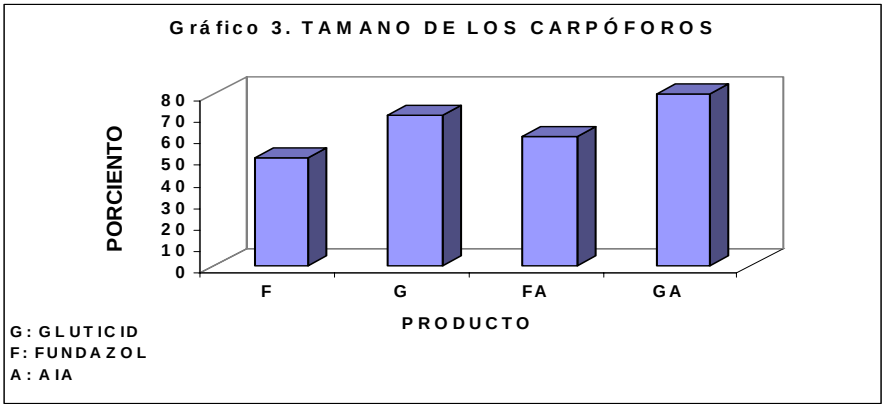
En el caso del GLUTICID adicionado de Jasmónico y en las mezclas del Gluticid con AIA y el Jasmónico solo se incremento hasta el 10%. Los valores más bajos solo el 5%, se obtuvieron en los cultivos del Fundazol con AIA, Fundazol con Jasmónico y Fundazol con las mezclas de AIA y Jasmónico. En relación con los resultados alcanzados por el ácido Jasmónico, se explican pues se ha comprobado que concentraciones determinadas estimulan la división celular en las plantas, mientras que concentraciones superiores a estas pueden causar efectos contrarios y la compactación entre el tallo y las raíces o sea que los Jasmonatos pueden inhibir o estimular los procesos biológicos en las plantas pues en dependencia de las concentraciones empleadas así se manifestará su efecto en las mismas por lo que será necesario realizar estudios para conocer las concentraciones óptimas para su aprovechamiento en el cultivo. (Reinecke, D.M. and Bandurski R.S. 1987)

En el gráfico 2 se observan los resultados alcanzados en tres variantes de producción del GLUTICID y otra con más de un año de fabricación. En todos los casos se obtienen un incremento en el % de rendimiento excepto en el GLUTICID de más de año en comparación con los cultivos añadidos de Fundazol. Hay incremento en relación con los que se le añadió el AIA lo que se corresponden con los mecanismos de acción estudiados en los últimos años ampliamente de las bacterias promotoras del crecimiento y fundamentalmente las *Pseudomonas spp* se encuentran: antibióticos, sideróforos, enzimas y otras pequeñas moléculas, (Glick, et al, 1999,) por lo que el empleo de un producto biológico(GLUTICID) a partir de una *Pseudomonas sp PSS*) conteniendo metabolitos antifúngicos y sideróforos fundamentalmente como agentes de biocontrol en el cultivos de hongos comestibles para evitar los daños causados por los hongos inferiores coincide con lo planteado por diferentes autores, a la vez que resulta novedoso su empleo en estos como control biológico de hongos contaminantes.



En el gráfico 3 se muestra el efecto sobre el tamaño de los carpóforos del GLUTICID y su mezcla con AIA en comparación al Fundazol y su mezcla con el mismo producto. También se observa un incremento en el número de carpóforos con ese tamaño cuando se añade AIA al Fundazol, obteniéndose el 55% de los carpóforos con 7 cm de diámetro. En el caso del GLUTICID solo, se obtiene 70% de carpóforos con 8 cm de diámetro pero la mayor cantidad de carpóforos, el 80%, se obtiene con la mezcla de GLUTICID y AIA, lo que concuerda con lo planteado por Salisbury y Parker, 1968, sobre el efecto de la adición de fitohormonas en la síntesis de enzimas específicas, que causan la

inserción de nuevos materiales en la pared celular vegetal, provocando una extensión de la misma.



CONCLUSIONES

- Se incrementan los rendimientos más del 20% cuando se utilizan las mezclas de GLUTICID y AIA con aumento de tamaño en los carpóforos.

- El empleo de GLUTICID como fungicida demostró ser mas ventajoso que cuando se emplea el Fundazol, pues se obtuvo mayores rendimientos con la consiguiente mejora económica y la sustitución de productos químicos indeseables, por productos ecológicos no agresivos al medio con la consiguiente disminución de importaciones y beneficio a la ecología.

RECOMENDACIONES

- Continuar el estudio de aplicación de fitohormonas en el cultivo de los hongos comestibles, determinando las concentraciones de ácido jazmónico a emplear.

REFERENCIAS

Glik, B. R.;C. L. Patten ;G. Holguin;D M. Penrose(1999) Overview of plant growth-promotin bacteria in Biochemical and Genetic Mechanisms. Used by Plant Growth Promoting Bacteria (ed) Imperial College Press.

Gutiérrez I. M. Klibansky L. González; y A. L. González (1997) VII *Congreso Nacional de Biotecnología y Bioingeniería y II Simposium Internacional sobre Ingenieía de Procesos*,Mazatlan , Mexico

Gutiérrez I. ; P. Villa; B.Altuna (2000) Anales Científicos XX Relar Arequipa Perú pp. 260-265

Gutterson N (1990).*Crit Rev.Biotechnol* Vol. 10:, pp. 69-91

Klibansky M, Altuna B.; González L, Eng. F (1998). Informe presentado al Ministerio de Ciencia , Tecnología y Medio ambiente(CITMA), Cuba. Programa de Biotecnología Agrícola-

Medina Vargas, A**.(**1990)Bolivia ,UMSS, p. 42-49.

Miersch O.; G. Sembdner y K.Schreider.(1989) *Faba α Phytochemestry* Vol. 28 pp. .339-340

Reinecke, D.M. and Bandurski R.S**.** (1987) Auxin biosynthesis and metabolism. In Plant Hormones and Their Role in Plant Growth and Development)P.J. Davies (ed)

Salisbury F. B. Y R.V. Parker (1968). Las plantas vasculares formas y función. Herrera S.A. Mexico D.F

Villa , P., Díaz de Villegas, M. E y Stefanova, M, (2000) . Anales Científicos de la XX Relar Arequipa Perú pp. 293 –301.

APLICACIÓN DE BIOPRODUCTOS PARA INCREMENTAR LOS RENDIMIENTOS EN EL CULTIVO DE HONGOS *PLEUROTUS.*

Gutiérrez, Isis Y
Villa , Pilar
Altuna Seijas, Beatriz
Linares, Yoel
Álvarez Segart, Ivis

Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA), Aptdo Postal 4026. Habana Cuba
E. mail: isis@icidca.edu.cu

ABSTRACT

Among the technologies developed in Cuban Institute for Research on Sugarcane By-Products (ICIDCA), the cultivation of the fungae *Pleurotus ostreatus* in pilot plant installations can be found. In that installation results from research are tested and among its objectives the inclusion of new products, mainly biologicals, for yield improvement and substitute chemicals as fungicide Fundazol which pollutes the environment. Thus, in present paper the results of the application of biological products obtained at ICIDCA as indol acetic acid, jasmonic acid and Gluticid in this production. It was observed that when mixtures Gluticid/indol acetic acid (AIA) were used yields improved in about 20-30% with an increase in carpophores size between 3 and 5 cm. It resulted advantageous the use of Gluticid as fungicide than Fundazol since the contamination index was lower and at the same time higher yields which clearly pointed out the possibility of substitution of chemicals by non polluting biologicals.

INTRODUCCIÓN

Cada día la protección del medio ambiente se expresa en regulaciones exigentes y el potencial de los beneficios económicos de subproductos más eficientes y específicos , abren interesantes oportunidades para nuevas aplicaciones , entre las que se encuentran la producción microbiológica de: reguladores del crecimiento vegetal por Rhizobacterias promotoras del crecimiento que comprende todas las bacterias que habitan las raíces de las plantas con un efecto positivo como las bacterias de los géneros *Azotobacter , Azospirillum, Klebsiella , bacillus Pseudomonas, ,Artrobacter , Enterobacter, Serratia y Rhizobium* (Glik, , B. R ,et al, 1999), de metabolitos antimicrobianos a partir de Bacillus y Pseudomonas, (Gutterson 1990). y de ácido jazmónico empleando cepas de hongos como *Botryodiplodia theobromae* y *Gibberella fujikuroi (*Miersh, O. 1989)

Debido a las propiedades que presentan las bacterias del género *Rhizobium y Pseudomonas* y las del hongo *Botryodiplodia*, en el ICIDCA desde 1995 se realizan investigaciones encaminadas al desarrollo tecnológico de bioproductos por vía biotecnológica a partir de estas cepas y de su validación en diferentes cultivos de interés

económico para el país como son: frutales , caña, papa, tomate, tabaco ,plátano y además en el cultivo de hongos comestibles .(Gutiérrez I. et al 2000; Villa, P. et. al 2000, Klibansky M et. al 1998)

Estas investigaciones se han desarrollado dentro del programa de Biotecnología Nacional para la producción del Acido Indol Acético, a partir de *Rhizobium sp* obteniéndose un producto que ha sido evaluado con buenos resultados certificados por otras instituciones del país y de ácido jazmónico a partir de *Botryodiplodia theobromae* con buenos resultados en el control de algunas plagas. Paralelo a este proyecto se realizaron también investigaciones encaminadas a la obtención de un producto biológico a partir de *Pseudomonas spp* efectivo en el control de microorganismos fitopatógenos y malezas, en el cual se obtuvo un producto denominado GLUTICID que en evaluaciones realizadas por el Instituto Nacional de Sanidad Vegetal es efectivo en el control de diferentes hongos fitopatogenos como *Alternaria solani* en tomate, *Phythothora infestans*, en papa; *Peronospora tabacina* y *Phythothora nicoteanae* en tabaco entre otros.

Además entre las tecnologías desarrolladas en el ICIDCA se encuentra la del cultivo de hongos comestibles a partir del género *Pleurotus ostreatus* (Gutiérrez et al 1997) con instalaciones de planta piloto donde se prueban los resultados de las investigaciones y entre cuyos objetivos está incorporar nuevos productos principalmente biológicos , con el fin de incrementar los rendimientos productivos y sustituir productos químicos como los fungicidas que causan daños al medio ambiente por productos biológicos que no dañen ni al hombre ni al ambiente..

El objetivo de este trabajo fue la aplicación de los productos Ácido Indol acético, Ácido Jasmónico ,y GLUTICID en el cultivo de hongos comestibles con vistas a incrementar los rendimientos productivos y corroborar la actividad fungicida y bioestimuladora del producto GLUTICID en cualquiera de sus variantes ,productivas.

MATERIALES Y MÉTODOS

CEPA: Cepa híbrida de *Pleurotus ostreatus –Pleurotus ostreatus* var. Florida, procedente de la colección del ICIDCA. ; preservadas en Malta Agar..

INOCULO: Se elaboró a base de semillas de millo , tratadas térmicamente a 100 º C durante 20 minutos y esterilizadas a 2 Kpa durante 90 minutos , las cuales fueron inoculadas con micelio de la cepa seleccionada e incubada en penumbra a 28 º C durante 14 días hasta la colonización total del millo.

SUBSTRATO: Residuos lignocelulósicos (preferentemente paja del cultivo del arroz), y sometidos a un tratamiento de calor a 100º C durante 2 horas .

FUNGICIDA: Fundazol o Benomyl al 0,02% como patrón

PRODUCTOS BIOLÓGICOS ENSAYADOS

Ácido Indol acético. Producto biológico que contiene el ácido Indol Acético (AIA) obtenido mediante un proceso fermentativo empleando una cepa de *Rhyzobium spp*, con las siguientes características: Ácido Indol acético (350 -400 mg/ L), Materia seca (1- 0,4 %), Azúcares Reductores (0,67 g L^{-1}), Proteína real (0,85 mg mL^{-1}), Cenizas (0,60 %) Densidad (0 955gcm^{-3}) pH (6,4)

Ácido Jasmónico. Producto biológico obtenido mediante un proceso fermentativo empleando una cepa de Botriodiplodia theobromae con las siguientes características: ácido

jasmónico 600-700 mg/L, Materia seca 1,0-1,2 %, Azucares Reductores Totales 4,35 g/L, Proteína real 0,198 g/L, Cenizas 0,108 %, Densidad 0,97 g/cm^3 y pH 7,6

GLUTICID. Es un producto biológico obtenido mediante un proceso biotecnológico empleando una cepa de *Pseudomonas aeruginosa* cepa PSS , con las siguientes características polvo blanco grisáceo fino, pH (7,0), Contenido de metabolitos antifúngicos (30-85mgg $^{-1}$) de polvo extraídos con solventes,, soluble en agua, Peso seco(93,36 %), Sideróforos ()

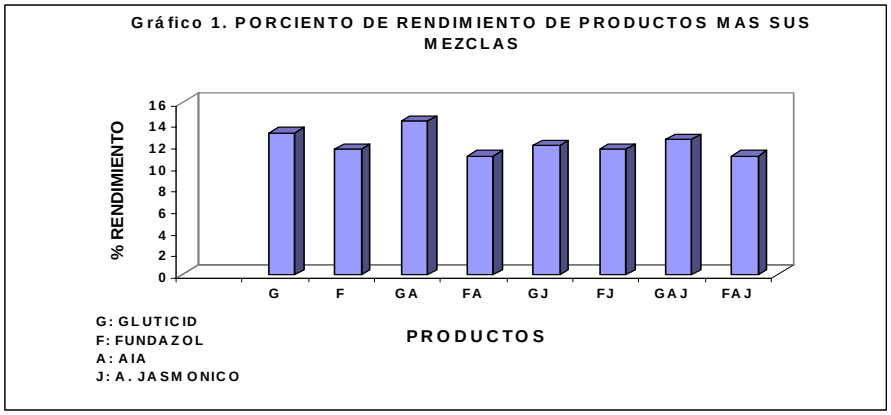
METODOLOGÍA DE TRABAJO

Se realizaron 30 experimentos adicionando exógenamente los productos (GLUTICID, Fundazol Ácido Indol Acético , y Ácido Jasmónico) Se preparó un protocolo en el cual se utilizaron 2 fungicidas; uno químico, el fundazol otro biológico, el GLUTICID

Con estos dos fungicidas se desarrollaron 8 variantes: 4 con el GLUTICID y 4 con Fundazol. De cada variante se hicieron 6 bolsas de 4 kg. inoculado al 5 . En cada una de estas variantes se hicieron 6 bolsas con 4 kg. del residuo tratado al 5%.Las bolsas se incubaron en condiciones de colonización. : Penumbra ,No requiere cambio de aire , La humedad es la de las bolsas. Con el desarrollo de las primordias se pasó a fructificación: Luz –12 horas al día, Ventilación 5 a 6 cambios de Aire al día. Humedad : 85% Temperatura : 28 ºC

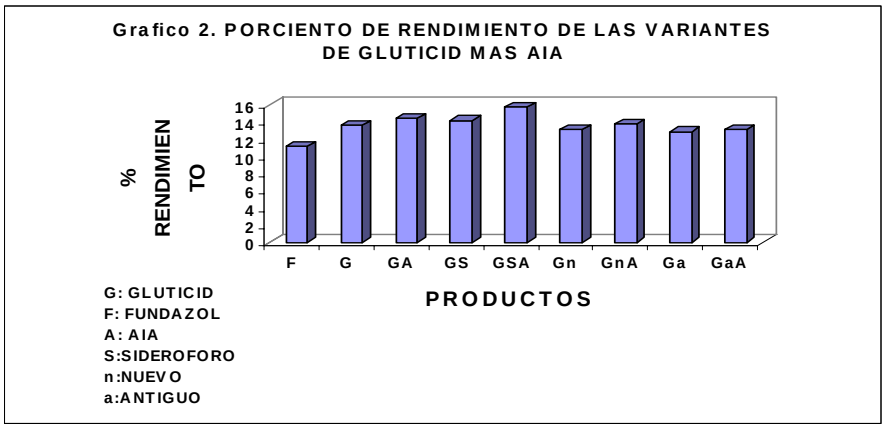
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el gráfico 1 se muestran los resultados alcanzados en los % de rendimientos de los cultivos de hongos comestibles adicionados de los bioproductos. Se observa, que todos los cultivos adicionados de Gluticid y Gluticid más AIA alcanzaron rendimientos superiores al 20% de los alcanzados cuando se empleo el Fundazol. Estos resultados se corresponden con lo planteado por otros investigadores respecto a la acción de las auxinas que estimulan o reprimen el alargamiento celular según la concentración empleada comprobándose que el AIA contenido en el licor empleado tuvo efectos positivos en el cultivo de hongos comestibles por emplearse en la concentración adecuada. (Medina Vargas, A. 1990).



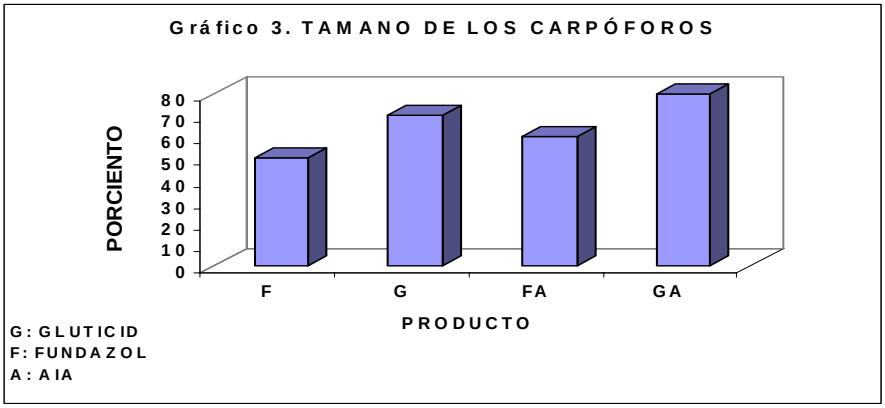
En el caso del GLUTICID adicionado de Jasmónico y en las mezclas del Gluticid con AIA y el Jasmónico solo se incremento hasta el 10%. Los valores más bajos solo el 5%, se obtuvieron en los cultivos del Fundazol con AIA, Fundazol con Jasmónico y Fundazol con las mezclas de AIA y Jasmónico. En relación con los resultados alcanzados por el ácido Jasmónico, se explican pues se ha comprobado que concentraciones determinadas estimulan la división celular en las plantas, mientras que concentraciones superiores a estas pueden causar efectos contrarios y la compactación entre el tallo y las raíces o sea que los Jasmonatos pueden inhibir o estimular los procesos biológicos en las plantas pues en dependencia de las concentraciones empleadas así se manifestará su efecto en las mismas por lo que será necesario realizar estudios para conocer las concentraciones óptimas para su aprovechamiento en el cultivo. (Reinecke, D.M. and Bandurski R.S. 1987)

En el gráfico 2 se observan los resultados alcanzados en tres variantes de producción del GLUTICID y otra con más de un año de fabricación. En todos los casos se obtienen un incremento en el % de rendimiento excepto en el GLUTICID de más de año en comparación con los cultivos añadidos de Fundazol. Hay incremento en relación con los que se le añadió el AIA lo que se corresponden con los mecanismos de acción estudiados en los últimos años ampliamente de las bacterias promotoras del crecimiento y fundamentalmente las *Pseudomonas spp* se encuentran: antibióticos, sideróforos, enzimas y otras pequeñas moléculas, (Glick, et al, 1999,) por lo que el empleo de un producto biológico(GLUTICID) a partir de una *Pseudomonas sp PSS*) conteniendo metabolitos antifúngicos y sideróforos fundamentalmente como agentes de biocontrol en el cultivos de hongos comestibles para evitar los daños causados por los hongos inferiores coincide con lo planteado por diferentes autores, a la vez que resulta novedoso su empleo en estos como control biológico de hongos contaminantes.



En el gráfico 3 se muestra el efecto sobre el tamaño de los carpóforos del GLUTICID y su mezcla con AIA en comparación al Fundazol y su mezcla con el mismo producto. También se observa un incremento en el número de carpóforos con ese tamaño cuando se añade AIA al Fundazol, obteniéndose el 55% de los carpóforos con 7 cm de diámetro. En el caso del GLUTICID solo, se obtiene 70% de carpóforos con 8 cm de diámetro pero la mayor cantidad de carpóforos, el 80%, se obtiene con la mezcla de GLUTICID y AIA, lo que concuerda con lo planteado por Salisbury y Parker, 1968, sobre el efecto de la adición de fitohormonas en la síntesis de enzimas específicas, que causan la

inserción de nuevos materiales en la pared celular vegetal, provocando una extensión de la misma.



CONCLUSIONES

- Se incrementan los rendimientos más del 20% cuando se utilizan las mezclas de GLUTICID y AIA con aumento de tamaño en los carpóforos.

- El empleo de GLUTICID como fungicida demostró ser mas ventajoso que cuando se emplea el Fundazol, pues se obtuvo mayores rendimientos con la consiguiente mejora económica y la sustitución de productos químicos indeseables, por productos ecológicos no agresivos al medio con la consiguiente disminución de importaciones y beneficio a la ecología.

RECOMENDACIONES

- Continuar el estudio de aplicación de fitohormonas en el cultivo de los hongos comestibles, determinando las concentraciones de ácido jazmónico a emplear.

REFERENCIAS

Glik, B. R.;C. L. Patten ;G. Holguin;D M. Penrose(1999) Overview of plant growth-promotin bacteria in Biochemical and Genetic Mechanisms. Used by Plant Growth Promoting Bacteria (ed) Imperial College Press.

Gutiérrez I. M. Klibansky L. González; y A. L. González (1997) VII *Congreso Nacional de Biotecnología y Bioingeniería y II Simposium Internacional sobre Ingenieía de Procesos*,Mazatlan , Mexico

Gutiérrez I. ; P. Villa; B.Altuna (2000) Anales Científicos XX Relar Arequipa Perú pp. 260-265

Gutterson N (1990).*Crit Rev.Biotechnol* Vol. 10:, pp. 69-91

Klibansky M, Altuna B.; González L, Eng. F (1998). Informe presentado al Ministerio de Ciencia , Tecnología y Medio ambiente(CITMA), Cuba. Programa de Biotecnología Agrícola-

Medina Vargas, A**.(**1990)Bolivia ,UMSS, p. 42-49.

Miersch O.; G. Sembdner y K.Schreider.(1989) *Faba α Phytochemestry* Vol. 28 pp. .339-340

Reinecke, D.M. and Bandurski R.S**.** (1987) Auxin biosynthesis and metabolism. In Plant Hormones and Their Role in Plant Growth and Development)P.J. Davies (ed)

Salisbury F. B. Y R.V. Parker (1968). Las plantas vasculares formas y función. Herrera S.A. Mexico D.F

Villa , P., Díaz de Villegas, M. E y Stefanova, M, (2000) . Anales Científicos de la XX Relar Arequipa Perú pp. 293 –301.

APLICACIÓN DE LAS TÉCNICAS DE ANÁLISIS TÉRMICO A VELOCIDAD DE REACCIÓN CONTROLADA EN LA OBTENCIÓN DE NUEVOS MATERIALES. DISEÑO DE CARBONES ACTIVOS CON POROSIDAD PREDETERMINADA

Gastón, Cristina *
Llópez, i Julio C. **
Llewelly, Philippe n***
Rouqueroll, J. ***
Roqueroll; F. *.**

* Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA)
E mail: cgaston@icidca.edu.cu
**Instituto de Materiales y Reactivos de Electrónica.(IMRE). Universidad de La Habana
E mail: jcllopiz@imre.oc.uh.cu
***Centro de Termodinámica y Microcalorimetría (CTM) del CNRS. Marsella, Francia

ABSTRACT

The preliminary result the possibility of active carbon preparation with a predetermined surface area, are shown. With this objective, biomass from coconut and bagasse, more abundant in Cuba, was employed. The procedure is to prepare a map of different surface that can be obtained by the variations of temperature and working pressure. For this, the used system allows cooling and heating in order to maintain certain isothermal processes. In this case the working pressure is submitted pre-established program determined by the researcher.

The obtained results show that classical steps for carbonization and activation can be reduced, in this case, to single step.

INTRODUCCIÓN

Un vertiginoso desarrollo de la aplicación de las técnicas de Análisis térmico, han logrado convertir está importante disciplina en algo más que una herramienta indispensable para la caracterización de nuevos materiales. Como ya es conocido un gran número de publicaciones, avalan el surgimiento de nuevos avances en este campo y un ejemplo de ello lo constituye el ATVC. Está nueva variante, abre una nueva etapa en los trabajos de investigación permitiendo no solo la obtención de parámetros cinéticos etc., sino también la síntesis u obtención de nuevos materiales.

La posibilidad de obtener materiales microporosos con un área superficial definida según se requiera, nos ha hecho pensar en utilizar está técnica para la transformación de biomasa de diferente fuentes tales como Bagazo, Nuez de Coco, Hueso de Aceituna etc. en carbón activo.

En Cuba, solamente la Industria Azucarera, consume grandes cantidades de Carbón Activo las cuales exportan a altos precios para la refinación del crudo, ya que la producción nacional de este producto no satisface las demandas de la industria.

Es por ello que nuestra propuesta es aprovechar las bondades que las técnicas de ATVC brindan, con el propósito de desarrollar una nueva tecnología de obtención de Carbón Activo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Materiales: Bagazo., Nuez de Coco, H_2SO_4 (%), CO_2 , N_2
Equipos: Equipo de ATVC (CTM-CURS Marsella Francia.), Balanza Analítica., Termobalanza de Vacío (ATVC), Sortómetro de la firma Micromeritic. (US)
Métodos: Tratamiento de Biomasa para eliminación de resinas. (Rodríguez, 1990). ,Análisis Térmico de Velocidad de Reacción Controlada (Rouquerol y otros, 1992) y Método BET , para medición de Área.
(Rouquerol y otros, 1999).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En una primera etapa de trabajo, se planteó la necesidad de aplicar un tratamiento previo a las muestras con la finalidad de separar las resinas que se presentan en las mismas, las cuales podían constituir un riesgo para los capilares del equipo de ATVC.

La preparación de las muestras comenzó por el molinado de los materiales de partida y posterior tamizado, buscando diferentes tamaños de partículas. para obtener la mayor homogeneidad posible en cada muestra

Estas muestras fueron sometidas a lavados reiterados, primeramente, con una solución de ácido sulfúrico al 0.5% durante 2 horas con agitación para arrastrar la mayor cantidad posible de resina, luego de reposo por 24 horas en esta solución, se sometieron a lavados sucesivos con agua destilada hasta llegar a un pH neutro. Una vez secadas las muestras, se pesaron alrededor de 100mg en la celda de medición del equipo de ATV y se preparó paralelamente una experiencia por el método tradicional propuesto por Rodríguez, 1990.

Las muestras fueron sometidas a diferentes temperaturas desde 250, 500, 800ºC en un horno con flujo de N_2 y una vez calcinadas se trataron con corriente de CO_2 para su activación.

El equipo de ATVC fue provisto de una trampa en forma de U manteniéndola en hielo para tratar de recoger los posibles vapores de resina que pudieran desprenderse de algún residuo que no fuera removido por el sulfúrico, de modo que la protección de los capilares y las membranas del equipo fuera máxima.

Una vez fijados los parámetros de temperatura y vacío que se programaron, la muestra se mantuvo en ese régimen de trabajo durante un período de alrededor de 24 horas que fue el tiempo necesario para su transformación. Esta operación se repitió con diferentes parámetros de manera de poder obtener Carbones con diferentes superficies, todo lo cual fue verificado mediante la medición del Área superficial y el tamaño de los microporos, una vez que se realizó la medición en el equipo de adsorción sólido-Gas Micromeritic.

Los valores obtenidos fueron comparados con los que se obtuvieron para las muestras tratadas por el método tradicional, no encontrándose diferencias significativas en la calidad de las muestras.

Se encontraron las temperaturas óptimas de trabajo entre 250 y 800ºC para obtener los valores esperados de microporosidad. Las curvas de adsorción coinciden con las reportadas para carbones de producción industrial

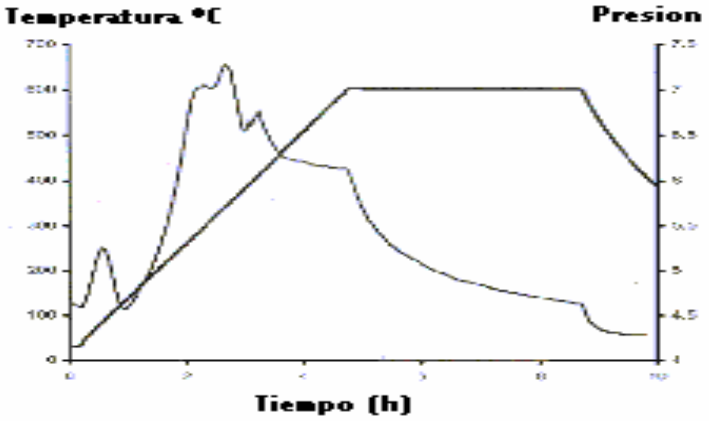


Fig. 1. Corrida típica de la aplicación del método de ATVC

La figura 1 muestra una de las corridas típicas de la aplicación del método de ATVC. La línea gruesa, de tres sectores prácticamente rectos, muestra cómo el equipo toma aproximadamente cuatro horas en lograr el régimen de trabajo predeterminado. Seguidamente, la recta horizontal pone en evidencia el régimen isotérmico en el cual se transforma la muestra. La línea de trazo más fino describe las alteraciones de la presión en el sistema en la medida en que se va degradando la muestra bajo este régimen de trabajo.

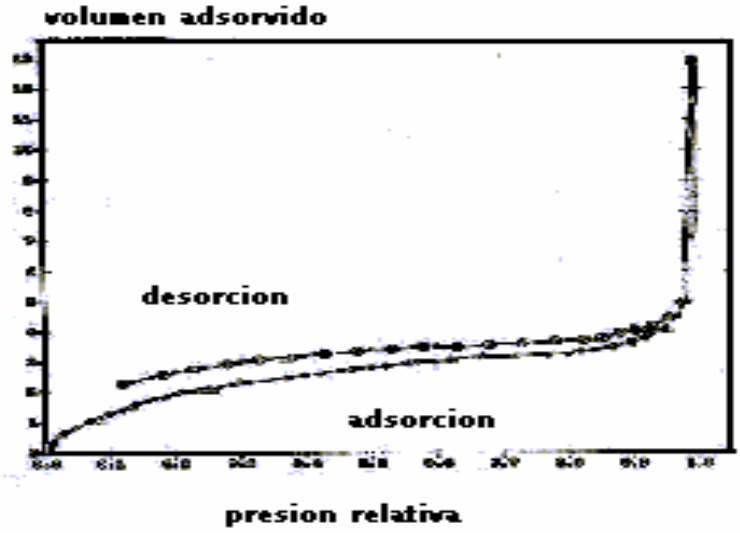


Fig. 2. Evaluación de la superficie específica mediante el método de BET

La figura 2 muestra el lazo de histéresis típico de la evaluación de la superficie específica y las características de los poros del material que se evalúa después de las corridas en ATVC. Los valores obtenidos fueron comparados con los que se obtuvieron para las muestras tratadas por el método tradicional, no encontrándose diferencias significativas en la calidad de las muestras de los materiales carbonizados por ambos métodos con la ventaja de que, en el caso de utilizar ATVC, no se requiere de una activación ulterior con CO_2 u otro gas o vapor de activación.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Se cuenta con la metodología para diseñar Carbones Activos con porosidad predeterminada.
- Los rendimientos obtenidos por el método propuesto de ATVC, superan, en más de un 50%, los obtenidos por el método tradicional.
- Basado en los resultados obtenidos en nuestro estudio, se propone una nueva tecnología de producción de Carbones Activos.
- Se recomienda un escalado de la tecnología, así como una preevaluación económica de esta propuesta.
- El trabajo es objeto de solicitud de patente

REFERENCIAS

International Congress on Thermal Analysis and Calorimetry, 11th. (1996). Common ter agreed Philadelphia, USA

Rouquerol, F., Rouquerol, J. and Sing, K. (1999). Adsorption by powders and porous solids. Principles, methodology and applications. Academic Press, San Diego London, Boston

Rouquerol, J., Bordere, S. And Rouquerol, F. (1992). *Thermochimica Acta*. Vol. 203 p. 193

Rodríguez, R. (1990). Carbones activos. Propiedades. Academic Press, San Diego London, Boston

Wendelandt, W. W. (1974).Thermal methods of analysis 2. Ed. John Wiley & Sons, Inc., Houston Texas

APLICACIONES DE LAS SOLUCIONES PROTECTORAS DE MADERA FURSOL Y PREMAD EN DISTINTAS INSTITUCIONES

Hernández, Adolfo
Álvarez , Amaury
Sosa, Pablo

Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA*)*
Vía Blanca # 804. San Miguel del Padrón. Apartado Postal 4026. Código Postal 11000
E.mail: adolfoh@icidca.edu.cu, amaury@icidca.edu.cu.

ABSTRACT

Wood protection against fungi, insects and moisture is the best way to lengthen its useful life due to the different working conditions in each application were wood can be used.

ICIDCA has developed two different protective solutions from sugar cane bagasse, a renewable source of raw material. These solutions, FURSOL and PREMAD have been used in many institutions like INDER, MINFAR, CIPIMM, Morro-Cabaña Military Museum, Habana Vieja Historical Center and others, with excellent results.

In the present paper, different methods for the wood protection against fungi and insects using the solutions PREMAD and FURSOL, are exposed. The application of these solutions for wood protection and/or color enhancing in some of the named institutions and its results, is explained.

INTRODUCCIÓN

La madera es uno de los materiales más utilizados por el hombre, dado su bajo peso volumétrico, fácil elaboración, bajo costo, resistencia al impacto, a las vibraciones, baja conductividad térmica, etc. También posee desventajas tales como poca estabilidad dimensional, alta retención de humedad y de líquidos, disminución de sus propiedades mecánicas con la temperatura, combustibilidad y susceptibilidad al ataque de hongos e insectos.

La explotación indiscriminada de los recursos forestales ha ocasionado un déficit de disponibilidad de madera, que proviene de árboles con ciclos de crecimiento de 25 años o más. Estas maderas de alta calidad tienen buenas propiedades físico-mecánicas, resistencia ante el ataque de hongos e insectos, al ataque químico e intemperismo.

Varias instituciones en el mundo, han encaminado investigaciones al desarrollo de tecnologías para la protección de madera y al mejoramiento artificial de sus propiedades. (Álvarez A. et. al. 1984), (Guevara R. 1984), (Arena A. 1984), (Arena A. 1984,a)

En Cuba se han ensayado varios productos para la protección de maderas, los cuales se agrupan en:

- **Inorgánicos**. En forma de sales fungicidas y/o insecticidas: sales de Cobre, de Cromo y de Arsénico, fluoruros, fosfatos, etc.
- **Compuestos orgánicos clorados**: pentaclorofenol y otros
- **Resinas naturales**: alquitranes, creosotas, asfaltos.

Estas sustancias tienen diversas desventajas, tales como, toxicidad, contaminación ambiental, etc.

Las sustancias protectoras desarrolladas en el ICIDCA a partir de compuestos furánicos, tienen como ventajas el incremento de las propiedades físico-mecánicas, la estabilidad dimensional de las piezas tratadas, protegen contra hongos, insectos y el intemperismo, no lixivian, no son tóxicas ni tienen olores molestos y adquieren propiedades ignífugas, son utilizables tanto en exteriores como en lugares habitados. (Alvarez A. et. al. 1988).

En este trabajo se presentan los resultados de las aplicaciones en diferentes instituciones

MATERIALES Y MÉTODOS

Materiales

El ICIDCA ha desarrollado dos sustancias protectoras de madera.

- Solución impregnante basada en resina furfural-acetona (PREMAD)

Este producto puede aplicarse con o sin catálisis y tiene dos efectos diferentes:

1. 1. No catalizado. Le confiere a la madera diferentes tonalidades las cuales se aprovechan para tratamientos con fines ornamentales, sin perder su efecto protector.
2. 2. Catalizado. La madera toma color negro, cubriéndose de una capa polimérica protectora.

- Solución a partir de alcohol furfurílico (FURSOL)

Este producto interactúa con los componentes de la madera, o sea, que modifica su estructura (Álvarez A. et. al 1988). Se aplica siempre catalizado.

Las maderas protegidas con estas sustancias incrementan su resistencia mecánica y/o superficial según el método de aplicación y el tipo de madera a tratar, además de la protección contra los agentes depredadores mencionados.

MÉTODOS

Los métodos más generalizados para efectuar la protección con cualquiera de las dos soluciones son:

- Impregnación superficial mediante brochado o por aspersión

Se aplica en protección temporal o permanente cuando no se requiera penetración profunda. En este caso, generalmente, no se observa aumento de las propiedades físico-mecánicas de la madera tratada, sino incremento de su resistencia superficial a agentes destructivos (hongos, insectos, humedad)

- Impregnación a presión atmosférica por inmersión en frío o en caliente.

La sustancia protectora penetra mas profundamente, obteniéndose un incremento moderado de las propiedades físico-mecánicas, adquiere propiedades ignífugas, además de protección superficial.

- Impregnación en autoclave con ciclos de presión-vacío.
- Es más costoso, se consigue un aumento considerable de las propiedades físico-mecánicas y superficiales y adquiere propiedades ignífugas. Patente 21453 (1985), Patente 20795 (1988)

El índice de consumo de los productos oscila entre 0.4-0,8 y 1 litro/m^2, en dependencia del tratamiento y del tipo de madera. Hernández A. 1989. Informe Interno.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

- **Centro de Investigaciones Minero Metalúrgicas (CIPIMM)**

Las minas se encuentran siempre sometidas a fuertes agresiones del medio ambiente. Las instalaciones de las minas soterradas son particularmente agredidas por la gran humedad ambiental permanente en sus áreas, por lo que las maderas utilizadas en las galerías deben ser de alta resistencia al medio. En este centro se realizó una de las primeras aplicaciones de nuestros productos.

Se impregnaron 12 fustes para las galeras de las minas. El tratamiento se realizó por el método de ciclos de presión - vacío con la solución FURSOL. Estos fustes estuvieron instalados en una mina durante 4 ciclos de reposición (aproximadamente 8 años) sin que presentaran afectación en su estructura, cuando normalmente estas piezas hay que reponerlas cada 2 años.

- **Parque Histórico Militar Morro – Cabaña**

El “Parque Histórico Militar Morro – Cabaña” fue construido durante el reinado de Carlos V y es una de las fortalezas militares más grandes del mundo. En sus áreas se encuentran dos importantes instalaciones históricas el “Castillo de los Tres Reyes del Morro” y el “Castillo de San Carlos de La Cabaña”. A causa de su proximidad al mar, la complejidad de su construcción y su tamaño, hasta 1988 no había sido sometido a una restauración capital.

En el “Castillo de los Tres Reyes del Morro” se aplicaron 4 toneladas de FURSOL, por los métodos de brochado e inmersión, a las piezas de madera que forman los pisos de los entresuelos.

En el “Castillo de San Carlos de La Cabaña” se trataron los paneles de exhibición, algunas de las puertas de las salas y la caseta del parqueo.

Las vigas fueron tratadas mediante brochado de la solución y posterior catálisis, mientras que las tablas del piso y de los paneles se trataron por inmersión y posterior catálisis. Estos pisos posteriormente se cubrieron con relleno el que generalmente está húmedo.

El trabajo en ambas edificaciones se concluyó en 1990 y no se han reportado afectaciones debidas al intemperismo o condiciones de humedad, ni por colonias de termitas, que son frecuentes en el entorno.

- **Restauración de la Calle Tacón**

La Calle Tacón es una de las dos calles del mundo pavimentada con adoquines de madera, pertenece al Centro Histórico de La Habana, y posee un alto valor cultural e histórico, pues se construyó hace más de un siglo, durante el mandato del Gobernador Tacón.

En este trabajo se protegieron 28000 adoquines de madera con FURSOL. Inicialmente fueron tratados los adoquines originales recuperados de la restauración de la calle y posteriormente nuevos adoquines en la restauración de la totalidad de la calle. Previo a la restauración, se realizó un estudio de las colonias de hongos presentes en la calle. Se seleccionaron dos especies de las más dañinas a la madera, el Aspergillus Niger y el Aspergillus Terreus, obteniéndose que las muestras de estudio tratadas con FURSOL no fueron afectadas por estos hongos en cultivo microbiológico.

- **Empresa de Restauración de Monumentos de la Oficina del Historiador de la Ciudad**

Esta Empresa se dedica a la restauración de locales monumentarios (museos, casas coloniales, conventos, etc.) y tiene como política no sustituir las maderas originales, por lo que para el cumplimiento de este objetivo resulta imprescindible la protección de las piezas de madera instaladas en estos locales.

Nuestros productos PREMAD y FURSOL se han utilizado en la restauración del Convento de Belén, en los edificios sitos en Muralla Nr. 103-105 (Plaza Vieja) y otras instalaciones, aplicándose hasta el momento alrededor de 2000 litros de ambos productos. En cada caso se ha empleado el producto más conveniente, de acuerdo a razones estéticas atendiendo al color que adquiere la madera, mediante la variante de aspersión.

Se ha verificado por parte del CENCREM que la solución protectora PREMAD tiene, además, características insecticidas, ya que piezas tratadas que estaban atacadas por termitas, éstas fueron eliminadas debido al tratamiento.

- **Carpintería de la Oficina del Historiador de la Ciudad**

Este taller reconstruye piezas museables y construye mobiliario de madera de alta calidad, para locales monumentarios e instalaciones hoteleras del Centro Histórico de la Ciudad.

Debido a la complejidad artesanal de este trabajo, resulta muy conveniente la protección de la madera de las piezas construidas o reparadas. La utilización de nuestros productos le confiere a las maderas, además, diferentes tonalidades y permite, en ocasiones, construir dichos muebles con maderas de menor calidad, mejoradas con el tratamiento en sus propiedades físico – mecánicas y de resistencia al deterioro ambiental. En este trabajo se han consumido alrededor de 200 litros de PREMAD.

La dirección de este Centro nos reporta que la solución PREMAD fue aplicada para la protección de muebles confeccionados para el Hotel Florida, en La Habana Vieja, quedando satisfechos con la tonalidad adquirida por la madera utilizada.

- **INDER**

En este organismo se ha aplicado PREMAD para la protección de las tablas de flotación (tablas de pateo) en la enseñanza de la natación para menores. Estas tablas se comercializan de otros tipos de maderas las cuales resultan costosas y se deterioran con facilidad debido a su baja densidad y poca resistencia al impacto. La aplicación de nuestros productos a maderas del país posibilitó la sustitución de importaciones y resultaron más duraderas que las importadas ya que resistieron el triple del ciclo de reposición normal.

REFERENCIAS

Álvarez A. et. al. (1984) *Seminario XX Aniversario CENIC*. La Habana. Abril/84 24-25.
Álvarez A. et. al. (1985) *Revista ICIDCA*. Vol. XIX(2),pp. 55-59
Álvarez A. et. al. (1988) *Revista ICIDCA*. Vol.XXII(1), pp. 30-35
Álvarez A. et. al.(1984) *Revista ICIDCA* Vol. XVIII, pp. 49-53.
Álvarez A. et. al.(1985) *Revista ICIDCA*. Vol. XIX(3),pp. 30-32
Arena A. (1984) *Revista Euromueble*, AÑO XX, 211:pp. 12-19
Arena A. (1984) *Revista Euromueble*, Mayo:pp. 10-13
Baker J.M. (1984) *J. Inst. Wood Sci.*, Vol.10(2), pp. :82-86
Guevara R. et. al. (1984) *Wood Sci. Tech.* Vol.18(3), pp.225.240
Hernández A. 1989 *Informe Inteno*. ICIDCA.
Hedley M.E. (1987) *J. Inst. Wood Sci.*, Vol.41(1), pp. :8-12
Klolkin I. (1972) *Revista Derevoabrabat Prom* Vol. 21(2), pp.:15-16
Maag R. (1986) *Revista Euromueble*, AÑO XXII, pp. :12-17
Philippinen J. et. al. (1982) *Forest Products J*. Vol. 32(3), pp. 27-32
Philippinen J. et. al. (1982) *Holtzferschung*. Vol. 36(1), pp. 37-42
Registro de Patentes, Cuba. N 20795, 1 Julio 1988
Registro de Patentes. Cuba. N 21453, 1 de Abril 1985

ASPECTOS ECONÓMICOS DE PRODUCTOS DE LA CELULOSA DE BAGAZO PARA LA SALUD HUMANA

Villamil, G.
Pérez, D.
Medina, M.
García, L.
Hernández, R.
Abril, A.

UIP de la Celulosa del Bagazo Cuba-9, Apdo 8, CAI Pablo Noriega, Quivicán, La Habana, Cuba,
E-mail: investc9@etecsa.ip.cu

ABSTRACT

Natural medicaments are very appreciated and accepted by the consumers because they are low noxious.

Human helth is also very close to nutritious habits, being necessary to improve it in order to avoid sickness and to get high and longer quality of life for the people.

By other hand market prices of this products are very high and are controlled by some producers around the world.

This scenario, the advantages and potentialities of sugarcane bagasse for some derivatives products like: microcrystalline cellulose, acdisol and dietetic fiber with adequate finishing and satisfying market demands, promote the diversified bagasse obtaining products of high added value.

This paper present the result of a feasibility study for the production of: microcrystalline cellulose, acdisol and dietetic fiber from high purity bagasse cellulose in the same installation and annexed to an operating mill, for the use of some facilities .

This integrated mill is an economic exit for the sugarcane producers, mainly utilizing surplus bagasse.

INTRODUCCIÓN

En la producción de medicamentos se emplean diversos derivados de la celulosa entre los que se encuentran la celulosa microcristalina (MCC), con excelentes propiedades para la fabricación de tabletas medicinales, por sus características como aglutinante y la celulosa entrecruzada y carboximetilada o Acdisol, utilizado como agente desintegrante de las tabletas en húmedo Misane M. (2000), Pavlov, I.N. (1999), Erins P. (1999).

Desde la década del 80, la UIP Cuba-9 ha venido realizando estudios encaminados a desarrollar tanto la tecnología de obtención de MCC como la de Acdisol, a partir de celulosa de alta pureza de bagazo. Recientemente ha comenzado las investigaciones en el

campo de la fibra dietética, polvo obtenido a parir de fibras naturales como el bagazo, utilizado como complemento dietético en la dieta humana.

La celulosa Microcristalina, el Acdisol y la Fibra dietética constituyen productos de elevada importancia para la salud humana, los cuales se comercializan en el mercado internacional por firmas altamente especializadas a precios muy elevados, limitando su adquisición para satisfacer la demanda a países que como Cuba son dependientes de esas importaciones y a la vez están necesitados de los mismos para la producción de medicamentos.

Este trabajo tiene como objetivos presentar los resultados de la evaluación de una inversión dedicada a estos fines y que puede considerarse como una planta productora multipropósito anexa a un central azucarero.

De esta manera se contribuye a la diversificación de la industria azucarera, es un aporte al desarrollo de la industria médico farmacéutica nacional, y se logran beneficios económicos con la disminución de importaciones.

MATERIALES Y MÉTODOS

La calidad de los productos obtenidos mediante las tecnologías de producción desarrolladas en la UIP Cuba 9 es comparable con la del Mercado Internacional y los requerimientos de la Farmacopea Normas Pharmacopea (1995).

Entre las materias primas más importantes se encuentran la celulosa de alta pureza, ácido clorhídrico, amoníaco, alcohol etílico, ácido monocloroacético, epiclorhidrina, alcohol isopropílico, ácido acético e hidróxido de sodio ICIDCA (2000).

Primeramente se determinaron las fichas de costo unitario para cada producto (por tonelada métrica) tomando las siguientes consideraciones:

- 300 días anuales de producción
- Productividad de 300 toneladas diarias para MCC
- Productividad de 50 toneladas diarias para Acdisol
- Productividad de 160 toneladas para Fibra dietética
- 5 trabajadores en tres turnos de trabajo para cada producción
- Precios de materias primas y servicios actuales según el mercado
- Equidad 1 USD= 1 peso cubano

La inversión consiste en una Planta Integral que operará durante las 24 horas, en turnos de 8 horas y durante 300 días al año. El cronograma productivo comprende la obtención de Celulosa Microcristalina, Acdisol y Fibra Dietética empleando las mismas instalaciones.

El estimado del costo de inversión es de 1.6 millones de pesos, con un componente en divisa de 93%, desglosado de la siguiente manera:

	%
Equipos…….	60
Contrucción y Montaje….	9
Otros…….	31

Los equipos fundamentales son:

- Desmenuzador
- Reactor
- Centrífuga
- Secador
- Molino
- Sistema de pesaje-envase

La capacidad considerada para cada equipo fue de 1.5 – 2 T/día, teniéndose en cuenta la adquisición de equipos de segunda mano para abaratar el costo.

La evaluación financiera se realizó con el auxilio de programas en Excel y bajo las siguientes consideraciones UNIDO (1990):

- Vida útil del proyecto 15 años
- Los gastos y las ventas son constantes durante todas las anualidades del proyecto
- La planta producirá a plena capacidad desde el primer año de explotación
- Tasa de cambio oficial 1.00 USD = 1.00 pesos cubanos
- Impuesto sobre las utilidades en Moneda Total de 35 %
- Reserva para contingencias en Moneda total y USD de 5 %
- Tasa de actualización del 15 %
- Condiciones de financiamiento
- Tasa de interés anual de 15 %
- Pago de crédito en dos años
- Sin período de gracia
- Año de recepción 1
- Año de recepción para el capital de trabajo 2

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla 1 se presentan los resultados obtenidos en cuanto a los precios nacionales y los referidos al mercado internacional.

Tabla 1. Comparación de los precios de los productos analizados

PRODUCTO	PRECIO MERCADO (USD/ton)	PRECIO PRODUCCIÓN NACIONAL (USD/ton)
Celulosa Microcristalina (MCC)	2700.00	1968.00
Acdisol	10000.00	8020.00
Fibra Dietética	4000.00	600.00

Como se observa en la tabla 1. los precios de los productos nacionales son inferiores en el 27 % en el caso de la Celulosa Microcristalina con respecto a los precios del mercado,

20 % en el Acdisol y 85 % en la Fibra Dietética, demostrándose así la factibilidad económica en la obtención de los tres productos en la misma inversión.

Los indicadores económicos alcanzados como resultado de la evaluación son favorables, con un valor actual neto positivo, período de recuperación de 3 años, estando el RVAN y la TIR dentro de los niveles aceptados. Adicionalmente, la relación costo entre ingresos está por debajo de la unidad.

CONCLUSIONES

- La evaluación realizada ha demostrado que el precio del bagazo, en un valor máximo considerado sustituido por petróleo (35.00 USD/ton), se revaloriza significativamente cuando es convertido en Celulosa Microcristalina, Acdisol y Fibra Dietética.
- Con la producción nacional de los productos estudiados el país obtendría un importante ahorro por concepto de sustitución de importaciones.
- El resultado de esta inversión es una salida para el logro de la diversificación de la industria azucarera en aras de obtener productos de alto valor agregado y de alto impacto en la calidad de vida de la población.

REFERENCIAS

UNIDO (1990). "Manual for the Preparation of Industrial Feasibility Studies." pp.151-219

ICIDCA, (2000). Manual de los Derivados de la Caña de Azúcar, pp.103-105

Pavlov, I.N. et al. (1999) "Desintegration and drying of microcrystalline cellulose" Chemistry of plant raw materials, 2, pp. 159-162

Erins P. (1999). Latvian State Institute of Wood Chemistry, pp. 37, 38

Misane M. (2000). Microcrystalline Cellulose Details, The excipient of choice

Normas Pharmacopea USP 23 1995 NF 18.

BENEFICIO DEL EMPLEO DE LAS BACTERIAS ÁCIDO LÁCTICAS COMO "PROBIOTICOS" EN LA NUTRICIÓN ANIMAL.

Brizuela, María A.
Serrano, Paulina

Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA). Vía Blanca # 804 y Carretera Central. Aptdo Postal 4026. Habana, Cuba.
E-mail: brizuela@icidca.edu.cu

ABSTRACT

The composition and metabolism of the gastrointestinal microflora affects the performance of farm animals in many ways, especially young ones, subjected to environmental stress and infections. Due to the intensive management of today, the farm animals are very susceptible to enteric bacterial imbalance, leading to inefficient digestion and absorption of nutrients and retarded growth. To overcome these difficulties diets have usually been supplemented with antibiotics, which have indeed proved to be very effective in decreasing diarrhea and promoting growth. However, the development of resistant strains of harmful bacteria may interfere with the use of veterinary antibiotics and decrease the efficacy of antibiotics. Possible residues of antibiotics in the animal products and cross-resistance with human pathogens might also result in fearful health risks. For the above reasons there is wide interest in replacing feed antibiotics with more natural feed additives as "probiotics". Probiotic supplemented feeds for piglets have shown to prevent and cure intestinal infections and prevent death. Metabolites produced by lactic acid bacteria in the intestinal tract of various animals are thoroughly investigated and known. The objective of this work is shows the different possibilities of lactic acid bacteria probiotics in order to improve the health and behavior of several animals' species.

INTRODUCCIÓN

Ilja Metschnikoff en 1908 fue el primero en postular el efecto beneficioso del consumo de lactobacilos para controlar las intoxicaciones endógenas(autointoxicación) causadas por microorganismos patógenos de la flora intestinal y para la prevención y cura de ciertos tipos de enfermedades. Después de mas de 80 años de controversias y discusiones al respecto, en las pasadas dos décadas se logró evidenciar que la presencia de lactobacilos en el tracto gastrointestinal es esencial para una vida saludable. Es por ello, que en los últimos años se ha observado un creciente interés, tanto por parte de la comunidad científica como de la población en general, hacia el papel que los probióticos pueden desempeñar en el mantenimiento de la salud y en la prevención y tratamiento de diferentes

enfermedades en el hombre y los animales, arrastrando consigo a los consumidores y la prensa.

¿QUÉ SON LOS PROBIÓTICOS Y EL POR QUÉ DE SU USO?

El termino PROBIÓTICO (procede del griego y significa "en favor de la vida") fue definido por Fuller (1989) como: "Suplemento microbiano vivo de alimentos que afecta positivamente al animal hospedero, mejorando su equilibrio microbiano intestinal". Sin embargo, el concepto de “probiótico” ha cambiado a lo largo de los años, volviéndose más amplio, más breve y menos preciso. La definición más aceptada actualmente es que un “probiótico” es un microorganismo vivo cuya ingestión es beneficiosa para la salud. Según Donohue y Salminen. (1996) y Adams (1999*)* son numerosos los microorganismos que se incluyen en las listas de posibles “probióticos”, principalmente, bacterias ácido lácticas, llamadas así por producir ácido láctico las cuales en su mayoría se incluyen en los géneros *Lactobacillus* o *Bifidobacterium*

Saarela y col. (2000) reportan que la mayoría de los autores aceptan que la flora intestinal influye directa e indirectamente en el estado de salud del hombre y los animales a través de las siguientes funciones:

Producción de vitaminas (sobre todo del grupo B) y ácidos grasos de cadena corta. Descomposición de sustancias alimenticias no digeridas. Integridad del epitelio intestinal. Estimulo de la respuesta inmunitaria. Protección frente a microorganismos patógenos. Reducción del nivel de colesterol en sangre.

La estabilidad de la flora microbiana intestinal es imprescindible para que estas funciones puedan desarrollarse. No obstante, en determinados momentos de la vida del animal factores exógenos diversos (cambios de alimentación, infecciones y parasitismos, tratamientos con antibióticos etc.) provocan la ruptura del equilibrio intestinal y todo el sistema digestivo se ve afectado en mayor o menor grado. Las principales causas de afectación de la microflora son:

Uso de *ANTIBIÓTICOS y ANTIPARASITARIOS*. *ESTRÉS* por transporte, muda, reproducción, competiciones, cambio de propietario etc. Cambios de *DIETA o AGUA*, sobre todo si es de forma brusca. *ENFERMEDADES,* los gérmenes patógenos liberan toxinas que dañan la microflora. *LA FISIOLOGÍA DEL INTESTINO* que con su peristaltismo y el flujo de alimento arrastran la microflora al exterior con las heces.

El uso de probióticos esta indicado cuando se produce un desequilibrio de esta microflora

En términos generales, se han identificado un grupo de requerimientos como importantes propiedades que deben cumplir las bacterias ácido lácticas a fin de actuar como efectivos organismos “probióticos”. Estos son:

- Alta concentración de microorganismos viables
- Estabilidad en condiciones ambientales normales por un período no inferior a 30 días
- Capacidad de las cepas para colonizar el tracto digestivo
- Habilidad de adherirse a las células epitelilales del intestino

- Excluir o reducir la adherencia patógena
- Persistencia y multiplicidad
- Producir ácidos, peróxido de hidrógeno y bacteriocinas antagonistas al crecimiento patógeno
- Ser segura y, por ende, no invasiva, no carcinogénica y no patogénica
- Coagregar y formar una flora balanceada
- Influir de modo favorable sobre la flora intestinal y el estado de salud de los animales (efecto sanitario)
- Mejorar los índices de producción (efecto zootécnico)

PROBIÓTICOS COMO CONTROL BIOLÓGICO EN LA PRODUCCIÓN ACUÍCOLA

Los brotes de enfermedades cada día se identifican más como un significativo constreñimiento para la producción acuícola y su comercialización, lo que afecta el desarrollo económico de este sector en muchos países. Por esta razón, las enfermedades son consideradas en estos momentos como el factor limitante en el sub-sector del cultivo del camarón.

Verschuere y col.(2000) plantean que hasta ahora, los tratamientos convencionales, como es el uso de desinfectantes y drogas antimicrobianas, solo han tenido un limitado éxito en la prevención o cura de enfermedades acuáticas y que existe en la actualidad una creciente preocupación alrededor del uso y particularmente del abuso de drogas antimicrobianas no solo en la medicina humana y la agricultura sino también en la acuicultura. Añaden que numerosas estrategias alternativas para eliminar el uso de antimicrobianos en el control de enfermedades han sido propuestas y aplicadas con éxito en la acuicultura y que *Vibrio alginolyticus* ha sido empleado desde 1992, como probiótico en numerosas incubadoras para el cultivo del camarón Ecuadoran. La adición de probióticos es una práctica común en la actualidad en incubadoras comerciales de camarón en México. Por otra parte, según Browdy (1998), una de las más significativas tecnologías que se ha desarrollado para dar respuesta al problema del control de las enfermedades en acuicultura es el uso de probióticos. La Organización de Alimentos y Agricultura de las Naciones Unidas ha definido el uso de probióticos y de la bioaumentación para el mejoramiento de la calidad del medio ambiente acuático, como una de las áreas principales de investigación en el control de enfermedades en acuicultura donde el resultado de estas investigaciones podrá indudablemente ayudar a reducir el uso de químicos y drogas en la acuicultura y hará los productos acuícola más aceptables para el consumidor

Históricamente, el interés del uso de probióticos se ha centrado sobre organismos terrestres, y el término “probiótico” inevitablemente ha estado referido a bacterias Gram Positivas asociadas con el género *Lactobacillus*. De manera similar a los humanos y a los animales terrestres, en acuicultura puede ser asumido que la microbiota intestinal no existe como entidad por ella misma, pero que si está en constante interacción con el medio ambiente y las funciones del hospedero. Cahill (1990), demostró que en los sistemas acuícola el medio ambiente inmediato tiene una influencia mayor sobre la salud que en los animales terrestres o los humanos. Basado en estos reportes, los “probióticos” para acuicultura deben diseñarse como adjuntos microbianos que previenen la proliferación de patógenos en el tracto gastrointestinal, sobre las estructuras superficiales y en el medio

ambiente de cultivo de las especies cultivables, que asegura un óptimo aprovechamiento del alimento por ayudar en su digestión, que mejora la calidad del agua, o que estimula el sistema inmune del hospedero.

En sus inicios las investigaciones sobre la aplicación de probióticos en acuicultura se enfocaron sobre peces jóvenes, pero en la actualidad la mayor atención recae sobre las larvas de peces y crustáceos y sobre el cultivo de organismos para alimento vivo. Las larvas en sus primeros estadios de incubación y los animales recién nacidos, no tienen un sistema intestinal completamente desarrollado y no poseen comunidad microbiana en el tracto gastrointestinal, sobre las branquias o agallas o sobre la piel, por lo que en sus etapas tempranas las larvas dependen de la microbiota adquirida principalmente del agua donde son cultivadas. La intensiva interacción en acuicultura entre el medio ambiente de cultivo y el hospedero, determina que los probióticos utilizados para estos fines ejerzan su efecto beneficioso mediante una estrecha relación del hospedero con su medio acuático circundante.

EXPERENCIAS DEL ICIDCA EN LA PRODUCCIÓN Y USO DE "PROBIÓTICOS"

El ICIDCA ha desarrollado una tecnología para la obtención de un preparado de bacterias lácticas viables denominado PROBICID el cual posee una concentración celular entre 10^{11}- 10^{12} UFC / mL en su forma líquida y de 10^{9}-10^{10} UFC / mL en su forma sólida. La bacteria empleada para la obtención del preparado fue clasificada como *Lactobacillus rhamnosus* por lo que pertenece a la categoría de microorganismo seguro, según Alander y col. (1999), posee alta velocidad de crecimiento y tiempo de duplicación de alrededor de una hora y capacidad de adhesión a las células epiteliales del intestino. Presenta además, buena resistencia a altas concentraciones de bilis y bajos valores de pH, alta producción de ácido láctico y capacidad de producción de bacteriocinas. Manifiesta resistencia frente a las sustancias antimicrobianas mas comúnmente utilizadas en la formulación de piensos y buenas propiedades tecnológicas.

El producto PROBICID mantiene su estabilidad hasta 30 días a temperatura ambiente y por mas de 2 meses a 15ºC.

La aplicación del producto PROBICID en aves y cerdos a nivel experimental y de producción evidenció los siguientes resultados:

- Adelanto de la postura que se traduce en un aumento de la cantidad total de huevos/ave (13 huevos mas por ave)
- Mejora la ganancia en peso, la conversión alimentaria y la viabilidad en pollos de engorde.
- Disminución de la incidencia de diarreas y mortalidad en cerdos recién nacidos. Eliminación de la utilización de antibióticos.
- Aumento de carne por camada en cerdos.

Se evalúa en la actualidad el efecto del PROBICID en el cultivo de especies de peces de agua dulce y en el del camarón.

CONCLUSIONES

El interés y uso de los "probióticos" aumenta cada día más, tanto en la especie humana como en animales de producción, en los que se ha demostrado que aumenta sus índices de producción. Los probióticos han evolucionado mucho en pocos años, con productos pioneros tales como el *Lactobacillus acidophilus* hasta los que se ofertan comercialmente hoy en día en el ámbito internacional con varios tipos de *Lactobacillus, Bifidobacterium bifidum, Streptococcus thermophilus, Enterococcus faecium* e incluso hongos y levaduras como el *Aspergillus oryzae* y la *Candida pentolopepsis*. Interesante resulta también la idea de añadir al probiótico cepas apatógenas de *Escherichia coli* que compiten con su homologo patógeno, que tantos problemas causa. Actualmente, se ofertan comercialmente probióticos en forma premezcla para adicionar a la pasta de cría o alimento y en forma soluble para administrar en el agua de bebida o en los estanques de cría en el caso de la acuicultura.

REFERENCIAS

Adams, M.R. (1999). *J. Biotechnol*. Vol. 68, pp. 171-178.

Alander, M., Satokari, R., Korpela, R., Saxelin, M., Vilpponen-Salmela, T., Mattila-Sandholm, T., von Wright, A. (1999). *Appl. Environ. Microbiol*. Vol. 65, pp. 351-354

Browdy, C. (1998). *Aquaculture* Vol. 164, pp. 3-21

Cahill, M. M. (1990). *Microb. Ecol*. Vol. 19, pp. 21-41.

Donohue, D.C., Salminen, S.J. (1996). Asia Pacific *J. Clin. Nutr*. Vol. 5, pp. 25-28

Fuller, R. (1989). *J. Appl. Bact*. Vol. 66, pp. .365-378

Saarela, M., Mogersen, G., Fonden, R., Mättö, J., Mattila-Sandholm, T. (2000). *J. Biotechnol*. Vol. 84(3), pp. 197-215

Verschuere L., Rombaut G., Sorgeloos P, Verstraet, W.(2000). *Microbiology and Molecular Biology Reviews* vol.64(4) pp. 55-671.

BIOESTIMULANTE DERIVADO DE LA INDUSTRIA AZUCARERA

Montano Martínez,Ramón*
Díaz de Arce Pereira, Calixto*
Zuaznabar Zuaznabar, Rafael**

* Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar. Vía Blanca 804 y Carretera Central. Apartado Postal 4026.Ciudad Habana. Cuba**.**
** Estación Territorial Occidente de Investigaciones de la Caña. Quivicán.
E-mail: montano@icidca.cu

ABSTRACT

The purpose of this work is to decrease the agrochemicals use in sugar cane, *S. officinarum*, crop, mainly minerals fertilizers, in order to diminish as much as possible the negative environmental impact and the costs of the crop. It was researched the influence of the biostimulant Biomas 20 LS on the agricultural yield in semicontrol parcels. This product obtained in ICIDCA, is a byproduct of sugar industry that contain 20% of organic matter, mainly aminoacids. The tests for determining the effects on the agricultural yield carried out in experimental parcels, on shoots of C 323-68 variety, in different doses of comercial fertilizers, with and without the biostimulant. The yields were incremented about 23% when the Biomas is employed in doses about 1-2 l/ha, with the main results when the biostimulant is used with little doses of foliar fertilizers. This treatment economizes 86% in fertilizers costs.

INTRODUCCIÓN

En la última década se ha desarrollado un gran número de productos orgánicos para el tratamiento de los cultivos. Estos productos son activadores de las funciones fisiológicas, su aplicación permite un mejor aprovechamiento de los nutrientes por lo que es de esperar una posible disminución de las dosis de fertilizantes y plaguicidas convencionales. Entre estos productos se encuentran algunos químicamente bien definidos tales como aminoácidos, polisacáridos, péptidos y otros más indefinidos y complejos en cuanto a su composición química como pueden ser los extractos de algas, ácidos húmicos, etc. Al ser aplicados a las plantas normalmente por vía foliar pero también por vía radicular son absorbidos por las mismas y utilizados de manera inmediata. En general se caracterizan por ser, en mayor o en menor medida, directamente asimilables por las plantas, no dependiendo su absorción de la función clorofílica, es decir pasan a través de los estomas y de otras aberturas de la epidermis al torrente circulatorio desde el cual y con un consumo mínimo de energía entran a formar parte de los diversos componentes de la planta. Se recomiendan como vigorizantes y estimuladores de los más diversos cultivos en especial cuando han soportado condiciones adversas como sequías, heladas, transplantes, transportación, plagas,

enfermedades y efectos fitotóxicos como consecuencia de la aplicación indebida de productos fitosanitarios. **(**Liñan, C. 1999)**.**

A tono con esta tendencia, en el Instituto de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA) se ha obtenido un nuevo derivado de la industria azucarera, denominado Biomas 20 LS, producto con un 20 % de materia orgánica. El producto se obtiene por procedimientos exclusivamente biológicos y físicos con una tecnología sencilla y a un costo muy inferior a los precios del mercado internacional. Con el fin de contribuir a la mejora de la situación ambiental (Cuba 1995; Cuba 10998), así como disminuir los costos del cultivo por concepto de fertilización, se estudia el efecto de este producto sobre el rendimiento agrícola de la caña de azúcar en comparación con las técnicas convencionales de fertilización.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se realizó en áreas experimentales de la Estación Provincial de Investigaciones de la Caña de Azúcar de la Habana, (EPICA Habana), en San Nicolás de Bari, sobre suelo Ferralítico rojo típico. El área experimental fue seleccionada en un experimento ya establecido de larga duración en condiciones de secano. En estos ensayos las variantes sin fertilizar se corresponden con parcelas en las que este tratamiento no se ha practicado desde hace 25 años como mínimo.

La caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) fue plantada en parcelas de 72 m^2, en seis surcos de 7.5 cm de largo y con una separación de 1.60 m, se consideró como área de cosecha la correspondiente a los cuatro surcos centrales. Las labores culturales se realizaron según el Manual técnico para el cultivo y cosecha de la caña de azúcar (Cuba, 1990), excepto la aplicación de fertilizantes. Se usaron fertilizantes minerales convencionales para las aplicaciones al suelo según cada tratamiento. Para las aplicaciones al follaje se usó un fertilizante foliar comercial con una composición 20,10,10, respectivamente para NPK. La variedad de caña de azúcar fue C 323-68, ciclo 3er retoño con 2.5 meses de edad. El diseño experimental utilizado fue bloques al azar, con cuatro réplicas y siete tratamientos que aparecen descritos en la tabla 1.

Tabla 1. Nutrientes y dosis aplicadas en cada tratamiento en parcelas

Tratamientos	Dosis de los nutrientes aplicados				
	N, kg/ha	P_2O_5, kg/ha	K_2O, kg/ha	F. Foliar, kg/ha	Biomas. l/ha
Testigo	0	0	0	0	0
N_o	0	50	100	0	0
N_{40}	40	50	100	0	0
N_{100}	100	50	100	0	0
N_{180}	180	50	100	0	0
B_1F_1	0	0	0	1	1
B_2F_2	0	0	0	2	2

Para la aplicación de las disoluciones acuosas correspondientes al fertilizante foliar y al Biomas se utilizó una mochila manual Matabi de 15 litros de capacidad, con boquilla de inundación (flood – jet) Lurmark AN 2.5, con presión de 1.5 a 2.0 bar. La aplicación se hizo sobre el follaje con una solución final de 300l/ha el 11 de junio de 1998.

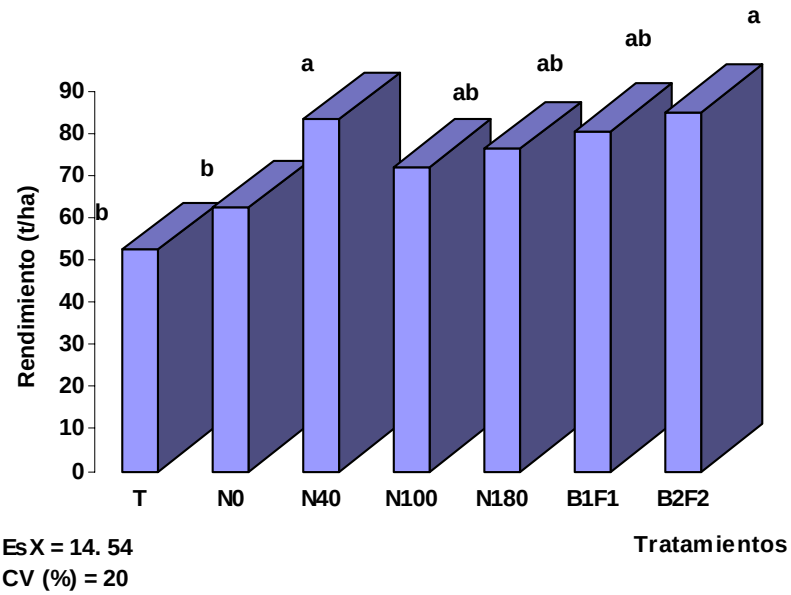
La caña fue quemada previo a la cosecha que se realizó el 4 de abril de 1999. Para estimar el rendimiento se contaron los tallos de los cuatro surcos centrales de cada parcela, se tomó una muestra de 20 tallos y se pesaron estos. Los datos obtenidos se sometieron a un análisis de varianza para bloques al azar y para conocer el orden de significación entre las medias se usó el Test de Rango Múltiple de Duncan al 5 % de probabilidad de error (Duncan 1955).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos muestran que entre los tratamientos que produjeron los rendimientos más altos se encuentran los dos donde se utiliza el Biomas combinado con el fertilizante foliar (fig.1). Los rendimientos obtenidos con estos tratamientos son superiores al testigo e incluso, el B_2F_2(el de mayor rendimiento) difiere significativamente del testigo y de la variante fertilizada solamente con fósforo y potasio, aunque no con respecto al de B_1F_1 ni a los otros en que se aplica nitrógeno.

El tratamiento en el que se usó Biomas a 2 l/ha más 2 kg/ha del fertilizante foliar (B_2F_2) produjo el mayor rendimiento absoluto equivalente a 23% de incremento sobre el testigo, mientras que el incremento del tratamiento (B_1F_1), 1 l/ha más1 kg/ha de fertilizante foliar, fue de un 18.3% Como se puede apreciar la combinación del Biomas con el fertilizante foliar tiene un efecto superior al producido con las dosis más elevadas de fertilizante nitrogenado y el (B_2F_2) supera también la dosis de nitrógeno más eficiente (N_{40}).

Figura 1. Efecto del Biomas sobre el rendimiento de la caña de azúcar



EsX = 14. 54
CV (%) = 20

En estos ensayos los efectos del Biomas y del fertilizante foliar no se pueden separar puesto que no se diseñaron tratamientos que aislaran ambos factores, sin embargo, por experiencias anteriores con los fertilizantes foliares el resultado alcanzado solo es explicable admitiendo una fuerte potenciación entre ambos (Cabrera 1999; Zuaznabar, 1999), comunicación personal). Sin duda esto explica el que exista en el mercado gran cantidad de productos basados en aminoácidos formulados en mezclas con diversas proporciones de NPK y otros nutrientes. Lo anterior orienta hacia la posibilidad de sustitución de la fertilización mineral al suelo por la fertilización foliar unida a la aplicación del bioestimulante, con dosis que pueden estar entre 1 y 2 l/ha. Tal sustitución supondría un ahorro en el 99% de los fertilizantes que se recomiendan en la tecnología tradicional, aún suponiendo que se cumplan las recomendaciones del fabricante del fertilizante foliar el cual plantea que se deben hacer tres aplicaciones como mínimo de este producto, a los 2, 3 y 5 meses. Con el Biomas solo se hace una aplicación la cual introduce en el campo como máximo 0.4 kg. de N, 0.2 kg de P y 0.2 kg de K por hectárea por año. Adicionalmente, dado que estos productos son aplicados sobre el follaje, disminuye prácticamente a cero el impacto ambiental a distancia por lixiviación de los productos nitrogenados y arrastres del P y el K por erosión de los suelos así como los problemas “in situ” como la acidificación de los mismos. Estos ensayos fueron realizados en un experimento de nutrición de larga duración establecido desde hace 25 años por lo que los nutrientes del suelo estaban sometidos a un estricto control lo cual confiere a estos resultados un alto grado de certidumbre.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- El Biomas 20 LS, un nuevo derivado de la caña de azúcar compuesto fundamentalmente por aminoácidos, aplicado conjuntamente con un fertilizante foliar a dosis entre 1 y 2 l/ha y 1 y 2 k/ha respectivamente, puede sustituir totalmente la fertilización convencional en experimentos en parcelas, y producir un incremento de 23% en el rendimiento agrícola.
- Dadas sus características no existe daño posible por arrastre a cultivos colindantes, ni riesgo de intoxicación a los trabajadores ni a las personas en general, así como a los animales domésticos, ni a la entomofauna y mezo fauna beneficiosas, por lo que, a mediano y largo plazo, las ventajas para el ambiente y, especialmente para la salud humana son incalculables.
- Se recomienda continuar los estudios sobre los efectos del Biomas 20 SL sobre la nutrición en la caña de azúcar para precisar el comportamiento con relación a múltiples factores como variedades, suelos, frecuencia, momento óptimo de aplicación y actividad potenciadora con otros nutrientes, especialmente con abonos orgánicos tradicionales como la cachaza y las cenizas de bagazo, así como profundizar acerca de los efectos sobre algunos componentes del rendimiento tales como el número de brotes, el diámetro y longitud de los tallos y el número de entrenudos entre otros.

REFERENCIAS

Cabrera, A. Investigador titular EPICA Habana, 1999; Comunicación personal.

Cuba. (1990). "Manual técnico para el cultivo y cosecha de la caña de azúcar" Ministerio del Azúcar (MINAZ), Ciudad de La Habana.

Cuba. (1995). Situación Ambiental Cubana. Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA), Ciudad de La Habana.

Cuba. (1998). Situación Ambiental Cubana. Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA), Ciudad de La Habana: 30 p.

Duncan, D. R. 1955. A multiple range F-Test Biometric.

Febles, J. M.; M. Riverol; Eolia Treto. (1995). Manejo agroecológico de la fertilidad de los suelos en el trópico. En: II *Encuentro Nacional de Agricultura Orgánica*. Conferencias y Mesas Redondas, San José, La Habana.

Liñan, C. (1999). Vademécum de productos fitosanitarios y nutricionales. 15ª Edición, Madrid, España. E-mail: agrotécnicas@agrotécnica.com.

Montano, R. 2000. Efecto del Biomas 20 LS sobre l rendimiento y la maduración de la caña de azúcar, Tesis de Maestría en Agro ecología. Universidad agraria de la Hbana "Fructuoso Rodríguez. La Habana 2000.

Zuaznabar, R. 1999. Investigador Auxiliar, EPICA Habana. Comunicación personal.

BIOPOLÍMEROS MICROBIALES: ALTERNATIVA DE DIVERSIFICACIÓN PARA LA INDUSTRIA AZUCARERA

Aguilar , Laura
Bueno, Glora
Díaz , Dionisio

Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar.
Vía Blanca 804, P.O Box 2034, CP 11000.
E-mail: laura@icidca.edu.cu

ABSTRACT

The biotechnological processes and Molecular Biology techniques offer advantages for controlled synthesis of microbial metabolites like biopolymers. If you take into account the *suigeneris* properties of these compounds, the nature of principal row materials used for their production by fermentative methods and the wide spectrum of their applications, you could understand why the obtention of these metabolites is still being an attractive alternative for the development of important industries, particularly for the Sugar Industry diversification. The objective of the present work is to attract the attention about the possibilities to develop new or existed yet technologies for production of microbial biopolymers, specifically *enzymes*, *exopolysaccharides* and *biodegradable plastics***,** from sugar industry derivatives. To get this, the principal results obtained by cuban researchers in this field, during the last twenty years, were analyzed and the fundamentals of the state of this art were reviewed.

INTRODUCCIÓN

Numerosas evidencias demuestran que la Industria Azucarera continúa siendo una de las principales proveedoras de fuentes de carbohidratos, de cuyo uso eficiente depende en gran medida el rendimiento de los procesos de fermentación. A su vez la fermentación, se mantiene como una tecnología importante para el desarrollo de la Industria Azucarera internacional, pues puede garantizar su diversificación, a través de la obtención de productos de diferentes generaciones, con un alto valor agregado (Marz, 2000; Gálvez, 2000).Considerando el espectro de aplicaciones de los biopolímeros microbianos (Galindo, 1990; BioTimes, 2000; Díaz, 2001) y las posibilidades actuales, que brindan los procesos biotecnológicos para su obtención, el presente trabajo pretende demostrar como la producción de *enzimas*, *exopolisacáridos* (EPS) y otros polímeros microbianos, considerados *plásticos biodegradables*, continúa siendo una alternativa interesante para el desarrollo de la Industria Azucarera.

DISCUSIÓN

Enzimas: En los últimos treinta años un gran interés se ha dedicado a la obtención y aplicaciones de las enzimas, motivado no sólo por la introducción de las técnicas de Ingeniería Genética e Ingeniería de proteínas, que han permitido ampliar su perfil a partir de diferentes microorganismos; sino también por el impacto medioambiental que caracteriza a este tipo de tecnología considerada como limpia. El empleo de enzimas, como catalizadores específicos a temperaturas moderadas, además de favorecer al ahorro de energía, evita la formación de efectos y subproductos secundarios; el uso de condiciones y compuestos químicos agresivos, agentes causantes de la contaminación (Bueno,1999).

Entre los mayores productores se incluyen Holanda, Reino Unido, Italia, Alemania, destacándose Dinamarca que cubre el 50 % del mercado mundial, a través de la Novo Nordisk, la cual con el uso de técnicas avanzadas de investigación; de microbiología clásica, biología molecular, fermentación, recuperación y formulación a gran escala, ha logrado ocupar una posición líder en los tres segmentos principales del mercado de enzimas industriales: 50 % de biopreparados de uso técnico, 30 % para alimentos y 35 % para piensos. En este sentido las aplicaciones se orientan fundamentalmente a satisfacer la demanda de productos farmacéuticos y otras industrias (Bueno, 1999; BioTimes, 2000.).

A escala internacional la producción de enzimas ha implicado el uso de subproductos de la Industria Azucarera, tales como sacarosa, mieles finales, vinazas de destilería y residuos sólidos. En este sentido, en Cuba se han realizado estudios y establecido tecnologías para la obtención de varias enzimas, a partir tanto de bacterias, hongos y levaduras, tales como: amilasas (Bueno, 1999); dextransucrasa (Bell y Santiesteban, 2000), celulasas (Brizuela y otros, 2000), xilanasas (Brizuela y otros, 2000[a]), invertasa (Díaz de Villegas y otros, 2000), dextranasa (Rodríguez y López, 2000), etc. Por lo general estos han sido preparados crudos, con posibilidades de empleo en la propia Industria Azucarera (Bueno, 1999; Bueno y otros, 2000, Díaz de Villegas, 2000) y otros renglones industriales. La optimización de procesos de separación podría asegurar la ampliación del espectro de las aplicaciones de estos productos.

En la última década recobra gran interés el uso de las enzimas para alimentación animal, por facilitar la remoción de factores antinutricionales, y mejorar en general el valor nutricional de las dietas. Con estos fines, en el país se realizan estudios sobre producción de fitasas, celulasas, xilanasas y pectinasas, por fermentación en estado sólido con ***A. niger***, a partir de diferentes sustratos (Bueno y otros, 2000).

Exopolisacáridos: Junto a las proteínas, entre el 50-80% del mercado mundial de hidrocoloides lo constituyen los polímeros de carbohidratos, destacándose entre estos los exopolisacáridos microbianos (EPS)**.** Por su capacidad de alterar el comportamiento reológico de las soluciones acuosas, a través de sus características de flujo o por la formación de geles, se han convertido en una especie de reactivos atractivos, contando con un amplio espectro de aplicaciones en calidad de agentes espesantes, gelificantes, emulsionantes, de suspensión, etc., en diversas industrias como la de alimentos, fármacos, cosméticos, agroquímicos, y del petróleo, entre otras (Galindo,1990).

En general las vías de obtener mayores niveles y calidad de estos biopolímeros se relacionan con el mejoramiento del microorganismo productor; optimización de las condiciones de fermentación y modificación de los polisacáridos con el empleo de enzimas (Yalpani y Sandford, 1987).

En cuanto al control genético y mejoramiento de cepas, en la última década se ha avanzado en el clonaje de genes para la biosíntesis de EPS, tales como xantano, glucanos, alginato, succinoglicano, sphinganos, etc., los que se organizan formando "clusters", en largos operones (Yalpani y Sandford, 1987). Se ha profundizado en el conocimiento sobre los mecanismos de control genético de la biosíntesis para la obtención de hiperproductores de EPS con propiedades deseadas. Entre las estrategias empleadas se incluye la clonación de genes como el lac y el de la α-amilasa, que permiten utilizar fuentes de energía más baratas como suero de leche y almidón (Rodríguez y García, 1993).

El establecimiento de las condiciones de fermentación para la producción industrial de EPS, en última instancia depende del uso final del producto. Se reporta así, además de glucosa y sacarosa, el uso de otras fuentes de sacáridos, como las mieles finales (Molina y otros, 1993). Con vistas a incrementar rendimientos y calidad, numerosas variantes tecnológicas han sido propuestas. En base a las diferencias observadas entre las etapas de crecimiento y formación de los EPS en muchos microorganismos, en cuanto a consumo de nutrientes, relación de C/N, temperatura y pH, condiciones de aireación y agitación, etc, se han ensayado procesos en dos etapas (Shu y Yang, 1990). A nivel industrial, los sistemas más empleados son los de tanque agitado. Sin embargo en los últimos años se han demostrado las ventajas de fermentadores *de columna de burbujeo* ("airlift"), *de chorro* ("plunging jet"), bioreactores *de cama porosa* o *de centrífuga de cama porosa***,** en cuanto a transferencia de masa**,**

eficiencia energética y/o recuperación de los EPS (García-Ochoa y otros, 2000). Recientemente se informó el uso de la fermentación en estado sólido para la producción de xantano (Stredansky y Conti, 1999), como una alternativa, que evita los efectos de la viscosidad durante el proceso y permite el uso de fuentes baratas.

Entre los EPS más estudiados y de mayor mercado se han destacado las dextranas y el xantano. En cuanto a la dextrana, a nivel internacional, se muestra interés por desarrollar derivados con aplicaciones médicas, como extensores del fluido sanguíneo; estimuladores del crecimiento de tejidos y del sistema inmunológico. En el país (ICIDCA) se cuenta con una basta experiencia en la producción de dextrana y ferridextrana, empleada como antianémico en animales (Bell y Santiesteban, 2000).

Aunque han sido introducidos nuevos EPS (sphinganos) en la industria, por los niveles de capacidad mundial instalada (30 000 t/año) (Mirasol, 1998), continúa siendo el xantano, el de mayor valor comercial. A los pincipales productores E.U, Francia, Inglaterra y Austria, se han unido algunos países asiáticos (China, Corea, etc). El consumo mundial, es alrededor de 20 000 t/año, con mayor incidencia en el sector alimentario (60%), mientras que los precios (9-11 y 9.9-12.1 $/kg), para grado técnico y alimento, respectivamente varían con respecto al proveedor, la presentación, la calidad y los volúmenes de compra, y pueden aumentar hasta 80 % y más, por la acción de intermediarios. En Cuba hasta los 90` no existía tradición de uso industrial de la goma (Palacios y otros,1991), lo que motivó el desarrollo de estudios de producción y aplicación del biopolímero obtenido a partir de diferentes cepas *X. campestris.* Muestras del caldo final (40 $g.L^{-1}$) y del polisacárido 11S-1, producido en medio con azúcar refino y extracto de levadura, y recuperado a escala de banco, fueron ensayadas satisfactoriamente en diferentes formulaciones (Tabla 1), lo que demostró el uso potencial de esta goma en diferentes renglones industriales. La mayor aplicación industrial se ha registrado desde 1998 en la Industria Alimenticia, en la producción de mayonesa, renglón de mayor demanda en el mercado nacional en divisas., donde se prevé la introducción en otras

Tabla 1. Aplicaciones potenciales del polisacárido S11-1

Aplicaciones	**Producto evaluado**
<u>Calidad grado alimento</u>	
Mayonesa	polisacárido 11S-1
Pasta dental	polisacárido 11S-1
Vacunas de uso animal	polisacárido 11S-1
<u>Calidad grado técnico</u>	
Lodos de Perforación	Caldo de fermentación
Recuperación asistida	Caldo de fermentación
Herbicida zimacina	Caldo de fermentación
Agentes nematicidas	polisacárido 11S-1
(Nemacib)	polisacárido 11S-1 y caldo de
Baños de recubrimiento	fermentación
metálico	polisacárido 11S-1 y caldo de
Resinas de recubrimiento	fermentación
metálico	

Plásticos biodegradables: Los Polihidroxialcanoatos son una familia de poliésteres, de los cuales el Polhidroxibutirato (PHB) es el más producido y comercializado. Su obtención por vía fermentativa a partir de sustratos azucarados, se encarece debido al gasto de solventes para extraer el polímero intracelular. Sus propiedades más importantes son termoresistencia (120 ºC), piezoeléctricidad, actividad óptica no lineal, biocompatibilidad y biodegradabilidad. Se aplica en áreas de producción de envases, ingeniería de tejidos biológicos y liberación controlada de medicamentos. La copolimerización con el Hidróxivaleriato. (PHB-HV), de similar vía de obtención, brinda un producto con mejores propiedades y manipulación tecnológica (Díaz, 2001). Recientemente, investigadores de la UH (Facultades de Biología y Química) reportaron resultados relevantes en la obtención de PHB, a través de la selección de cepas productoras y el empleo de subproductos azucareros, en calidad de sustratos (Martínez y otros, 2001). Otros compuestos que deben ser evaluados, según su desarrollo son el ácido poliláctico (PLA) y su copolímero (mezcla glicólico-láctico (85:15)), los que se emplean en la fabricación de envases para bebidas ligeras y agua mineral, material de osteosíntesis en la cirugía ortopédica, etc. En el 2000 el PLA se comercializó entre 2.7 -y 3.6 euros/kg. Por otra parte los polihidroxi-ácidos-grasos, como un grupo nuevo, se incluyen en nuevos programas de investigación comunitarios de la U.E (Díaz, 2001).

CONCLUSIONES

La producción de *enzimas, EPS* y *plásticos biodegradables* por fermentación, a partir de subproductos azucareros ha sido y continúa siendo objeto de estudio de investigadores cubanos. La Diversificación de la Industria Azucarera, a través d el desarrollo de las tecnologías existentes y/o la implementación de nuevas tecnologías de este tipo, dependerá del alcance de los estudios de evaluación económica y mercado en las actuales condiciones de competencia.

REFERENCIAS

Bell, G.A. , Santiesteban, G. C.(2000), En: Manual de los Derivados de la Caña de Azúcar pp.343-348

Brizuela, H.M. y otros (2000), En: Manual de los Derivados de la Caña de Azúcar, pp. 231-234.

Brizuela, H.M. y otros (2000ª), En: Manual de los Derivados de la Caña de Azúcar, pp. 235-237.

BioTmes (2000), Dic 4, 3.

Bueno, G.G. (1999), "Obtención y caracterización de α-amilasa por *Bacillus sp*." Tesis para optar por el grado de Master en Ciencias Biológicas, C. Habana.

Díaz, D. (2001), Biopolimeros. Informe Interno Dpto. Investigaciones Bibliográficas ICIDCA.

Díaz de Villegas, M.E., Altuna, B., Delgado, N.I. (2000), En: Manual de los Derivados de la Caña de Azúcar, pp .221-225.

Galindo, E. (1990), Informe de CIIGB, UNAM, México, 25-30.

Gálvez, L. (2000), En: Manual de los Derivados de la Caña de Azúcar, pp. 3-13.

García-Ochoa ,F., Castro,G.C., Santos, V.E. (2000), *Enz. Microbiol. Technol*., Vol.27, pp 680-690

Martínez, J. y otros (2001), *Revista Cubana de Química*, Vol.XIII, pp. 110-111.

Marz, U. (2000), Business Communications Company, Inc. Reporter Feb.2000.

Mirasol, F. (1998), *Chemical Market Reporter*, Oct 5. Vol. 15, pp. 495-498.

Palacios y otros (1991), *Informe Interno* Dpto. Evaluación Económica ICIDCA.

Rodríguez, H., García, B. (1993), Libro de Resúmenes Cortos de "*Diversificación´93*", 417.

Bueno, G.G., Delgado, G., Rodríguez-León, J., Aguilar, L. (2001), *BIOPROD 2001*.

Rodríguez, J. E., López, M. P. (2000,) En: Manual de los Derivados de la Caña de Azúcar, 227-229.

Shu, C.H., Yang, S.T. (1990), *Biochem. Bioeng*., Vol. 37, pp.567-574

Stredansky, M., Conti, E. (1999), *Process Biochemistry*. Vol.34, pp. 581-587

Yalpani , M., Sandford, P.A.(1987), In: *Industrial polysaccharides*: Genetic Engineering, Structure, Propertiy, Relations and Applications, Yalpani, M. (eds) Amsterdam, Elsevier, pp. 311-335

BIORREACTOR DE DEXTRANSUCRASA INMOVILIZADA PARA LA OBTENCIÓN DE DEXTRANA DE BAJO PESO MOLECULAR

Domínguez Chabaliná, Liuba*
Michelena Álvarez, Georgina**
Carrera, Emilia**

* Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría, CUJAE. Calle 127 s/n. Marianao. Ciudad de la Habana, Cuba. Tel: 260-7750 Fax: 267-29-64
E-mail: liuba@tesla.ispjae.edu.cu
** Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA). Vía Blanca 804 y Carretera Central, P.O. Box 4026, C. Hab. Cuba. Tel:557015
E-mail: miche@icidca.edu.cu

ABSTRACT

Traditionaly, dextran obtainment is carried out by a lot fermentation, but the new techniques of immobilization have been demonstrated some advantages for theses purposes. This product has a big importance in pharmaceutical-chemical branch, developing for example iron-dextran.

In this paper Dextransucrase enzyme was immobilized in Sepharosa by multipuntual covalent bound to obtain dextrans of low molecular weight. A continuous bioreactor was used and the influence of a dilution rate on the product formation and the enzymatic derivate stability were determined. The constant of operational inactivation rate was $7{,}77.10^{-5}$ minutes, indicating a big stability in the system. For 0,033 h^{-1} of dilution yields near to 100 % were obtained and the existence of dextran was corroborated by gel permeation, that shows a product distribution of 30 % in a clinic range and 18,5 % in oligosacharides range.

INTRODUCCIÓN

Las dextranas son glucooligosacáridos que pueden ser sintetizados a través de cierto tipo de glucosiltransferasas como son las dextransucrasas. En ausencia de aceptores el principal producto de la reacción es la dextrana, un polímero compuesto por enlaces α (1-6) en la cadena principal y con ramificaciones en α(1-2), α(1-3) y α(1-4). La dextrana presenta muchas ventajas, fundamentalmente para su uso médico: alta estabilidad frente a la esterilización del calor, es independiente del tipo de sangre del individuo al que se le administre, no es portador de enfermedades, no presenta reacciones adversas. Por ejemplo, el sulfato de dextrana es hoy en día, el derivado de mayor interés médico por su posible función como inhibidor del HIV-1 y sus propiedades anticoagulantes (Lorentsen y otros, 1989; Neville y otros, 1992). La dextrana se utiliza además, para la producción de la hierro-dextrana, complejo inyectable que se suministra a los mamíferos, principalmente a los cerdos por carencia de iones Fe^{3+} en la sangre, al nacer. Por otra parte, a partir de la

dextrana, la producción de hierro dextrana genera efluentes de baja carga orgánica, según estudio realizado en el propio ICIDCA (Dextranas, 1998) y determinadas sus características, que pueden ser vertidos en zanja sin afectaciones al medio ambiente. Es de considerar que los procesos que son reconocidos como procesos compatibles con el medio no utilizan agentes agresivos ni patógenos con la salud vegetal, animal y humana donde se produce y se vierten sus residuos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Obtención de la dextrana de bajo peso molecular. **Influencia de la velocidad de dilución***:* Se montó una columna de vidrio enchaquetada la cual se llenó del gel mas la enzima inmovilizada, y se fue pasando solución de buffer de acetato de sodio 0,05M, pH 5,4 para su total asentamiento y buena distribución dentro de la columna. Esta operación se realizó con una bomba de microflujo (Pharmacia). Posteriormente se hizo pasar una solución de sacarosa al 15 % y maltosa al 5 %. Se varió el régimen de dilución (0.033; 0.1; 0.2) y a las muestras colectadas se le realizaron los análisis de concentración de azúcares reductores totales, concentración de carbohidratos, % de sólidos y viscosidad relativa.

Determinación del peso molecular del producto*:* La distribución de peso molecular de las dextranas fue obtenido por cromatografía en Sephadex G-150 en una columna K26/100 a temperatura de 25 ^{o}C y flujo de 13 ml/h. La columna fue calibrada con patrones de peso molecular conocido Dextran T10, T40 y T70 (Pharmacia LKB Biotechnology, Upsala, Suecia). Al colectar la muestra de dextrana se le determinó la concentración de carbohidratos totales.

Técnicas Analíticas*:* Determinación de la actividad enzimática (Summer y Somers, 1953). Determinación de carbohidratos (método antrona-ácido sulfúrico). Determinación del % de sólidos (refractometría). Determinación de la viscosidad intrínseca (viscosímetro Ubbelholde), por el método capilar y su valor se obtuvo por la siguiente ecuación:

$$\eta = \frac{2{,}303 \cdot \log \eta_r}{c}$$

donde: ηr- viscosidad relativa c- % de sólidos

La viscosidad relativa se calculó a partir de: $\eta r = \frac{t_{muestra}}{t_{agua}}$

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis de la influencia de la velocidad de dilución en el rendimiento de la reacción de síntesis de dextrana de bajo peso molecular.

Con el derivado enzimático Dextransucrasa-Sepharosa se procedió a preparar el bioreactor empacado donde se desarrollaría la reacción de síntesis de oligosacáridos de glucosa y dextranas de bajos pesos moleculares.

La disminución de la velocidad de dilución favoreció el aumento de la concentración de azúcares reductores libres, expresado en este sistema como fructosa que es proporcional al

contenido de dextrana, obteniéndose un mol de dextrana por mol de fructosa liberado. Esto se corresponde igualmente con el aumento del contenido de carbohidrato, del % de sólidos y de los valores de la viscosidad intrínseca que corresponde con un determinado peso molecular (Mw) expresado por la relación:

$$\log \cdot Mw = \frac{\log \cdot \eta - \log \cdot 2{,}303 \cdot 10^{-3}}{0{,}431}$$

El aumento de la viscosidad indica la formación de dextranas de mayor peso molecular, como una consecuencia de la adición de unidades de glucosa a la cadena del polímero y a la iniciación de nuevas cadenas propiciado por un mayor tiempo de contacto. Sin embargo, el peso molecular promedio numérico que se expresa por los valores de viscosidad intrínseca da idea del promedio molecular de todos los productos formados en la mezcla, pero no indica el rendimiento ni la distribución molecular de los productos formados.

La figura. 1 indica las curvas de rendimiento (calculado por la determinación de la concentración de azúcares reductores libres -fructosa- por el método del DNS) de la reacción de síntesis de dextrana en función de la velocidad de dilución, es decir, cuando varía la velocidad de flujo de alimentación del sustrato a la columna inmovilizada.

La reacción ocurrió a valores muy cercanos al 100 % de conversión cuando se trabajó a D = 0,033 h^{-1}, a las concentraciones de sustrato descritas. Con D mayores se observó una disminución marcada en el rendimiento, debida a un insuficiente tiempo de contacto entre el sustrato y el derivado enzimático.

No es conveniente operar el bioreactor a tiempos de contacto superiores a 30 horas (D= 0,033 h^{-1}), porque debe esperarse comportamiento de plato a esta misma concentración de sustrato, por no ser posible aumentar la conversión de la reacción e influir negativamente sobre la productividad del sistema.

Según el valor obtenido de la viscosidad intrínseca para D= 0,033 h^{-1}, producto resultante tiene un valor promedio de peso molecular en 3038 Da. Sin embargo, para conocer la distribución de los pesos moleculares existentes en la mezcla producto, se inyectó una muestra de ésta en una columna de permeación por gel, trabajando con una matriz de Sephadex G-150, calibrada con patrones de dextranas.

Figura. 1. Rendimiento de la reacción de síntesis en función de la velocidad de dilución.

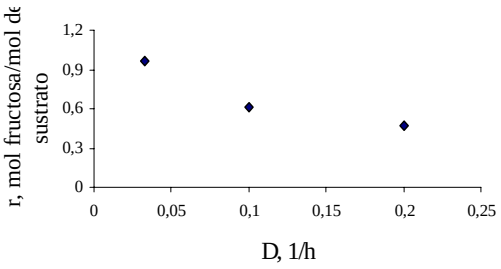
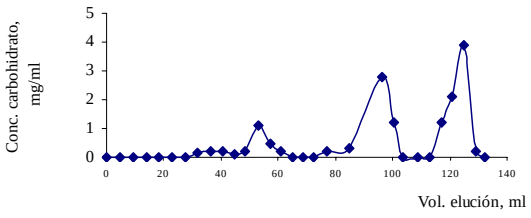


Figura. 2. Cromatograma de permeación por gel de la mezcla producto a D=0,033 en el bioreactor enzimático.



El cromatograma de la mezcla producto sintetizado en el bioreactor con el derivado enzimático se muestra en la figura. 2.

La tabla 1 muestra las características de los productos obtenidos para las diferentes velocidades de dilución en el bioreactor empacado con el derivado enzimático.

La distribución de pesos moleculares de la dextrana obtenida muestra una distribución trimodal donde el 18,5 % corresponde a un pico de dextrana de peso molecular promedio próximo al rango clínico (Ve = 52.9 ml, Mw = 34 398), un 31 % del carbohidrato total presenta un peso molecular de 3505 como promedio (dextranas de bajo peso molecular con un grado de polimerización de 3505/162 = 22 unidades de glucosa) y un tercer pico (50,7 % del carbohidrato total) en el volumen de lavado de la columna y fuera del rango de calibración que corresponde a la sacarosa no convertida, oligosacáridos formados y fructosa liberada en la reacción. No se encontró formación de dextranas de alto peso molecular que eluyeran en el volumen muerto de la columna (15 ml).

Tabla 1. Características de los productos de la biosíntesis en el bioreactor enzimático. (Concentración de sustrato: 150 g/L sacarosa: 50 g/L maltosa, pH 5,2, temperatura 30 ^{o}C).

	D, h^{-1}	**% sólidos**	**Viscosidad intrínseca**	**Peso molecular (Da)**
0,033	100,8	18,5	0,073	3038
0,1	63,57	15,5	0,049	945
0,2	49,13	10	0,041	810

El sistema inmovilizado por enlace multipuntual en sepharosa, no pudo operar trabajando solamente con sacarosa. Sin embargo, usando maltosa como aceptor, señala resultados alentadores en cuanto a la síntesis de dextranas en el rango clínico y a dextranas de menor peso apropiadas para la síntesis de otros derivados, como pudiera ser la hierro-dextrana inyectable.

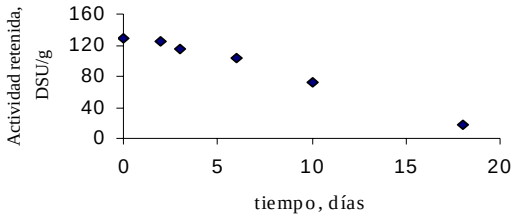
De esta reacción biosintética puede ser obtenida con elevados rendimientos y simultáneamente al proceso de síntesis de dextranas de bajos pesos moleculares, fructosa que constituye un azúcar de más elevado poder edulcorante y con mayor valor agregado que la sacarosa, además de otros oligosacáridos de interés para la industria médico – farmacéutica.

Estabilidad operacional del bioreactor empacado con derivado de Dextransucrasa – Sepharosa.

Las características estructurales de una enzima son responsables en gran medida de su nivel de estabilidad bioquímica. La estabilidad operacional del derivado de dextransucrasa fue estudiada en el bioreactor durante 20 días. La figura. 3 muestra el comportamiento de la actividad enzimática mantenida por el derivado de dextransucrasa sobre sepharosa durante los días de ensayo y operación.

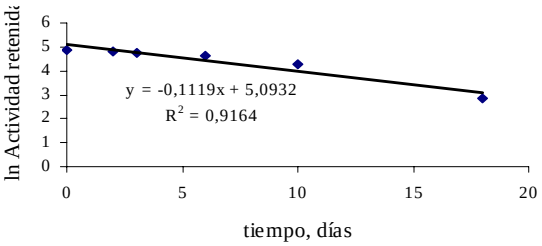
Se observó que la dextransucrasa inmovilizada perdió solamente el 30 % de su actividad después de 10 días de operación continua. Al final de la experiencia después de 17 días retenía el 13,2 % de la actividad inicial.

Figura 3. Estabilidad operacional del bioreactor del derivado sepharosa-dextransucrasa.



La constante de velocidad de inactivación operacional (Kiop) de la dextransucrasa inmovilizada sobre sepharosa a 25 ^{o}C con sustrato sacarosa – maltosa (15–5 %) en buffer de acetato de sodio, pH 5.4, fue calculada en 0,1119 días^{-1} (7,77.10 $^{-5}$ min^{-1}) como muestra la figura 4, lo que es un valor favorablemente pequeño que indica una alta estabilidad operacional del bioreactor. El cálculo se realizó para una ecuación de primer orden.

Figura 4. Ajuste de la ecuación de primer orden a la inactivación operacional del bioreactor.



Otros autores han encontrado inactivaciones de sus sistemas inmovilizados trabajando con acilasa a las 48 horas (Hernández, 1996). Por otra parte, Arica (1999) mostró un sistema altamente exitoso de glucoamilasa entrampada en esferas de pHEMA cuando el Kiop obtenido fue de 2,78.10^{-10} min^{-1}, valor más favorable que el obtenido en este trabajo pero determinado sobre la base de los resultados de 5 días de operación.

Por consecuencia de este estudio y considerando específicamente la estabilidad operacional del bioreactor, se puede plantear que el derivado dextransucrasa – sepharosa por enlace covalente multipuntual puede ser exitosamente utilizado para la producción continua de dextranas de bajos pesos moleculares y otros oligosacáridos.

CONCLUSIONES

- En la biosíntesis de la dextrana, se observó que a medida que se disminuyó la velocidad de dilución, aumentó la concentración de azúcares reductores, y consecuentemente, aumenta el peso molecular de la dextrana obtenida.
- La cromatografía de permeación por gel mostró la formación de dos grupos de dextrana: una en el rango clínico (18,5 %) y otra con un 30 % de rendimiento a los 3500 Da aproximadamente.

- Se logró una estabilidad operacional del reactor de 17 días, para una constante de velocidad de inactivación de $7{,}77.10^{-5}$ minutos.

REFERENCIAS

Lorentsen, K.J., Hendrix, C.W., Collins, J.M., (1989), Dextran sulfate is poorly adsorbed after oral administration, *Ann. Of Intern. Medicine* 111, Vol 7, PP. 561-566

Neville, G.A., Gallicano, K.D., Beckstead, H.D., Mc Gilvegy, I.J., (1992), Desintegration of dextran sulfate tablet product: effect of physic- chemical properties, Drug Development and Industrial Pharmacy, 18, Vol 19, PP. 2067-2079.

Dextranas, ICIDCA, Div. De Biotecnología, Paquete tecnológico, (1998).

Summer, J .B., Somers, G. F., (1953), Chemistry and methods of enzymes.

Hernández, O., (1996). Ingeniería y diseño de biocatalizadores y bioprocesos de síntesis enzimática de antibióticos β- lactámicos (disertación), ISPJAE.

Arica, J., (1999). Immobilization of glucoamylasa in phema, *Enzyme Microbiol. Technol*.

CÁLCULO DE LA DEPRECIACIÓN DE EQUIPOS DE UNA DESTILERÍA DE ALCOHOL ETÍLICO

Soria, Segundo J.[(1)]
Genta, María L.[(2)]
Alvarez, Nilda del V.[(2)]

(1) Profesor Escuela de Agricultura y Sacarotecnia – Universidad Nacional de Tucumán - Argentina
(2) Profesoras del Departamento de Química – Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología – Universidad Nacional de Tucumán – Argentina –

E-mail: mgenta@herrera.unt.edu.ar

E-mail: nalvarez@herrera.unt.edu.ar

ABSTRACT

In this work the depreciation of the equipment from a distillery (without including equipment of fermentation processes) was calculated by three methods: a) the sum of the digits of the year, b) the proportional depreciation or direct line and c) double declination of balance.

First, it was calculated the basic cost of the rectifying column and the condensers, whereas the materials quality, their price and the weight in order to built and assemble the equipment , taking for the labor force the prices of the local market.

The method of direct line loads the depreciation expense equally to every year of useful life of the asset. The other two methods, denominated "quick depreciation", allow a quicker cancellation in the life of the asset. The accountant consider that the book`s values of the equipment are lower with the quick depreciation. The selection of one or another method will be in charge of each company.

INTRODUCCIÓN

En la fabricación de alcoholes en la industria azucarera, se parte comúnmente de la melaza (residuo de la producción de azúcares en un sistema de cristalización en tres etapas) como materia prima. En algunos casos la planta puede procesar además de melaza, mielazas, (mieles de un segundo proceso de cristalización de azúcar, más la melaza) y una cierta y determinada cantidad de jugo clarificado que se obtiene en la operación unitaria de decantación. A veces, también se hace alcohol a partir de melado (es decir a partir de un producto en curso de fabricación de azúcar que se obtiene a la salida del último cuerpo o caja de evaporación de un múltiple efecto).

En este trabajo se calculó la depreciación que sufren los equipos de la planta destiladora por tres métodos: el de la suma de los dígitos del año, el de depreciación proporcional o de línea recta y el de doble declinación de balance.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se procedió a la determinación de la base de cálculo de equipos de destilación-rectificación- depuración en el momento de montaje de una planta industrial de destilación para obtener alcohol etílico de buen y mal gusto de 60.000 litros /día de capacidad de producción. En función de la calidad de los materiales, su precio y el peso en kilos construidos y montados, se calculó primero el costo base de la columna rectificadora y sus condensadores, tomando para la mano de obra precios del mercado local. El peso de esta columna y sus accesorios incluidos dio un valor de 12.000 Kg. y una relación de U$S / Kg. de 6,823.

Este valor de U$S /Kg. incluye: a) costo de estudio de proyecto; b) costo de estudio de ingeniería de diseño en función de calidad de alcohol a obtener y de la materia prima a procesar; c) costo de transporte de materiales; d) costo de materiales: chapa de acero inoxidable de 5 mm y 3 mm de espesor especialmente y otros varios como perfilería; f) costo de mano de obra: trazado, corte, soldado y ensamblado de chapas y piezas, construcción de circuitos de flujo de productos (platos, calotas y otros accesorios menores incluyendo cañerías de acero inoxidable, bridas, tubuluras, etc.); g) costo de mecanizado de piezas y cilindrado de chapas de acero (bridas de distintos diámetros especialmente, tanto en columnas como en la construcción de circuitos de vapor, flegmas, alcoholes, vinazas, etc.). En función del peso se tiene

:

Equipo	Peso (Kg.)	Costo U$S
Columna Depuradora de vino Destiladora	11.000	75.053
Colmna concentradora de cabeza Depuradora	3.500	23.880
Condensador	1.000	6.823
Refrigerante	600	4.094
Columna rectificadora; condensador calienta vinos y condensador	12.000	81.876
Refrigerante	1.900	12.964
Columna concentradora de Mal Gusto	3.000	20.469
Condensador	700	4.776
Refrigerante	600	4.094
Refrigerante de alcohol Buen Gusto	1.100	7.505
Separador de aceite fusel	900	6.140
Refrigerador	1.500	10.234
Circuitos y accesorios varios	-	26.500
TOTAL		284.408

El precio calculado no incluye lo referido a instalaciones de servicios, como los motores de accionamiento de bombas de impulsión de productos en curso de fabricación y tampoco se incluye en el cálculo los instrumentos de medición, control y registro.

Cálculo de depreciación de equipos

a) a) Método de la suma de los dígitos del año

Este método permite cancelar la depreciación por cantidades reducidas. La cantidad cancelada cada año se obtiene multiplicando la depreciación total por una fracción cuyo numerador es el dígito de los que representa la vida del activo tomado en orden inverso, y cuyo denominador es la suma de los dígitos que representan los años de vida del activo.

Valor inicial : U$S 284.408.-. Valor de chatarra o valor residual (se adopta un 10%): U$S 28.441.-

Vida útil : 35 años (equipo construido en acero inoxidable AISI 316)

La depreciación total resulta ser :284.408 - 28.441 = U$S 255.967.- La sumatoria de los dígitos de los años es 630 (desde el año 1 al 35). El primer valor se obtiene de la siguiente manera:

$\frac{35}{630} \cdot 255.967 = 14.220.-$ que resulta ser la depreciación anual en U$S

El bien queda, luego del primer año, con un valor de 284.408 - 14.220 = U$S 270.188.-. En los años sucesivos se calcula la depreciación multiplicando la depreciación total (255.967) por 34/630, 33/630 y así sucesivamente.

b) b) Método de depreciación proporcional o de línea recta

Este método divide el valor neto depreciable en minuendos iguales para cada año o ejercicio de vida probable.

Valor inicial: U$S 284.408.- Vida útil : 35 años. Valor de desecho (un 10% del valor inicial): U$S 28.441. La depreciación anual será entonces: (Valor inicial - valor de desecho) / Vida útil = U$S 7.313.-

El valor del bien al cabo de un año será: 284.408 - 7.313 = U$S 277.095.- La depreciación anual es constante y cada año se resta la misma suma para encontrar el valor del bien.

Gráfico 1.- Método de la suma de los dígitos del año

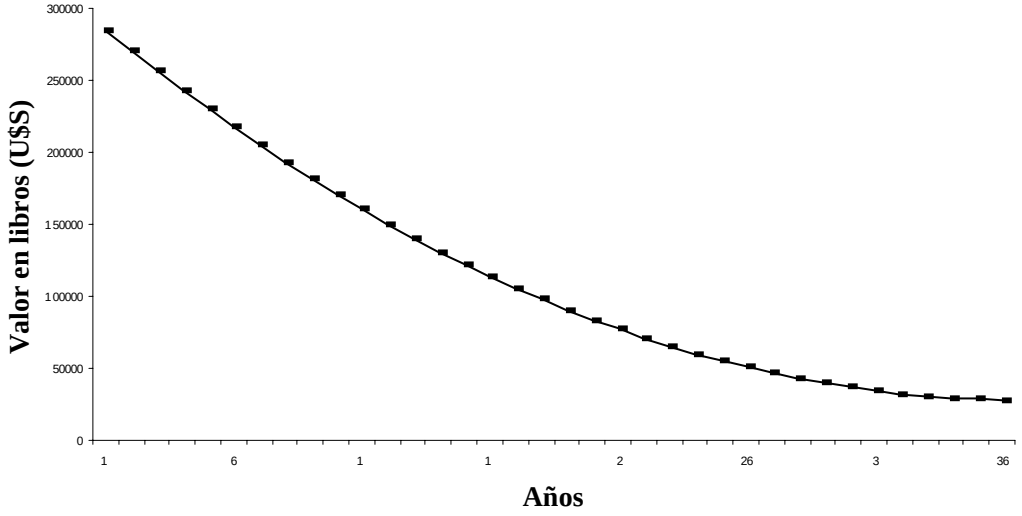
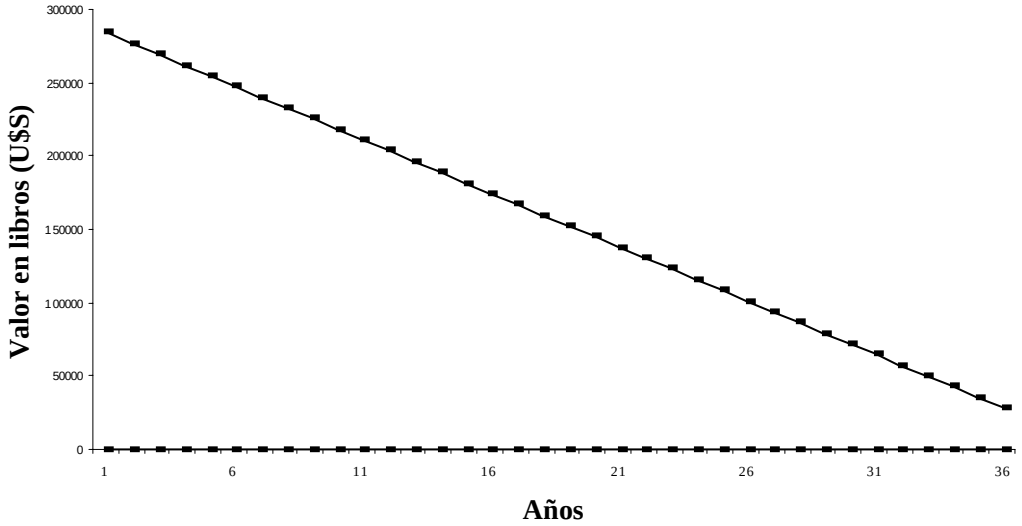


Gráfico 2.- Método de depreciación proporcional o de línea recta



c) c) Método de doble declinación de balance

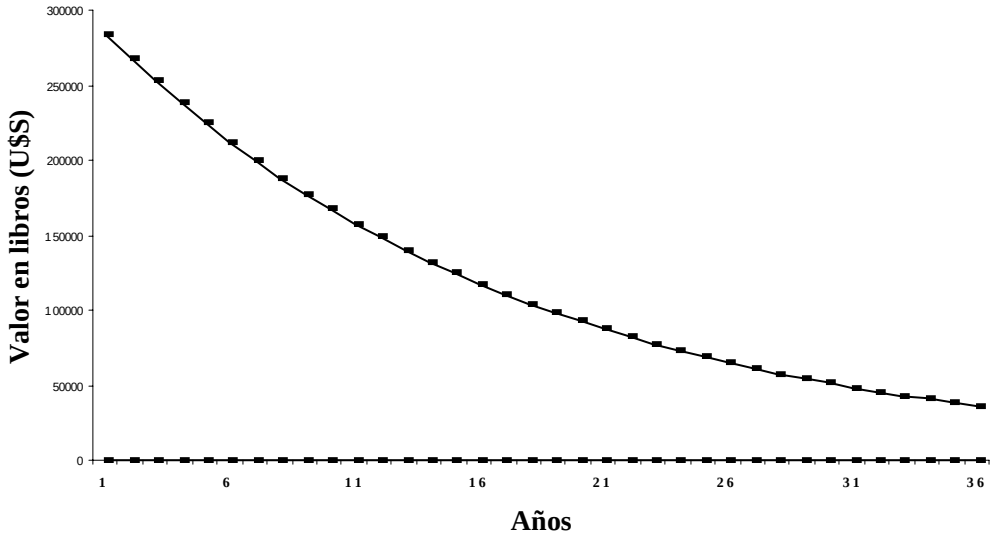
En este método, la depreciación anual resulta ser igual a:
2 x (tasa de depreciación en línea recta suponiendo un valor de desecho igual a cero) (valor en libros).

La tasa de depreciación resulta ser: 1/vida útil = 1/35 = 0,0286. Por lo tanto: 2 x 0,0286 = 0,0572. Es decir el 5,72 % / año.

El valor del bien al cabo de un año es : 284.408 - 16.268 = 268.140.-. En los años sucesivos se calcula sobre el valor residual del bien de la misma forma.

Para el cálculo de la depreciación se toma como base las causas tangibles:
a) Tipo de materiales usados en la construcción: 1.- Desgaste y roturas físicas a causa de su funcionamiento. 2.- Normas de conservación usadas en la industria. 3.- Decrepitud. 4.- Acción del tiempo y de los elementos climáticos.
b) Funcionales: 1.- Inadecuada o sobrepasada por la producción. 2.- Obsolescencia o anticuado diseño.
c) Contingencias varias: 1.- Accidentes por negligencia en operación. 2.- Por los elementos (viento, agua, temperatura). 3.- Por defectos estructurales. 4.- Por inconvenientes naturales: a) Oxidación debido a condiciones de mala asepsia (existencia de microorganismos); b) Corrosión por calidad de agua u otros fluidos; c) Atascamientos en tuberías (caso de condensadores y refrigerantes); d) Casos de suministro de agua para refrigeración inadecuados.

Gráfico 3.- Método de doble declinación de balance



CONCLUSIONES

Existe un costo indirecto que es la depreciación o costo estimado del uso de equipos. Como los estados de resultados se tienen que formular anualmente, se debe saber cuánto cuesta usar ese activo cada año, por lo tanto, el cálculo de la depreciación anual se debe basar en estimaciones de la vida útil y el valor de desecho.

En este trabajo se aplicaron tres métodos para calcular la depreciación que sufren los equipos de una destilería de alcohol. El método de línea recta carga equitativamente el gasto de depreciación a cada año de vida útil del activo. Los otros dos métodos, denominados “depreciación acelerada”, permiten una cancelación más rápida en la vida del activo. Los contadores consideran que los valores en libros de los equipos son más bajos con la depreciación acelerada. La selección de uno u otro método estará a cargo de cada empresa.

REFERENCIAS

Salvendy, G. (1991), Handbook of Industrial Engineering (John Wiley & Sons Inc.), pp 143-165

Alford, L.P., Bangs, J.R., Manual de la Producción (Unión Tipográfica Editorial Hispano Americana), México,
pp 1484-1490.

CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS CAÑEROS BIODEGRADADOS CON HONGOS *PLEUROTUS* .

Ortega, Grisel
Bueno, Gloria
Otero, Miguel A
Betancourt, Dionisio

Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA).
Vía Blanca No. 804 esquina Carretera Central. San Miguel del Padrón. C. Habana.
Email: griselo@icidca.edu.cu

ABSTRACT

Sugar cane crop residues of various collection and cleaning centers of country were submitted to bromatological and physico-chemical analysis. The estructural carbohydrates, lignine, low proteic content and high crude fiber content in the residues was detected. After 60 days of the solid state fermentation process with fungal *Pleurotus ostreatus- pulmonarius* (strain 184) some compositional changes of residues were observed. Losses of dry weight in substrate (47%), 53 % of degradation for cellulose and more than 70 % degradation for hemicellulose and lignine, were obtained. This way, is possible to produce an improved substrate, which can be used for animal feeding.

INTRODUCCIÓN

La potencialidad de los residuos de la cosecha cañera como fuente de energía y alimento animal ha dado lugar, a numerosos estudios dirigidos a incrementar el atractivo económico de estos sustratos, mediante el uso de tratamientos físico -químicos para la delignificación del material (Rao y otros, 1997), así como también en los últimos años, mediante la bioconversión empleando cultivo de hongos. Numerosos microorganismos capaces de degradar los componentes del complejo lignocelulósico, han sido considerados como agentes degradadores de la lignina en la naturaleza como son los hongos del grupo *Phanerochaete chrysosporium* (Savoie y otros, 1997) ; así como los hongos basidiomicetos, los cuales requieren un bajo nivel de control ambiental y presentan una técnica de cultivo relativamente sencilla (Camarero y otros, 1997) . Entre éstos últimos se encuentran los *Agaricus bisporus*, *Volvariella volvacea*, *Lentinus edodes* y *Pleurotus* , que metabolizan selectivamente la fracción de lignina dejando un residuo de pudrición blanca (Fan y otros, 2000; Elchlerova y otros, 2000).

En el presente trabajo se lleva a cabo la caracterización físico- química y bromatológica de residuos cañeros de diferentes centros de acopio y limpieza del país y los mismos una vez biodegradados con una cepa del género ***Pleurotus***, después de 60 días de cultivo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los residuos de la cosecha cañera fueron secados a temperatura ambiente (humedades inferiores al 15%), molidos y tamizados hasta un tamaño de partícula de 0.5 mm)

Microorganismo y condiciones de cultivo: Se utilizó una cepa *Pleurotus ostreatus - pulmonarius*,híbrido (184) , obtenida por cortesía de la Dra. Anastasia Ginterova del Instituto de Forrajes de Bratislava. La fermentación en fase sólida de los residuos cañeros se realizó en bolsas de polietileno conteniendo 1 Kg del material, durante 60 días (Ortega, 1999).

Determinaciones analíticas: La determinación de fibra ácido detergente(FAD), lignina ácido detergente (LAD) , fibra neutro detergente (FND) y fibra bruta se realizó empleando un sistema de extracción Fibertec M (de la firma Tecator SA) según Manual de Técnicas (Anon, 1978). La celulosa se estimó por la diferencia entre FAD y la LAD y la hemicelulosa por la diferencia entre la FND y FAD.

El contenido de proteína bruta se determinó mediante el procesamiento Kjeltec auto 1030 (Tecator, AB) , (Anon, 1981). Solubilidad en agua según Ortega (Ortega, 1999). La biodegradabilidad enzimática se realizó utilizando preparado de enzima Onozuca "R-10" de Trichoderma viride (actividad CMC-asa 1.7 $\mu g.\ g^{-1}$),al 1% peso /volumen de acuerdo a lo reportado (ICIDCA, 1994).

Resultados y Discusión .

En la tabla I se presenta un resumen de los valores promedio de cada uno de los componentes representativos de los residuos de la cosecha cañera de centros de acopio y de limpieza del país.

Tabla I : Composición promedio nacional de residuos de la cosecha cañera

Composición	**Residuo (%** base seca**)**
Fibra bruta	35.80
Proteína bruta	2.57
Extracto etéreo	2.66
Extracto libre de nitrógeno	49.58
Cenizas	9.67*
Fibra neutro detergente	71.94*
Fibra ácido detergente	44.04
Celulosa	35.97
Lignina ácido detergente	8.07
Hemicelulos	27.90*

a	

*Diferencias significativas para P ≤ 0.05

Se muestran diferencias significativas para P≤ 0.05 en el contenido de cenizas, fibra neutro detergente y hemicelulosa. Los promedios establecidos derivados del análisis de un rango de valores para cada uno de los componentes son representativos de diversos factores que pueden interactuar y que tienen efecto sobre la composición química de los residuos cañeros cosechados en el país. Se pueden mencionar factores ecológicos que pueden influir como son temperaturas bajas, humedad relativa alta y tipo de suelo; sistema de corte, variedad de las cañas cultivadas. Las características del ambiente influyen en los procesos metabólicos de las plantas. También pueden afectar factores como diferencias morfológicas y la individualidad bioquímica de la planta (Bueno y otros, 1990) Los resultados obtenidos no se alejan de los valores reportados en la literatura para residuos cosechados de diferentes variedades de caña (Ugarte,1988)

En la tabla II se presenta la caracterización bromatológica de los residuos de la cosecha cañera obtenidos por fermentación sólida con *P.ostreatus – pulmonarius.* Cambios bioquímicos afectan al sustrato. Una disminución en el pH del sustrato con respecto al control, es el resultado del crecimiento del hongo, y de una directa correlación con la actividad degradativa del microorganismo. En cuanto al contenido de cenizas se produce un incremento en el sustrato fermentado. Esto puede ser un resultado de un intercambio mineral entre el sustrato y los cuerpos fructíferos que se forman en el proceso (Bisaria y otros, 1987) . Resultados similares fueron reportados para diferentes residuos fermentados con *Pleurotus* (Hadar y otros, 1992) y para bagazo de caña tratado con *Flammulina* (Pal y otros, 1995*)*. Un mayor valor en la solubilidad, correspondiente al sustrato fermentado, puede ser una consecuencia de la activación del metabolismo del cultivo y puede estar relacionado directamente a diferencias en la composición y asociación de la celulosa y hemicelulosa con el resto de los componentes de la pared celular. Si se asume, que en el estadío inicial de crecimiento, el hongo consume los solubles más facilmente asimilables y posteriormente en una etapa del metabolismo secundario, el hongo desarrolla un mecanismo enzimático capaz de degradar los componentes poliméricos del sustrato a compuestos de menor peso molecular; se infiere la liberación al medio de oligómeros solubles en agua.

Tabla II . Composición de residuos cañeros fermentados con *P. ostreatus- pulmonarius*.

Composición (%)	**Residuo (inicio)**	**Residuo (60 días)**
pH	6.95	5.30
Cenizas	8.93	10.27
Solubilidad	6.91	15.06
Proteína bruta	2.75	5.56
Biodegradabilidad enzimática	4.94	15.18
Fibra bruta	37.95	31.58
Pérdidas de peso	-	47

El cambio en la biodegradabilidad enzimática como parámetro de la digestibilidad vía celulasa comercial, (Onozuca de Trichoderma viride), muestra que un mejoramiento en la digestibilidad del residuo está relacionada con el mayor grado de remoción de la lignina, lo que conlleva a que exista un mayor incremento en la disponibilidad de la celulosa que reacciona con la celulasa en el análisis. Se puede apreciar que la biodegradabilidad enzimática al compararlo con el control está favorecida.

También se observa un incremento en el contenido de proteína bruta a los 60 días de cultivo. Esto concuerda con lo reportado para paja de trigo fermentada con *Trametes versicolor* y *Pleurotus ostreatus* (Balmaseda y otros,1991)

De acuerdo al balance de materiales realizado teniendo en cuenta las pérdidas de peso seco, se puede apreciar que la bioconversión del proceso fue cercana al 50 %; lo cual coincide con los resultados reportados para la paja de trigo fermentada con *Tramets versicolor* (54%), y un comportamiento superior se manifiesta al compararlo con otros reportes para *Pleurotus* (28%) (Valmaseda y otros, 1991).

Los polímeros estructurales de la pared de las células vegetales (hemicelulosa, celulosa, y lignina), pueden ser degradados en mayor o menor medida por los sistemas enzimáticos de diferentes hongos. Los resultados de la degradación en los componentes estructurales del residuo cañero por la cepa *Pleurotus ostreatus- pulmonarius* se muestran en la figura 1. La acción degradativa alcanzó un valor de 75% para la lignina, resultado éste superior al reportado en paja de trigo con *P. ostreatus* (Valmaseda y otros, 1991), mientras que la hemicelulosa fue el polímero más degradado en la fermentación. Se reporta que este basidiomiceto es capáz de degradar básicamente la lignina y la hemicelulosa, afectando en menor grado la celulosa. En la fermentación se detectó una degradación para la celulosa muy similar a la pérdida de peso, lo cual se corrobora con lo reportado para *Trametes versicolor* (Müeller y Trösch, 1986).

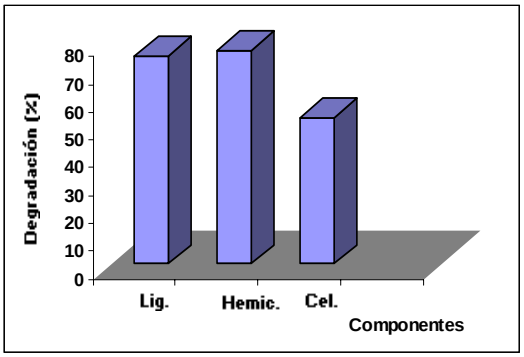


Fig. 1. Degradación de componentes estructurales de residuos cañeros con *P. ostreatus-pulmonarium*

Los cambios sufridos en el proceso degradativo, debido al incremento de la colonización saprofítica del microorganismo, llevan aparejado la aparición de diferentes enzimas, cuyo rol en estos eventos es de gran importancia. En la degradación de la celulosa y la hemicelulosa están presentes los complejos enzimáticos de las celulasas y xilanasas (Garzillo y otros, 1994; Haltrich y otros, 1996) . Se reporta que existen diferentes tipos de enzimas implicadas en la degradación de la lignina: ligninaperoxidasa, peroxidasa dependiente de Mn^{2+} o manganeso peroxidasa y lacasa (Lang y otros, 2000; Bonomo y otros, 2001), así como las aril alcohol-oxidasa y deshidrogenasa (Mansur, 1996) .

El proceso de degradación de la lignina es complicado debido a la existencia de estas formas enzimáticas , la regulación diferencial y las funciones específicas. El proceso de degradación de los sustratos lignocelulósicos constituye un fenómeno bastante complejo, en el cual existe una estrecha relación entre la biodegradación de la celulosa, hemicelulosa y la lignina.

CONCLUSIONES

Al evaluar la composición bromatológica y físico- química de los residuos de la cosecha cañera, se evidenciaron diferencias significativas en las cenizas, fibra neutro detergente y hemicelulosa, así como la presencia de carbohidratos estructurales , lignina, escaso contenido proteico y alto contenido de fibra bruta. Cambios en la composicón de los residuos cañeros son producidos como resultado de la fermentación, obteniéndose las mayores degradaciones en la hemicelulosa (77%) y la lignina (75 %), resultando para la celulosa un 53% y el balance total de bioconversión del proceso con un valor de 47%.

La biodegradación de residuos lignocelulósicos mediante cultivo de hongos *Pleurotus* constituye una fuente potencial de sustratos mejorados para su empleo como forrajes en alimento animal.

REFERENCIAS

Anon. (1978). Manual de Técnicas de la Tecator SA. Application Note . Tecator AN 02 - 06.

Anon. (1981). Application Note 30/81. Determination of Kjeldahl nitrogen content with Kjeltec systems I, II, III and IV, 1-5.

Bisaria, R.; Madan, M. y Bisaria, V.S. (1987)..*Biological Wastes*, Vol.19, pp. 239-255

Bonomo, R. P ; Cennamo, G. ; Purrello, R. ; Santoro, A. M. ;Zappala, R. (2001). *Journal of Inorganic Biochemistry*, Vol. 83(1), pp. 7-75.

Bueno, G.; Reyes, B.; López, M.S. y Betancourt, D. (1990). En: *Seminario Internacional Sobre Azúcar y Derivados de la Caña* II. Diversificación"90, 1, pp. 64-68.

Camarero, S.; Martínez, M.J. y Martínez, A.T. (1997). Advances in Solid State Fermentation. Proceedings of the 2nd International Symposium on Solid State Fermentation FMS-95. Montpellier, France. Roussos, S. (Ed.) Kluver Academic Publisher, 335- 346.

Elchlerova, I.; Ruel, K. ; Homolka, L. ; Joseleau, J. P. ; Nerud, F. (2000) . *Canadian Journal of Microbiology*, Vol. 46, Iss 12, 1153-1158.

Fan, L. ; Pandey, A. ; Mohan, R.;Soccol, C. R. (2000*).. Acta Biotechnologica*, Vol. 20(1), pp.41- 52

Garzillo, A.M.V., Di Paolo, S., Ruzzi, M. y Buonocore, V. (1994).. *Microbiol. Biotechnol*. Vol.42, pp.476-481

Hadar, Y.; Kerem, Z.; Gorodecki, B. y Ardon, O. (1992). *Biodegradation* Vol. 3 (2/3), pp. 189-205.

Haltrich, D.; Nidetzky, B.; Kulbe, K.D; Steiner, W. y Zupancic, S. (1996) . *Bioresource Technology*, Vol.58, pp. 137-161.

ICIDCA. (1994). Manual de Técnicas Analíticas. Dpto Bioquímica, Biotecnología, MINAZ.

Lang, E. ; Gonser, A. ; Zadrazil, F. (2000). *Journal of Basic Microbiology*, Vol. 40 , Iss 1, 33-39.

Mansur, M. (1996). Caracterización bioquímica y molecular de las fenoloxidasas de hongos ligninolíticos. Memoria presentada para optar al grado de Doctora en Ciencias por la Universidad Autónoma de Madrid. Universidad Autónoma de Madrid. Facultad de Ciencias. Departamento de Biología Molecular.

Müller, H.W. y Trösch, W. (1986).. *Appl. Microbiol. Biotechnol* Vol. 24, p. 180.

Ortega, G. M. (1999). Biodegradación de residuos de la cosecha cañera con hongos del género *Pleurotus.* Tesis para optar por el Título Maestro en Microbiología , Mención Fermentaciones.Facultad de Biología. Universidad de La Habana.

Pal, M.; Calvo, A.M.; Terrón, M.C. y González, A.E. (1995). World Journal of Microbiology and Biotechnology Vol. 11, pp. 541-545.

Rao, E.R.; Gupta, B.S.; Srivastrava, J.P.y Verma, A.K (1997).. *Indian Journal of Animal Nutrition*, Vol.14,(1), pp. 36-39.

Savoie, J.M.; Chalaux, N. y Libmond, S. (1997). Advances in solid state fermentation. Proceedings of the 2nd International Symposium on solid state fermentation FMS-95, Montpellier, France. Roussos, S., (Ed.), Kluwer, Academic Publishers.

Ugarte, J.. (1988) . *Rev. ACPA*, 1, 44.

Valmaseda, M.; Martínez, M.J. y Martínez, A.T. (1991). *Appl. Microbiol. Biotechnol* Vol.35(6) ,pp. 817-823.

CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS CAÑEROS BIODEGRADADOS CON HONGOS *PLEUROTUS*

Ortega, G. M
Bueno, G. E.
Otero, M. A
Betancourt, D.

Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA).
Vía Blanca No. 804 esquina Carretera Central. San Miguel del Padrón. C. Habana.
E mail: griselo@icidca.edu.cu

ABSTRACT

Sugar cane crop residues of various collection and cleaning centers of country were submitted to bromatological and physico-chemical analysis. The estructural carbohydrates, lignine, low proteic content and high crude fiber content in the residues was detected. After 60 days of the solid state fermentation process with fungal *Pleurotus ostreatus-pulmonarius* (strain 184) some compositional changes of residues were observed. Losses of dry weight in substrate (47%), 53 % of degradation for cellulose and more than 70 % degradation for hemicellulose and lignine, were obtained. This way, is possible to produce an improved substrate, which can be used for animal feeding.

INTRODUCCIÓN

La potencialidad de los residuos de la cosecha cañera como fuente de energía y alimento animal ha dado lugar, a numerosos estudios dirigidos a incrementar el atractivo económico de estos sustratos, mediante el uso de tratamientos físico -químicos para la delignificación del material (Rao y otros, 1997), así como también en los últimos años, mediante la bioconversión empleando cultivo de hongos. Numerosos microorganismos capaces de degradar los componentes del complejo lignocelulósico, han sido considerados como agentes degradadores de la lignina en la naturaleza como son los hongos del grupo *Phanerochaete chrysosporium* (Savoie y otros, 1997) ; así como los hongos basidiomicetos, los cuales requieren un bajo nivel de control ambiental y presentan una técnica de cultivo relativamente sencilla (Camarero y otros, 1997) . Entre éstos últimos se encuentran los *Agaricus bisporus*, *Volvariella volvacea*, *Lentinus edodes* y *Pleurotus* , que metabolizan selectivamente la fracción de lignina dejando un residuo de pudrición blanca (Fan y otros, 2000; Elchlerova y otros, 2000).

En el presente trabajo se lleva a cabo la caracterización físico- química y bromatológica de residuos cañeros de diferentes centros de acopio y limpieza del país y los mismos una vez biodegradados con una cepa del género ***Pleurotus***, después de 60 días de cultivo.

MATERIALES Y MÉTODOS.

Los residuos de la cosecha cañera fueron secados a temperatura ambiente (humedades inferiores al 15%), molidos y tamizados hasta un tamaño de partícula de 0.5 mm)

Microorganismo y condiciones de cultivo: Se utilizó una cepa *Pleurotus ostreatus - pulmonarius,*híbrido (184) , obtenida por cortesía de la Dra Anastasia Ginterova del Instituto de Forrajes de Bratislava. La fermentación en fase sólida de los residuos cañeros se realizó en bolsas de polietileno conteniendo 1 Kg del material, durante 60 días (Ortega, 1999).

Determinaciones analíticas: La determinación de fibra ácido detergente(FAD), lignina ácido detergente (LAD) , fibra neutro detergente (FND) y fibra bruta se realizó empleando un sistema de extracción Fibertec M (de la firma Tecator SA) según Manual de Técnicas (Anon, 1978). La celulosa se estimó por la diferencia entre FAD y la LAD y la hemicelulosa por la diferencia entre la FND y FAD.

El contenido de proteína bruta se determinó mediante el procesamiento Kjeltec auto 1030 (Tecator, AB) , (Anon, 1981). Solubilidad en agua según Ortega (Ortega, 1999). La biodegradabilidad enzimática se realizó utilizando preparado de enzima Onozuca "R-10" de Trichoderma viride (actividad CMC-asa 1.7 $\mu g. g^{-1}$),al 1% peso /volumen de acuerdo a lo reportado (ICIDCA, 1994).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla 1 se presenta un resumen de los valores promedio de cada uno de los componentes representativos de los residuos de la cosecha cañera de centros de acopio y de limpieza del país.

Tabla 1 : Composición promedio nacional de residuos de la cosecha cañera

Composición	**Residuo (%**base seca**)**
Fibra bruta	35.80
Proteína bruta	2.57
Extracto etéreo	2.66
Extracto libre de nitrógeno	49.58
Cenizas	9.67*
Fibra neutro detergente	71.94*
Fibra ácido detergente	44.04
Celulosa	35.97
Lignina ácido detergente	8.07
Hemicelulosa	27.90*

*Diferencias significativas para $P \leq 0.05$

Se muestran diferencias significativas para $P \leq 0.05$ en el contenido de cenizas, fibra neutro detergente y hemicelulosa. Los promedios establecidos derivados del análisis de un rango de valores para cada uno de los componentes son representativos de diversos factores que pueden interactuar y que tienen efecto sobre la composición química de los residuos cañeros cosechados en el país. Se pueden mencionar factores ecológicos que pueden influir

como son temperaturas bajas, humedad relativa alta y tipo de suelo; sistema de corte, variedad de las cañas cultivadas. Las características del ambiente influyen en los procesos metabólicos de las plantas. También pueden afectar factores como diferencias morfológicas y la individualidad bioquímica de la planta (Bueno y otros, 1990) Los resultados obtenidos no se alejan de los valores reportados en la literatura para residuos cosechados de diferentes variedades de caña (Ugarte, 1988)

En la tabla 2 se presenta la caracterización bromatológica de los residuos de la cosecha cañera obtenidos por fermentación sólida con *P.ostreatus – pulmonarius.* Cambios bioquímicos afectan al sustrato. Una disminución en el pH del sustrato con respecto al control, es el resultado del crecimiento del hongo, y de una directa correlación con la actividad degradativa del microorganismo. En cuanto al contenido de cenizas se produce un incremento en el sustrato fermentado. Esto puede ser un resultado de un intercambio mineral entre el sustrato y los cuerpos fructíferos que se forman en el proceso (Bisaria y otros, 1987) . Resultados similares fueron reportados para diferentes residuos fermentados con *Pleurotus* (Hadar y otros, 1992) y para bagazo de caña tratado con *Flammulina* (Pal y otros, 1995*)*. Un mayor valor en la solubilidad, correspondiente al sustrato fermentado, puede ser una consecuencia de la activación del metabolismo del cultivo y puede estar relacionado directamente a diferencias en la composición y asociación de la celulosa y hemicelulosa con el resto de los componentes de la pared celular. Si se asume, que en el estadío inicial de crecimiento, el hongo consume los solubles más facilmente asimilables y posteriormente en una etapa del metabolismo secundario, el hongo desarrolla un mecanismo enzimático capaz de degradar los componentes poliméricos del sustrato a compuestos de menor peso molecular; se infiere la liberación al medio de oligómeros solubles en agua.

Tabla 2 . Composición de residuos cañeros fermentados con *P. ostreatus-pulmonarius*

Composición (%)	**Residuo (inicio)**	**Residuo (60 días)**
pH	6.95	5.30
Cenizas	8.93	10.27
Solubilidad	6.91	15.06
Proteína bruta	2.75	5.56
Biodegradabilidad enzimática	4.94	15.18
Fibra bruta	37.95	31.58
Pérdidas de peso	-	47

El cambio en la biodegradabilidad enzimática como parámetro de la digestibilidad vía celulasa comercial, (Onozuca de Trichoderma viride), muestra que un mejoramiento en la digestibilidad del residuo está relacionada con el mayor grado de remoción de la lignina, lo que conlleva a que exista un mayor incremento en la disponibilidad de la celulosa que reacciona con la celulasa en el análisis. Se puede apreciar que la biodegradabilidad enzimática al compararlo con el control está favorecida.

También se observa un incremento en el contenido de proteína bruta a los 60 días de cultivo. Esto concuerda con lo reportado para paja de trigo fermentada con *Trametes versicolor* y *Pleurotus ostreatus*(Valmaseda y otros,1991)

De acuerdo al balance de materiales realizado teniendo en cuenta las pérdidas de peso seco, se puede apreciar que la bioconversión del proceso fue cercana al 50 %; lo cual coincide con los resultados reportados para la paja de trigo fermentada con *Tramets versicolor* (54%), y un comportamiento superior se manifiesta al compararlo con otros reportes para *Pleurotus* (28%) (Valmaseda y otros, 1991).

Los polímeros estructurales de la pared de las células vegetales (hemicelulosa, celulosa, y lignina), pueden ser degradados en mayor o menor medida por los sistemas enzimáticos de diferentes hongos. Los resultados de la degradación en los componentes estructurales del residuo cañero por la cepa *Pleurotus ostreatus- pulmonarius* se muestran en la figura 1. La acción degradativa alcanzó un valor de 75% para la lignina, resultado éste superior al reportado en paja de trigo con *P. ostreatus* (Valmaseda y otros, 1991), mientras que la hemicelulosa fue el polímero más degradado en la fermentación. Se reporta que este basidiomiceto es capáz de degradar básicamente la lignina y la hemicelulosa, afectando en menor grado la celulosa. En la fermentación se detectó una degradación para la celulosa muy similar a la pérdida de peso, lo cual se corrobora con lo reportado para *Trametes versicolor* (Müeller y Trösch, 1986).

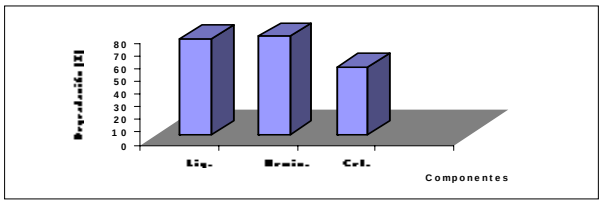


Figura 1. Degradación de componentes estructurales de residuos cañeros con *P. ostreatus-pulmonarium*

Los cambios sufridos en el proceso degradativo, debido al incremento de la colonización saprofítica del microorganismo, llevan aparejado la aparición de diferentes enzimas, cuyo rol en estos eventos es de gran importancia. En la degradación de la celulosa y la hemicelulosa están presentes los complejos enzimáticos de las celulasas y xilanasas (Garzillo y otros, 1994; Haltrich y otros, 1996) . Se reporta que existen diferentes tipos de enzimas implicadas en la degradación de la lignina: ligninaperoxidasa, peroxidasa dependiente de Mn^{2+} o manganeso peroxidasa y lacasa (Lang y otros, 2000; Bonomo y otros, 2001), así como las aril alcohol-oxidasa y deshidrogenasa (Mansur, 1996)

El proceso de degradación de la lignina es complicado debido a la existencia de estas formas enzimáticas , la regulación diferencial y las funciones específicas. El proceso de degradación de los sustratos lignocelulósicos constituye un fenómeno bastante complejo, en el cual existe una estrecha relación entre la biodegradación de la celulosa, hemicelulosa y la lignina.

CONCLUSIONES

Al evaluar la composición bromatológica y físico- química de los residuos de la cosecha cañera, se evidenciaron diferencias significativas en las cenizas, fibra neutro detergente y hemicelulosa, así como la presencia de carbohidratos estructurales , lignina, escaso contenido proteico y alto contenido de fibra bruta. Cambios en la composicón de los residuos cañeros son producidos como resultado de la fermentación, obteniéndose las mayores degradaciones en la hemicelulosa (77%) y la lignina (75%) , resultando para la celulosa un 53% y el balance total de bioconversión del proceso con un valor de 47%. La biodegradación de residuos lignocelulósicos mediante cultivo de hongos *Pleurotus* constituye una fuente potencial de sustratos mejorados para su empleo como forrajes en alimento animal.

REFERENCIAS

Anon. (1978). Manual de Técnicas de la Tecator SA. Application Note . Tecator AN 02 - 06.

Anon.(1981). Application Note 30/81. Determination of Kjeldahl nitrogen content with Kjeltec systems I, II, III and IV, 1-5.

Bisaria, R.; Madan, M. y Bisaria, V.S. (1987).. *Biological Wastes*, Vol. 19, pp. 239-255.

Bonomo, R. P ; Cennamo, G. ; Purrello, R. ; Santoro, A. M. ; Zappala, R. (2001*). Journal of Inorganic Biochemistry*, Vol. 83, Iss 1, 7-75.

Bueno, G.; Reyes, B.; López, M.S. y Betancourt, D. (1990). *Seminario Internacional Sobre Azúcar y Derivados de la Caña.* II Diversificación"90, 1, 64-68.

Camarero, S.; Martínez, M.J. y Martínez, A.T. (1997). Advances in Solid State Fermentation. Proceedings of the 2nd International Symposium on Solid State Fermentation FMS-95. Montpellier, France. Roussos, S. (Ed.) Kluver Academic Publisher, 335- 346.

Elchlerova, I.; Ruel, K. ; Homolka, L. ; Joseleau, J. P. ; Nerud, F. (2000) . *Canadian Journal of Microbiology*, Vol. 46(12) pp. 1153-1158.

Fan, L. ; Pandey, A. ; Mohan, R.;Soccol, C. R. (2000).. *Acta Biotechnologica*, Vol. 20(1),pp. 41- 52.

Garzillo, A.M.V., Di Paolo, S., Ruzzi, M. y Buonocore, V. (1994).. *Microbiol. Biotechnol*. Vol. 42, pp. 476-481.

Hadar, Y.; Kerem, Z.; Gorodecki, B. y Ardon, O. (1992). *Biodegradation* vol.3, (2/3), pp. 189-205.

Haltrich, D.; Nidetzky, B.; Kulbe, K.D; Steiner, W. y Zupancic, S. (1996) . *Bioresource Technology*, vol.58, pp. 137-161.

ICIDCA. (1994). Manual de Técnicas Analíticas. Dpto Bioquímica, Biotecnología, MINAZ.

Lang, E. ; Gonser, A. ; Zadrazil, F. (2000). *Journal of Basic Microbiology*, Vol. 40 (1) pp., 33-39.

Mansur, M. (1996). Caracterización bioquímica y molecular de las fenoloxidasas de hongos ligninolíticos. Memoria presentada para optar al grado de Doctora en Ciencias por la Universidad Autónoma de Madrid. Universidad Autónoma de Madrid. Facultad de Ciencias. Departamento de Biología Molecular.

Müller, H.W. y Trösch, W. (1986).. *Appl. Microbiol. Biotechnol*., Vol. 24, 180.

Ortega, G. M. (1999). Biodegradación de residuos de la cosecha cañera con hongos del género *Pleurotus.* Tesis para optar por el Título Maestro en Microbiología , Mención Fermentaciones.Facultad de Biología. Universidad de La Habana.

Pal, M.; Calvo, A.M.; Terrón, M.C. y González, A.E. (1995). *World Journal of Microbiology and Biotechnology* Vol. 11, pp. 541-545.

Rao, E.R.; Gupta, B.S.; Srivastrava, J.P.y Verma, A.K (1997*).. Indian Journal of Animal Nutrition*, Vol. 4(1),pp. 36-39.

Savoie, J.M.; Chalaux, N. y Libmond, S. (1997). Advances in solid state fermentation. Proceedings of the 2nd International Symposium on solid state fermentation FMS-95, Montpellier, France. Roussos, S., (Ed.), Kluwer, Academic Publishers.

Ugarte, J.. (1988) . *Rev. ACPA*, 1, 44.

Valmaseda, M.; Martínez, M.J. y Martínez, A.T. (1991). *Appl. Microbiol. Biotechnol* Vol. 35(6), pp. 817-823

CARACTERIZACIÓN GENÉTICA DE LEVADURAS INDUSTRIALES POR DETECCIÓN DE POLIMORFISMOS EN ADN CROMOSÓMICO Y MITOCONDRIAL

García, Roxana *
Valdés, Irma *
Infante, Juan J. **
Cantora, Jesús M. l**

*Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar. Departamento de Microbiología, AP 4026 Ciudad de la Habana , Cuba.

E-mail: rgarcia@icidca.edu.cu

**Departamento de Bioquímica y Biología Molecular, Microbiología y Genética. Facultad de Ciencias del Mar y Ambientales. CASEM. Universidad de Cádiz. Puerto Real (Cádiz). España

ABSTRACTS

Yeast strains of interest for Sugar Cane Byproducts Industry was characterized by some of the most actual identification Molecular Biology techniques. 4 *Saccharomyces cerevisiae* strains, 2 alcohol producers NON-*Saccharomyces* and 4 *Candida utilis* strains were evaluated, some of them used at forage yeast production plants. Pulsed Field Gel Electrophoresis (PFGE) and Mitochondrial DNA Restriction Fragments Length Polimorphysms Analysis with endonucleases AfaI, AluI and HinfI was performed, considered inside of the more competent methods to distinguish between yeast strains with maximum assurance. These techniques revealed chromosomal and restriction fragments patterns variability among the genus and species studied; just as unachieved strains identification so far by conventional methods, besides the detection of 2μm plasmid in some of them. This work allowed to characterize and identify unequivocally some yeast strains of interest and industrial application by new techniques of characterization at molecular level, which constitute a powerful tool for rapid and precise control in industrial fermentative process, in order to guarantee final products quality.

INTRODUCCIÓN

Muchas de las cepas industriales de levaduras no pueden ser identificadas y diferenciadas por métodos taxonómicos clásicos basados en la fermentación y asimilación de azúcares; debido a que los mismos no consideran las diferencias en el DNA, fenómeno observado por Rank y otros (1991), común en estas levaduras sometidas a fuertes presiones selectivas que actúan sobre el polimorfismo del genoma nuclear quien codifica las funciones requeridas para ajustarse a las condiciones óptimas de cada entorno industrial.

Recientemente autores como Querol, Barrio y Ramón (1992), han comenzado a resolver esta incógnita mediante el empleo de técnicas moleculares. A este nivel, las técnicas mas representativas se han basado en caracterizaciones de estructuras como el ADN contenido y organizado en cromosomas y mitocondrias. En este trabajo se describe la aplicación de el Análisis de Restricción del ADN*mit* y la Identificación de Polimorfismos en la Secuencia del ADN con vistas a caracterizar genéticamente un grupo de cepas de levaduras industriales pertenecientes a la Colección de Microorganismos ICIDCA.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se emplearon las cepas de levaduras *Saccharomyces cerevisiae* alcoholeras A_3, XA_3 -1, CM-40 y 381; no clasificadas TY-22 y 37-III, así como las cepas *Candida utilis* 75-7, 75-5, 75-1 y 75-6; algunas de estas ultimas utilizadas en la producción de levaduras forrajeras a nivel industrial. Todas las cepas son conservadas en la Colección de Cultivos Microbianos Industriales ICIDCA. Como patrones moleculares para realizar el Cariotipado por Electroforesis en Campo Pulsante (PFGE), se emplearon las cepas *Saccharomyces cerevisiae* PC-7 (Lab. Microb.UCA) y *Schizosaccharomyces pombe* BioRad™.

Cariotipado por Electroforesis en Campo Pulsante (PFGE)

Se realizó en un dispositivo CHEF-DRII BioRad™ siguiendo el protocolo descrito por Mesa (1998) para *Saccharomyces cerevisiae* sin producción de esferoplastos, empleando el programa informático Molecular Analyst de la BioRad™. Las condiciones de corrida para las cepas *Candida utilis* fueron de 3.5 V/cm, pulsos de 120 a 240 segundos durante 24 y 36 horas respectivamente a 14°C.

Digestión del ADN con enzimas específicas y Análisis del ADN*mit*:

Previo extracción y purificación de ADN total se realizaron digestiones con las enzimas de restricción AluI, HinfI y AfaI, siguiendo los protocolos desarrollados por Mesa (1998). Como marcador molecular se empleó λHindIII.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Electroforesis en Campo Pulsante (PFGE):

Mediante esta técnica los cromosomas intactos se someten a un campo eléctrico pulsante en una matriz de agarosa migrando a través de la misma a una velocidad que depende de su tamaño y estructura tridimensional, lo que se traduce en una resolución del genoma en bandas cromosómicas o cariotipo electroforético. Esta técnica mostró los patrones cromosómicos de cada microorganismo estudiado en cuanto a número y tamaño, permitiendo de esta forma detallar las diferencias en cuanto a la dotación cromosómica existente entre género y especie (figura. 1).

Se reclasificaron las cepas A_3, XA_3-1, CM-40 y 381 como *Saccharomyces cerevisiae* por poseer entre 13 y 16 bandas correspondientes a tamaños moleculares entre 200 y 2000 Kb, aproximadamente y por presentar 4 bandas correspondientes a cromosomas con un tamaño inferior a 500 Kb. Además, utilizando esta técnica se lograron clasificar las cepas 37-III y TY-22, obtenidas mediante selección en cultivo continuo en nuestro laboratorio como NO- *Saccharomyces*.

Al comparar las bandas correspondientes a las cepas A_3 (cepa salvaje productora de alcohol) y la XA_3-1 (mutante auxotrófico para leucina, valina e isoleucina obtenido por mutagénesis mediante radiaciones UV a partir de la cepa anterior, el cual mantiene la capacidad productiva y mejorado en cuanto a una síntesis controlada de alcoholes superiores totales para producciones de aguardientes); se observó una notable diferencia en cuanto a la movilidad electroforética de una de las bandas, hecho que permitió explicar que la mutación efectuada pudo haber originado una inserción en un fragmento de ADN en este cromosoma

CELULOSA ESFÉRICA: FACTORES QUE AFECTAN SUS PROPIEDADES.

León, V
Bordallo, E.
J, Riemount. *
Hernández, R.
MenéndezCuesta , I.
Díaz , A.
Peña, E..

UIP de la Celulosa del Bagazo, Cuba 9.
* Facultad de Química, Universidad de la Habana

ABSTRACT

The subject of this work is the preparation of bead cellulose particles by a emulsion process of cellulose derivative in organic medium, using oleic acid by surfactant.

The influence of the stirring rate, the cellulose/organic solvent rate, the oleic acid per cent and the content of ∝-cellulose on the spheres size was studied.

Results showed that the methology is adequate for obtention of bead cellulose, it's characteristics can be adjust in dependency of experimentals parameters.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años la obtención de celulosa en forma esférica ha abierto el camino para su aplicación en diferentes campos.

Dadas sus características no tóxicas y biocompatibles, ha sido empleada en cromatografía para la inmovilización de enzimas y otros compuestos biológicamente activos útiles en la purificación de biomoléculas (Boeden 1991), así como para la obtención de intercambiadores iónicos (Buschle 1995). Desde el punto de vista médico se ha demostrado su eficiencia en el tratamiento de heridas y lesiones de difícil curación (Dautzenberg 1985). En la industria farmacéutica, no sólo la celulosa esférica sino también sus derivados iónicos son conocidos como desintegrantes en formas sólidas orales, como portadores inertes que por su forma de presentación esferoidal e isométrica facilitan los procesos de revestimiento y microencapsulación (Moldenhauer 1990) y en los sistemas de liberación controlada de medicamentos (García 1993, Wolf 1997).

En la UIP Cuba 9 se desarrolló una metodología para la obtención de esferas de celulosa, las que se han derivatizado para ser empleadas como soporte cromatográfico, estas matrices han sido evaluadas por diferentes centros en la purificación de biomoléculas (García 1998, Santa Cruz 2001).

La necesidad de obtener partículas con porosidad y tamaño predeterminados, en dependencia de su aplicabilidad, así como lograr una disminución en el costo de producción al lograrse un mayor aprovechamiento del producto abrió el camino para la realización de este trabajo cuyo objetivo se centró en el estudio de la influencia de algunos parámetros del proceso en las características del producto obtenido.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las micropartículas se prepararon según la técnica de emulsión agua en aceite. Se preparó viscosa a partir de celulosa pura y se adicionó a un reactor que contenía kerosene y ácido oléico, se realizó la coagulación por tratamiento térmico y la regeneración mediante hidrólisis a elevada temperatura (Quintela 1990).

Las experiencias fueron realizadas variando algunos parámetros con el objetivo de realizar un estudio de su influencia sobre las características del producto, lo cual se resume en la tabla I.

Tabla I Condiciones experimentales para obtener las esferas.

Experiencias	Vel. Agitación (rpm)	ácido oléico (%)	Hidromódulo (ml/g celulosa)	α-celulosa (% en viscosa)
1	800	0.1	2.6	9.0
2	1700	0.1	2.6	9.0
3	1700	2.0	2.6	9.0
4	1700	4.0	2.6	9.0
5	1700	4.0	4.0	9.0
6	1700	4.0	2.6	5.0

Caracterización:

La determinación del tamaño promedio y la distribución de tamaño de las partículas se realizaron por microscopía óptica. Las esferas fueron escogidas aleatoriamente, realizándose alrededor de 300 mediciones en cada caso, los resultados se procesaron para determinar el tamaño promedio y la distribución de tamaños.

Los análisis de porosidad, retención de agua y volumen de sedimentación se realizaron según lo reportado por (Quintela 1990)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En todos los ensayos las esferas fueron preparadas según la técnica descrita en materiales y métodos, pero variando en cada uno los parámetros correspondientes tal y como aparece en la tabla I.

Los resultados obtenidos al caracterizar las microesferas son los siguientes.

Tabla II: .Influencia de los parámetros de obtención en la formación de las partículas.

Exp	Tamaño promedio (μm)	Intervalo de tamaño (μm)	Retención agua (g H_2O/ gseco)	Porosidad (%)	Volumen Sedimentación (ml/g seco)
1	285	115 - 530	5.29	93.46	11.18
2	138	42 - 328	5.04	93.09	10.52
3	181	57 - 423	5.18	92.39	9.50
4	43	9 - 150	5.34	92.80	10.31
5	39	5 - 270	5.41	93.27	11.07
6	50	5 - 200	5.67	97.07	24.99

A continuación se analizan separadamente los efectos producidos por las variaciones introducidas.

Velocidad de agitación

Se realizaron ensayos a dos velocidades (800 y 1700 rpm). Se puede constatar que al aumentar la velocidad de agitación disminuye el diámetro de las esferas, obteniéndose una disminución en el tamaño promedio de 285 μm a 138 μm.

Tensoactivo

Se usaron tres % de emulsificante (Exp. 2, 3 y 4). En la tabla II aparece cómo disminuye apreciablemente el tamaño de partículas a la vez que se estrecha la distribución.

Contenido de α-celulosa en viscosa

Al disminuir el contenido de α-celulosa en viscosa de 9% a 5% no se observan variaciones significativas en cuanto al tamaño de las esferas, sin embargo resulta importante el aumento en la porosidad hasta un 97%, así como de la retención de agua (6.67 g H_2O/ gseco) y el volumen de sedimentación (24.99 ml/g seco).

Hidromódulo

Fueron ensayados dos hidromódulos (exp. 4 y 5). Para estos casos se encontró que la variación realizada no influyó significativamente en el tamaño de las esferas, sin embargo para la exp.5 se obtuvo una distribución más amplia.

Estudio Morfológico

Microscopía Optica:

Mediante las fotografías tomadas se pudo corroborar la esfericidad de las partículas, así como las notables diferencias en los tamaños obtenidos, lo cual queda claro debido a las variaciones realizadas.

CONCLUSIONES

- La metodología fue adecuada para la obtención de partículas esféricas, cuyas características pueden ser manejadas en dependencia de los parámetros experimentales.

- El tamaño de las esferas disminuye, dentro de los límites estudiados, con el aumento de la velocidad de agitación y el % de tensoactivo.

- La variación en el hidromódulo no ejerce influencia significativa sobre el tamaño de las partículas obtenidas, pero sí en su distribución.

- El contenido de α-celulosa en la viscosa influye notablemente en la porosidad, la retención de agua y el volumen de sedimentación de las micropartículas.

REFERENCIAS

Boeden H. F, (1991), *J. of Chromatography* Vol. 552, pp. 389-414
Buschle-Diller, G, (1995) *Cellulose* 2, pp. 179-203
Dautzenberg H, (1985) *Makromol. Chem. Suppl*. Vol. 9 pp. 211-217
García G, (1993) *Ind. Farm*. (marzo-abril), pp. 59-64
García O, (1998) *Cuba Azúcar* 2 pp. 44-46
Moldenhauer M.G, (1990*) Pharm. Sci* Vol. 79 (8), pp. 659-666
Quintela O, (1990) CENIC pp. 2-3
Santa Cruz M, (2001) ICIDCA 1.
Wolf B, (1997*) Int. J. Pharm*. Vol.156, pp. 97-107

CELULOSA MICROCRISTALINA A PARTIR DEL BAGAZO

García, L.
Bordallo, E.
Valdés, M.
Fría, Y.
Cordero, D.
Dopico, D.

UIP DE LA CELULOSA DEL BAGAZO CUBA-9.
E-mail: investc9@ip.etecsa.cu

ABSTRACT

Microcrystalline Cellulose, commonly known as MCC is widely used in food industry as a filler material and in pharmaceutical industry as an excipient of tablets, capsule and other dosage form of drugs.
Microcrystalline Cellulose, generaly used in powder form, is usually obtained by hidrolitical action of mineral acid on fibrous high alpha grade cellulose.

In ordenr to convert sugar cane bagasse to high quality bagasse pulp, the bagasse is treated with sodium hydroxide, and obtained pulp is then washed, bleached and dried.
Ofter that the high quality bagasse pulp is trated with hydrochloric acid in an glass lined reactor, with subsequent water washing, drying and then pulverisation, resulting in 97 % pure microcrystalline cellulose powder of the pharmaceutical grade.

INTRODUCCIÓN

La celulosa microcristalina es un derivado del ∝-celulosa depolimerizada y purificada a partir de plantas fibrosas, esta constituye la fracción sólida de bajo peso molecular, resistente a la hidrólisis parcial controlada de la celulosa en medio ácido. Es un producto blanco, inodoro, libre de contaminantes orgánicos e inorgánicos. Es insoluble en agua, solventes orgánicos y ácidos diluidos, y parcialmente soluble en álcalis diluido.
La obtención de celulosa microcristalina ha sido estudiada por muchos autores a partir de diferentes materias primas tales como linter de algodón, pulpas de diferentes maderas obtenidas por diferentes procesos, bambú, cáscara de trigo, papeles de desecho, cáscara molida de nuez, pulpa de bagazo de caña de azúcar, etc.

El objetivo fundamental de este trabajo, fue la obtención de pulpa de alta pureza a partir del bagazo de caña de azúcar, con propiedades adecuadas para la producción de celulosa microcristalina. No obstante, esta pulpa puede ser utilizada con otros fines como son: la producción de otros derivados químicos de la celulosa (carboximetilcelulosa, metilcelulosa, hidroxipropilcelulosa, etc.) para su aplicación en las industrias farmacéuticas, textil, alimenticia, ligera y otras.

Con vistas a la obtención de pulpa de alta pureza de bagazo se han aplicado estudios tecnológicos de los procesos de prehidrólisis y cocción, así como de los procesos de blanqueo empleados por la UIP CUBA–9.

MATERIALES Y MÉTODOS

1. Procedimiento para la obtención de pulpa de alta pureza

l bagazo integral fue desmedulado con el objetivo de incrementar el porcentaje de fibra útil que se suministra en la industria de derivados; además de eliminar el meollo, se eliminan los iones metálicos y el polvo contenido en este.

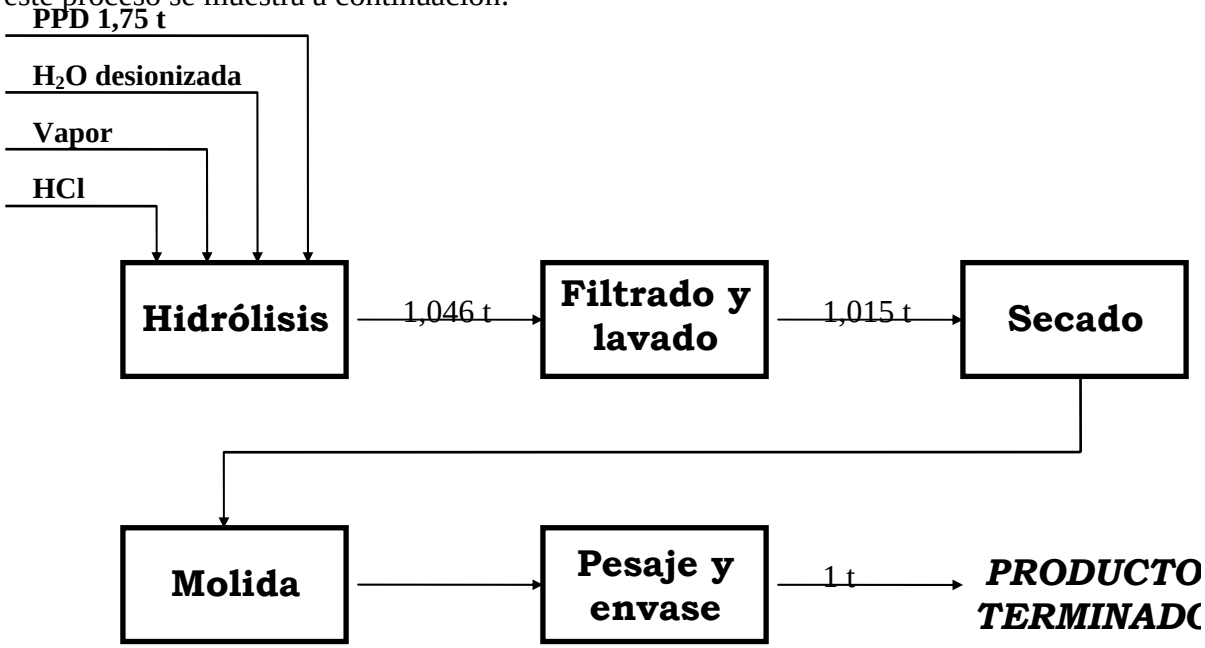
Posteriormente se realiza la prehidrólisis acuosa con el objetivo de eliminar el 75% de las hemicelulosas presentes y para disminuir el contenido de cenizas (2 – 3 %). Esta es llevada a cabo a temperatura de 170º C por el transcurso de 1 hora y un hidromódulo de 1:7. El contenido de pentosanos al final de la prehidrólisis fue de 6%.

El bagazo prehidrolizado fue sometido a un proceso de cocción, en el cual la celulosa es aislada del material fibroso, removiendo la mayor parte de los restantes componentes (lignina, pentosanos, cenizas, resinas, etc.).

El pulpeo utilizado en este trabajo fue a la soda utilizando un 16% de Na_2O sobre pulpa, a una temperatura de 160ºC, tiempo de 45 minutos e hidromódulo de 1: 6. Seguidamente, la pulpa fue clasificada y blanqueada utilizando el esquema DED.

2. Procedimiento para la obtención de Celulosa microcristalina

Al reactor esmaltado se le suministra ácido clorhídrico de 4 % de concentración y pulpa de alta pureza de bagazo. Se mezcla el contenido durante 60 minutos a temperatura 100 °C, con agitación esporádica. La suspensión obtenida se centrifuga y lava con agua desionizada hasta pH neutro. Se lava nuevamente con agua desionizada y alcohol etílico. La masa húmeda se seca a temperatura entre 55-60°C. Finalmente el producto es molido hasta el tamaño de partículas deseado y envasado adecuadamente. El diagrama de flujo de este proceso se muestra a continuación:



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla 1 se muestran los resultados de la pulpa cruda obtenida, donde se aprecian valores adecuados de Número de permanganato para su posterior blanqueo. Además, los resultados alcanzados de ∝-Celulosa y Grado de polimerización son similares a pulpas crudas reportadas en la literatura.

Tabla 1. Características de la pulpa cruda.

Exp.	No. Permang.	α- Celulosa (%)	G.P	Viscosidad (cp)
F1	8.6	93.2	1250	14.8
F2	9.9	93.5	1545	22.2
F3	8.4	91.2	1370	16.8
F4	7.0	91.9	1175	12.4

Con el esquema de blanqueo DED se obtuvo una pulpa blanca que tiene como promedio una Brillantez de 89 unidades y ∝-Celulosa de 93 %.

A continuación se describen las propiedades de la celulosa microcristalina producida en la UIP CUBA-9 y las especificaciones de calidad reportadas en las Normas de la Pharmacopea.

Tabla 2. Propiedades de la celulosa microcristalina obtenida

Propiedades	UIP CUBA-9	Normas Pharmacopea
Distribución del tamaño de partículas (%)	+ 60 mesh < 1,0 + 200 mesh < 30,0	+ 60 mesh < 1,0 + 200 mesh < 30,0
pH	6,5	5,5-7
Pérdida por desecación (%)	4,0	< 5,0
Residuos de ignición (%)	0,06	< 0,05
Contenido de hierro (ppm)	< 10	< 10
Sustancias solubles en agua (mg/5g)	< 12	< 12 (0,24%)
Contenido de almidón (%)	negativo	negativo
Contenido de celulosa (%)	97	97-100

Como se aprecia, las propiedades de la celulosa microcristalina obtenida a partir de pulpa de bagazo están entre los rangos establecidos por las normas especializadas para que este producto sea utilizada en la industria farmacéutica.

CONCLUSIONES

- Se obtuvo pulpa de alta pureza a partir del bagazo de la caña de azúcar.
- Es posible obtener celulosa microcristalina a partir de pulpa de alta pureza de bagazo, con los requerimientos necesarios para ser utilizadas por diferentes industrias, principalmente en la industria farmacéutica y alimenticia.

REFERENCIAS

1. Fernández Velacos, L; Fernández Velasco, R. (1992) "Celulosa Microcristalina" *ATCP* 32a, Reunión Anual, México, DF.
2. García, L. et al. (1998) "Celulosa Microcristalina" *Congreso Internacional sobre Azúcar y Derivados de la Caña, V DIVERSIFICACION`98*, 29.
3. Normas Pharmacopea USP 23 1995 NF 18.
4. Pavlov, I. N. et al. (1999) "Desintegration and drying of microcrystalline cellulose" Chemistry of plant raw materials ·2, pp. 159-162.
5. "Microcrystalline cellulose from groundnut shells" National Research Development Corporation Microcrystalline Cellulose FRO., India.

COBERTURAS DE ESTERES DE SACAROSA EN EL ALMACENAMIENTO POSTCOSECHA DE DURAZNOS

P. M Albarracín
A. F. Balella.
B. M. R. Aldana
C. M. Theler.

Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología. Dpto. de Ingeniería Química.
Universidad Nacional de Tucumán. Avda. Roca 1800. San Miguel de Tucumán (4000)-Tucumán.-Argentina. Tel:54-381-4364093Int.202.Fax: 54-381-4363004
E-mail: palbarracin@herrera.unt.edu.ar

ABSTRACT

The peach is a fruit of seasonal production in the province of Tucumán. In order to commercialize it as a fresh fruit in a warm and humid climate, it is necessary to incorporate postharvest conservation technologies. In that way it is possible to offer the consumer a product of good quality in the market.

The aim of this work was to study the effect of covering peaches with sucrose esters, which are biodegradable products used during the storage of other fruits with recognized effects.

The variety of peaches used was Flordaking and the fruit was stored at 4°C during 15 days.

Half of the fruits was treated with a 5 % sucrose esters solution leaving the other half like witnesses.

The evolution of the fruits was traced through the analysis of weight loss, soluble solids, diameter diminution, acidity and general characteristics such as color, texture and aspect.

During the experience it was observed that the sucrose esters cover reduces physiological weight losses and diameters diminution. Solid variations and acidity values were better for the treated fruit as well as the general aspect.

INTRODUCCIÓN

La actividad frutihortícola es uno de los pilares básicos del desarrollo económico y social de Tucumán, (Albarracín, 2001).

El durazno es una fruta que se desarrolla con éxito en climas subtropicales. Debido a esto es posible su cultivo en Tucumán, donde también pueden cosecharse primicias durante los meses de octubre y noviembre, cuando aún no sale al mercado la producción de las otras regiones determinando un marcado aumento de precios.

Estas frutas requieren de tecnología e infraestructura adecuadas para que puedan ser conservadas frescas en buenas condiciones organolépticas hasta su comercialización.

La preservación de la calidad de los alimentos vegetales en general es un problema crítico en los sistemas de comercialización de frutos frescos. Entre los métodos utilizados se destacan los de atmósferas controladas y atmósferas modificadas, conjuntamente con almacenamiento refrigerado. A estas técnicas se ha incorporado la aplicación de recubrimientos comestibles con resultados satisfactorios hasta el momento, (Curtis, 1998).

Por otra parte es importante destacar, que el mercado internacional resalta la calidad higiénica pero exige frutas y verduras con niveles muy bajos de residuos de derivados químicos.

Actualmente los recubrimientos biodegradables y comestibles usados en frutas están formados por polímeros basados en proteínas, lípidos y polisacáridos, (Perece, 1993).

Teniendo en cuenta todos estos factores y considerando que si se rodea a las frutas con una cubierta protectora que limite el intercambio gaseoso con la atmósfera, se reduce el consumo de O_2 y la producción de CO_2 disminuye, en consecuencia, la actividad metabólica y los duraznos mantendrán durante un período más prolongado de tiempo todas las propiedades que le son características, (Leach, 1964).

En este sentido se reconoce el uso de ésteres de sacarosa de ácidos grasos de peso molecular alto, como agentes de superficie no iónicos, no contaminantes y biodegradables, en el tratamiento de productos vegetales destinados al consumo, (Kosaka,1977).

El recubrimiento con ésteres de sacarosa reduce en forma considerable la transpiración de las frutas, disminuyendo las pérdidas de peso, las alteraciones en la textura, el sabor y el valor nutricional.

El objetivo de este trabajo es estudiar la actividad de una solución acuosa diluida de ésteres de sacarosa como cobertura en duraznos refrigerados a 4 ºC mediante el análisis de parámetros físicos y químicos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se trabajó con duraznos de la variedad Flordaking. Los frutos se cosecharon manualmente de un predio ubicado en la localidad El Sunchal, perteneciente al departamento de Burruyacu de la provincia de Tucumán, en horas de la mañana, con un grado de madurez homogéneo, tomándose como índice su color de fondo que osciló de amarillo-verdoso a amarillo-rosado.

Se escogió la concentración de 5 % de solución acuosa de ésteres de sacarosa para los ensayos en base a resultados obtenidos en experiencias previas.

Los tratamientos realizados consistieron en :

1- Testigos: duraznos que habían sido lavados y secados al aire.

2- Inmersión de duraznos durante 5 minutos en solución al 5 % de ésteres de sacarosa y posterior secado a temperatura ambiente.

Los frutos así acondicionados fueron almacenados a 4 ºC durante 15 días simulando las condiciones de expendio en el mercado.

El análisis del comportamiento de la cobertura se realizó mediante el estudio de los parámetros :

- Disminución de diámetros: se realizó con un calibre de 0,02 mm de apreciación. Los resultados se expresan como disminución de diámetro porcentual relativa al valor inicial.
- Pérdida de peso: los resultados se expresan como pérdida de peso porcentual relativa al valor inicial (g/100g de producto).

- Sólidos solubles: con refractómetro manual y se expresan sin corregir la acidez ni los sólidos insolubles en g/100g de jugo a 20°C.
- Acidez : por valoración con métodos volumétricos y se expresa en gr. de ácido cítrico anhidro / 100 ml de jugo.
- Aspecto general y brillo de las frutas por medio de identificaciones visuales y fotografías.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los datos se llevaron a valores promedios y se graficaron.

En la figura 1 se presenta las pérdidas de peso de los frutos en función del tiempo de almacenamiento. Se observa que los frutos sin cobertura mostraron pérdidas de peso mayores que los tratados.

Estas relaciones coinciden con trabajos anteriores ya que la aplicación de la cobertura restringe la evaporación y reduce la pérdida de agua.

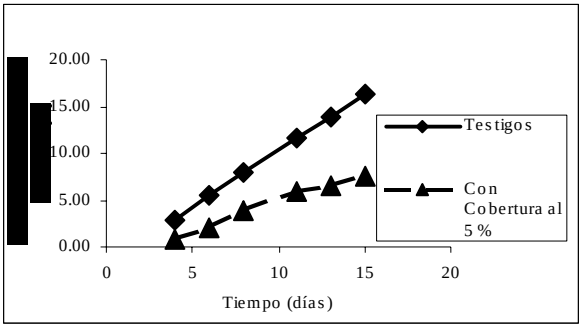


Fig. 2. Disminución relativa de diámetros de duraznos durante el almacenamiento con y sin cobertura de ésteres de sacarosa

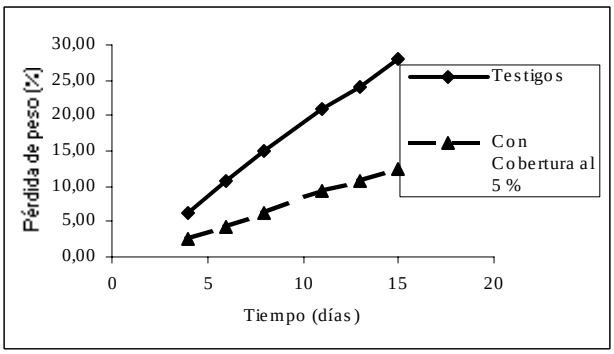


Fig. 1. Pérdida de peso de duraznos durante el almacenamiento con y sin cobertura de ésteres de sacarosa

En la figura 2 se presenta la variación relativa de diámetro en función del tiempo de almacenamiento. Aquí también se observa que los frutos con cobertura presentan una disminución de diámetros más atenuada por el recubrimiento de ésteres.

En la figura 3 se presenta las variaciones de sólidos solubles (Bx%). Observamos que los valores generalmente aumentan a medida que pasan los días por la pérdida de peso, pero en todos los casos resulta favorable a las muestras tratadas con surfactantes e indicando un jugo más concentrado por una mayor evapo-transpiración en las muestras testigos.

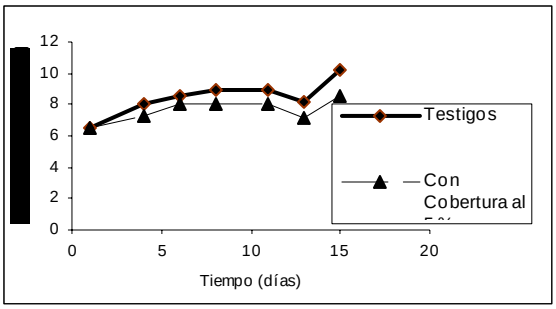


Fig 3. Variación porcentual de sólidos solubles a través de los días en duraznos con y sin cobertura

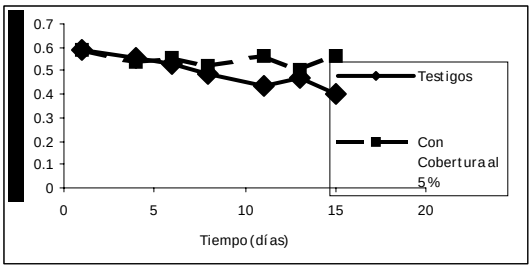


Fig 4. Variación de la acidez a través de los días en duraznos con y sin cobertura de ésteres de sacarosa

En la figura 4 se representa el comportamiento de las muestras en relación con la acidez en función del tiempo. Puede observarse que disminuye a lo largo del tiempo y lo hace en mayor medida en los testigos.

Considerando, por último, el aspecto general de los frutos resultó más evidente el deterioro de los duraznos a través de los días en los testigos que en las muestras recubiertas con solución de ésteres de sacarosa.

CONCLUSIONES

De la experimentación se arribó a las siguientes conclusiones:

* Las pérdidas de peso en las muestras tratadas con ésteres de sacarosa fueron menores que en los testigos.
* La disminución relativa de diámetro en las muestras tratadas con surfactantes fueron inferiores que en los testigos, sin cobertura.
* Los sólidos solubles generalmente aumentaron en el transcurso del ensayo en todas las muestras, pero este aumento fue menor en las muestras tratadas.
* En cuanto al aspecto físico los testigos se deterioraron más rápidamente que las muestras con cobertura.

En síntesis, la cobertura con ésteres de sacarosa en duraznos favorece a la conservación de los mismos.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue realizado dentro de las actividades desarrolladas en el marco de un proyecto financiado por el Consejo de Investigaciones de la Universidad Nacional de Tucumán (C.I.U.N.T.)

REFERENCIAS

Albarracin ,P., Balella, A., Farolfi H. (2001). “Experiencias con diferentes concentraciones de Esteres de sacarosa en la conservación de frutillas”. La Alimentación Latinoamericana.

Curtis, G. J. (1988). “Some Experiments with edible coatings on the Long-Term Storage of citrus fruits”, *Proceedings of the sixth International Citrus Congress*. Israel. (pag 1515).

Preece, J.E. and Read, P.E. (1993). The Biology of Horticulture. An Introductory Textbook. pp. 353-377

Leach y Mason. (1964) .Conservación de frutas y hortalizas. Manual de Tecnología Agropecuaria.

Kosaka,T. Yamada, T.(1977). “New plant and new applications of sucrose esters”. Sucrochemistry, see *FSTA*. 9 11 L 862

COMPOSITION OF *EUCALYPTUS GRANDIS* WOOD RESIDUES

Canettieri, Eliana Vieira *
Batista de Almeida e Silva, João *
Andrade de Carvalho Junior João **
Jackson de Moraes Roch , George *)

* Faculty of Chemical Engineering of Lorena, Biotechnology Department, Rodovia Itajubá-Lorena km 74,5, P.O. Box 116, Lorena – SP, Brazil, 12600-000,
E.mail: ccanet@uol.com.br

** Faculty of Engineering of Guaratinguetá – UNESP, Energy Department, Av. Ariberto Pereira da Cunha, 333, Pedregulho, Guaratinguetá – SP, Brazil, 12516-410

ABSTRACT

Chemical analysis of *eucalyptus grandis* residue samples were carried out. The residues were milled, extracted with 95% ethanol and the determination of the content of extractives compounds was based on the dry weight. Extracted eucaliptus residues were hydrolyzed with 72% (w/w) sulfuric acid at 30 °C for 1 h. The solids were dried at 100 °C to constant weight and determined as insoluble lignin. The concentrations of monomeric sugars in the soluble fraction were determined by HPLC. The chemical composition (w/w) of eucalyptus residues was 40.20 ± 0.6 % cellulose; 15.67 ± 1.7 % hemicellulose; 23.44 ± 1.2 % insoluble lignin; 3.46 ± 0.2% soluble lignin; 26.90 ± 1.0 % total lignin; 2.43 ± 1.0 % acetyl group and 1.41 ± 0.1 % ash.

INTRODUCTION

One of the main reason that make the eucalyptus residues a potential raw material for biotechnological processes is the considerable national prodution of eucalyptus wood. At various countries the industrial utilization of wood from forest plantation has significatively provided the dispute by native forest wood. The use of eucalyptus to production of saw-mill wood is an economic and ambiental tecnological success. Although represent 5% only of global forest cover, the forest plantations provided about 35% of wood demand in 2000 (FAO, 2001). FAO estimates that expansion of plantations by the year 2050 is 3.2 times the 1991 cultivated area (Fearnside, 1998). In Brazil, 62% of industrial wood consume is provided by plantation forests (FAO, 2000). The majority of eucalyptus plantations have economic purpose for firewood production, fence post, rural constructions, coal, paper and cellulose manufacture and, recently, as raw-material for the building construction and furniture industry. According with Brito *et al.* (1979) only 51.7% of the total dry weight of eucalyptus trees is utilized by the Brazilian paper mills the branches and foliage remaining in the fields as lignocellulosic residues might cause storing problems and ambiental polution. Such residues originate a hemicellulosic hydrolysate. The lignocellulosic residues derived from eucalyptus forests are potencial source for conversion

process, since hydrolysate from hemicellulosic fraction has high fermented sugar content, indispensable for microbiological process in obtaining ethanol (Ferrari *et al*. 1992), butiric acid, 2,3 butanediol, microbial protein (Almeida e Silva *et al*. 1995), xylitol (Canettieri *et al*. 2001; Almeida e Silva *et al*. 2002), organic acids such as lactic, citric, acetic, formic, even acetone and furfural (Goldstein, 1981). This work aims the analysis of chemical composition of eucalyptus residues and belongs to a project: "Determining parameter and kinetics study of acid hydrolis of eucalyptus forests residues " .

MATERIALS AND METHODS

The raw material used in analysis was eucalyptus wood residues collected in a farm of Suzano Paper and Cellulose Company (São Luiz do Paraitinga – SP – Brazil), was air-dried, mixed, homogenized, cut in quarts, and packed in 50 kg sacs. For the analysis, the residues were milled, screened to select the fraction of particles with a size of 20 mesh following the determination of humidity in a dry weight scale. The final humidity was of 14.7%.

- Determination of extractives compounds and soluble and insoluble lignins

The extractives compounds content and soluble and insoluble lignins were determined according Ferraz *et al*. (2000).

- Determination of Carbohydrate and organic acids

The concentrations of monomeric sugars in the soluble fraction were determined by HPLC (Shimadzu LC-10AD) using a BIORAD HPX-87H column operated with 0.005 mol dm^{-3} sulfuric acid at 0.6 cm^3 min^{-1}. Sugars and acetic acid were detected using na RI detector (Shimadzu RID-6A) controlled at a temperature of 25 °C. Polymeric glucan and xylan were calculated as the contents of monomeric glucose and xylose multiplied by 0.90 and 0.88, respectively Acetyl content was calculated as the acetic acid content multiplied by 0.70 (Rocha, 2000).

- Determination of ash

Determined by American Society for Testing Materils Rules - ASTM D. 110656 / 1966.

RESULTS AND DISCUSSION

Table 1 presents chemical composition of some lignocellulosic materials compared with eucalyptus residues. Cellulose content found in eucalyptus residues (reference 1), was lower those found in eucalyptus chips, wheat straw and sugarcane bagasse (references 2, 3, 4, and 7). Probably this occurs due to the higher quantity of branches, foliage and shells remaining in the residues, resulting lower concentration of cellulose and higher hemicellulose comparing with the chips, similar results were obtained by Téllez-Luis *et al*. (2002) and Martinez *et al*. (1995) (references 5 and 6). The soluble lignin content were higher when compared with chips (reference 3), confirming the hipotesis that the residue

contains higher contents of phenols (the most important among them are tannins, heartwood phenols, and related substances). Low molecular weight carbohydrates, alkaloids, and soluble lignin are extracted. The non-extractives mainly consist of inorganics mostly present in ash mineral. The ash content is greater in residues than in chips, that can be caused by shells, branches and foliage; although collected from the ground, show high content of earth, increasing the ashes content. Wood cells may contain up to 90% fiber, whereas only about 35 to 40% of the cells in straw are fibers (Fenger & Wegener, 1989).

Table 1- Chemical composition of some sources of lignocellulosic materials comparing with the present work

.

Component	**Source (% dry solid basis)**						
	Eucalyptus residues	**Eucalyptus chips**	**Eucalyptus chips**	**Wheat straw**	**Sorghum straw**	**Almond shell**	**Sugarcane bagasse**
Cellulose	40.20	43.4	44.0	46.40	35.09	28.0	47.1
Hemicellulose	15.67	10.6	12.4	31.00	23.96	30.2	26.9
Insoluble lignin	23.44	n.d.	24.8	n.d.	n.d.	n.d.	20.6
Soluble lignin	3.46	n.d.	0.8	n.d.	n.d.	n.d.	1.6
Total lignin	26.90	28.0	25.6	18.30	25.41	28.3	22.2
Acetyl groups	2.43	n.d.	2.4	n.d.	n.d.	n.d.	1.9
Ash	1.41	0.5	n.d.	7.20	n.d.	0.6	1.0
Reference	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)

n.d. = not determined; (1) present work, (2) Almeida e Silva, 1996, (3) Mendonça, 1997, (4) Nigam, 2001, (5) Téllez-Luis *et al*., 2002, (6) Martinez *et al*., 1995 and (7) Rocha, 2000.

CONCLUSIONS

Lignocellulose materials comprises three major groups of polymers – cellulose, hemicellulose and lignin as depicted in Table I. However, the exact composition is not known because it varies from source to source in terms of both its chemical constituents and their relative ratios. The chemical composition (w/w) of eucalyptus residues was 40.20 ± 0.6 % cellulose; 15.67 ± 1.7 % hemicellulose; 23.44 ± 1.2 % insoluble lignin; 3.46 ± 0.2% soluble lignin; 26.90 ± 1.0 % total lignin; 2.43 ± 1.0 % acetyl group and 1.41 ± 0.1 % ash. The main fractions of eucalyptus residues were in the range of other lignocellulosic materials. The eucalyptus residue is a much more heterogeneous raw material than eucalyptus chips.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors are grateful to FAPESP, São Paulo, Brazil, for the financial support of this work (Project No. 00/09099-0).

REFERENCES

Almeida e Silva, J.B., Mancilha, I.M., Vannetti, M.C.D. & Teixeira, M.A. (1995). Microbial protein production by *Paecilomyces variotti* cultivated in eucalyptus hemicellulosic hydrolysate. *Bioresouce Technology*,52, 197-200

Almeida e Silva, J.B. (1996). Aplicação de modelagem matemática na produção de proteína microbiana por Paecilomyces variotii, em hidrolisado hemicelulósico de eucalipto. São Paulo – FCF-USP, 160p. (*Tese de doutorado*).

Almeida e Silva, J.B., Canilha, L., Canettieri, E.V., Felipe, M.G.A. & Solenzal, A.I.N. (2002). Use of response surface methodology to evaluate the optimum enviromenmental conditions for the bioconversion of xylose into xylitol in eucalyptus hemicellulosic hydrolysate. *Journal of the Science of Food and Agriculture, in press*.

Brito, J. O. & Barrichelo, L.E.G. (1979). Uso Diretos e Propriedades da Madeira para geração de Energia. *Circular Técnica*, 52. IPEF, 14p.

Canettieri, E.V.; Almeida e Silva, J.B. & Felipe, M.G.A. (2001). Application of Factorial Design to the study of xylitol production from Eucalyptus Hemicellulosic Hydrolysate. *Applied Biochmestry and Biotechnology*, v.94, n.2, May, p. 159-168.

FAO - Food and Agriculture Organization (2000). Global Forest Resources Assessment 2000 – Main Report.

FAO - Food and Agriculture Organization (2001). State of the World's Forests.

Fearnside, P. M. (1998). Plantation Forestry in Brazil: Projections to 2050. *Biomass and Bioenergy*, v.15,n.6,p.437-450.

Fengel, D.; Wegener, G. *Wood Chemistry, Ultrastructure, Reactions*. Berlin: Walter de Gruyter, 1989, 610p.

Ferrari, M.D.; Neirotti, E.; Albornoz, C. & Saucedo, E. (1992). Ethanol Production from Eucalyptus Wood Hemicelullose Hydrolysate by *Pichia stiptis*. *Biotechnology Bioengineering*, New York, v.40, p.753-759.

Ferraz, A.; Baeza, J.; Rodriguez, J. & Freer, J. (2000). Estimating the chemical composition of biodegraded pine and eucalyptus wood by DRIFT spectroscopy and multivariate analysis. *Bioresource Technology*, 74, 201-212.

Goldstein, I.S. (1981). Organic chemicals from biomass. Boca Raton: CRC Press.

Martinez, J.M.; Granado, J.M.; Montané, D.; Salvadó, J. & Farriol, X. (1995). Fractionation of Residual Lignocellulosic by dilute-acid Prehydrolysis and Alkaline Extraction: Application to almond shells. *Bioresource Technology*, 52, 59-67.

Mendonça, R.M.T. A Biodegradação de *Eucalyptus grandis* pelos fungos *Punctularia artropurpurascens* e *Wolfiporia cocos* como um pré-tratamento para o Processo de Deslignificação Organosolv-Masat, FAENQUIL: Lorena–SP, 66 p. 1997. *(Tese de mestrado)*

Nigam, J.N. (2001). Ethanol production from wheat straw hemicellulose hydrolysate by *Pichia stipitis*. *Journal of Biotechnology*, 87, 17-27.

Rocha, G.J.M. (2000). *Deslignificação de Bagaço de Cana de Açúcar assistida por Oxigênio*. São Paulo: Instituto de Química de São Carlos-USP, 136p. (*Tese de Doutorado*).

Téllez-Luis, S.J., Ramírez, J.A. & Vázquez, M. (2002). Mathematical modelling of hemicellulosic sugar production from sorghum straw. *Journal of Food Engineering*, 52, 285-291.

CONCEPCIÓN TECNOLÓGICA DE PLANTA INDUSTRIAL PARA OBTENCIÒN DE SIROPES DE XILOSA A PARTIR DE HIDROLIZADOS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR

Nápoles Solenzal, Ana Irene
Naranjo Céspedes, María Elena
Acosta Martínez, Ernesto
Díaz de los Ríos, Manuel
González Bueno, Mercedes
Manganelly Santana, Edilberto.

Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA), Vía Blanca 804 y Carretera Central. Apartado Postal 4026.Ciudad Habana. Cuba.
E-mail: anaire@icidca.edu.cu

ABSTRACT

The technical and economic description of a plant for the production of xylose sirop by chemical hydrolysis of bagasse is presented, with the objective of obtain raw matter necessary for the xylitol production, product of high added value (8 USD\Kg), feasible of produce it in a Sorbitol plant, located in the I. Agramonte Sugar Mill factory.

The xylitol is a sugar alcohol of high value as sweetening power, anticariogenic and cariostatic properties, a good substitute of sugars for diabetics. This product has a great economic and social importance for its application in the pharmaceutical, chemical and alimentary industry.

The plant is considered, as an independent industrial company, which contains the services and facilities, needed for their operation. The proposed process was simulated in steady state with the aid of Microsoft Excel, for what the evaluation of several technical and economic alternatives, as well as operation conditions is facilitated. The process consists of the following technological stages:

- Pre-treatment and storage of the bagasse
- Chemical Hydrolisys of the bagasse
- Neutralization
- Concentration of the neutral hydrolysed
- Purification of the xylose sirop.

INTRODUCCIÓN

La xilosa, monosacárido del tipo pentosa así como su alcohol el xilitol, son sustancias que poseen excelentes propiedades endulzantes con bajo poder calórico. La producción de xilitol, en los procesos comerciales, está basada en la hidrogenación catalítica de la xilosa pura a temperatura de 140-150°C, presión entre 30-50 bar, presencia del catalizador niquel-Raney y tiempo de 2 horas

El xilitol es un pentitol de cinco carbones, azúcar polialcohol o poliol, que se ha encontrado en la naturaleza en frutas, bayas y vegetales, el xilitol que se comercializa actualmente se fabrica a partir de xilosa extraída del xilano de las hemicelulosas de productos forestales y agrícolas. Es una sustancia pura, semejante en estructura y propiedades a la del producto natural.

El objetivo del trabajo ha sido desarrollar una tecnología para la obtención de siropes de xilosa pura y proponer una instalación industrial. El proceso consta de los pasos siguientes: preparación de la materia prima, hidrólisis, neutralización, concentración y purificación de los siropes de xilosa. La calidad de los siropes de xilosa obtenidos mediante este proceso cumplen con los requerimientos establecidos para su posterior hidrogenación catalítica.

Las especificaciones del bagazo se muestran en la Tabla 1, y las del hidrolizado y licor en la tabla 2.

Tabla 1 Características del bagazo de caña de azúcar

Tipo de bagazo	**Desmeollado**
% de fibra	70 – 72
% de humedad	70
% celulosa	48 – 52
% pentosanos	22 - 25
% lignina	20 – 25
% cenizas minerales	1 – 5
% solubles en agua caliente	2,5 – 4,5
% polisacáridos fácilmente hidrolizables	27
% polisacáridos difícilmente hidrolizables	52
Densidad en bulto ($t/m^{3)}$	0,1 – 0,14 (50 % humedad)
Cantidad de arena, piedras y cuerpos minerales	< 0,05 (base bagazo seco).

Tabla 2. Propiedades del hidrolizado hemicelulósico y el sirope de xilosa

Propiedad	**Hidrolizado**	**Sirope de xilosa**
PH	1,5 – 1,8	6,0 –6,5
Brix	3 – 3,5	45-50
Xilosa (g/L)	20 – 23	456-460
Glucosa (g/L)	1,5 – 2,0	25 – 30
Arabinosa (g/L)	1,3 – 1,8	3 – 6
Furfural (%)	0,06 – 0,16	<0.05

Acido acético (%)	0.3 – 0,35	0,03 – 0,05
Cenizas (%)	0,3 – 0,41	Trazas
Sólidos totales (g)	2,8 – 3,7	45 – 50
Color ICUMSA	19 404	70 – 80

La tabla 3 muestra los servicios y facilidades auxiliares necesarias para el proceso.

Tabla 3. Servicios y facilidades auxiliares.

Vapor saturado	4 bar
Agua de enfriamiento	Tratada
Agua de proceso	Desmineralizada
Electricidad	110, 220 V y trifasica
Agua de pozo	potable y para trabajos en el laboratorio
Acido sulfúrico	Grado técnico 96% pureza
Acido clorhídrico	33% pureza
Hidróxido de sodio	Grado técnico
Agua alimentación a la caldera	Desgasificada y tratada

Las tablas 4 y 5 muestran la distribución y calificación de la fuerza de trabajo.

Tabla 4. Distribución de la fuerza de trabajo

Área	Diario	En turno	Total
Producción	5	120	125
Laboratorio	2	8	10
Mantenimiento	5	16	21
Administración	14	12	26
Auxiliares de producción	4	16	20
Total	26	172	198

Tabla 5. Calificación de la fuerza de trabajo.

Calificación	Cantidad
Técnicos Universitarios	14
Técnicos medios	41
Administrativos	11
Obreros calificados	116
Obreros	16

Total	198

Evaluación técnico económica

Se realizó el estimado de costo basándose en el consumo de las materias primas, productos químicos y costos fijos anuales necesarios para la producción de sirope de xilosa.

La tabla 6 muestra el consumo de las materias primas y productos químicos/ ton de sirope de xilosa, para una producción diaria de 31,67 ton , en 300 días de operación y trabajando 24 horas.

Tabla 6. Consumo de materias primas y productos

Materia prima	**UM.**	**Iindice de consumo**	**Precio unitario $**	**Costo unitario $**	**Costo total $**	**% total**
Bagazo integral	Ton	7,8	7,40	67,72	648,340.00	12,59
Acido sulfúrico 98%	Ton	0,14	185.00	25,82	245,324.30	5,63
ClH 33%	M^3	0,15	300,00	44,65	426,084.47	9,78
NaOH técnico	Ton	0,16	450,00	71,54	679,587.15	15,61
Cloruro de sodio	Ton	0,005	34.15	0,17	1,584.11	0,04
Agua cruda	m^3	137,10	0,09	10,87	104,124.17	2,39
Petróleo	Ton	2.08	95,08	147,49	1,876.307	43,09
Electricidad	Kw-h	174.37	0,02	3,03	28,826.93	0,66
Subtotal costo variable				**411,5618**	**3,910.248.20**	**89,79%**

	$ Costo total	% total
Salarios de operación	400,000.00	9,19
Seguridad social	44,444.44	1,02
Subtotal costo fijo	444,444.44	10,21
Costo total anual	$4,354,692.64	100.00

La tabla 7 muestra un resumen de los indicadores fundamentales del proyecto y los resultados del análisis económico financiero.

Tabla 7.Resumen de los indicadores fundamentales.

INVERSIÓN	$ 4,471,529.08
Costo de producción unitario	$458.34
Tiempo de vida de la planta	15 años
Precio de venta unitario	$800.00
Ganancia anual	$3,246,107.36
Periodo de retorno de la inversión	2,83 años
TIR	64.30%

CONCLUSIONES

- El MINAZ podrá disponer de una tecnología para la obtención de siropes de xilosa pura.
- La fabrica de Sorbitol pueda trabajar a plena capacidad y obtener un producto de alto valor agregado.
- El proyecto no tiene problemas de liquidez, pues los saldos acumulativos de los flujos de caja para la planificación financiera son positivos.
- La TIR es mayor que la tasa de actualización.
- El periodo de recuperación de la inversión es de 2,83 años.

REFERENCIAS

Nápoles y colaboradores, (2001), Patente proceso de producción de licores de xilosa, #

Dunning, N.,(1999), Global Business Manager xylitol, Cultor Food Science

Nápoles, A.I., et al.(1998) Aplicación de las resinas de intercambio iónico en los procesos upstream en hidrolizados de bagazo de caña de azúcar y su utilización en bioprocesos. *Symposium on Biochemical Engineering S*cience, II Portugal

Chory., (1998). Comunicación personal

Xyrofin (UK). Sweetness without Tooth Decay.1997

Nápoles, A.I., et al. ,(1996), *Revista ICIDCA*, Vol.XXX, No.3,pp38 – 46

Nápoles A.I., et al. , (1993). Obtención de siropes de xilosa y/o xilosa cristalina. En: *Taller Escalado/93.* Centro de Química farmacéutica. P11. C.Habana. Cuba

Nápoles, A. I. , López, P.R. (1987) “Hidrólisis y tratamientos químicos a materiales celulósicos”. Editorial Científico Técnico. C. Habana.

Ocampo, G.; Et al.(1974). “Informe acerca de la realización de los experimentos de hidrólisis química de bagazo cubano en el Combinado Hidrolitico Forrajero S.M. Kirov de Pleven, Republica Popular de Bulgaria.”

Bagazo. En :Manual de los Derivados de la Caña de azúcar. (1996) Segunda Edición. Colección Geplacea. Serie Diversificación. pp 47 – 57.

CONDENSADOS SOLUBLES DE MELAZA CMS
UN NUEVO ELEMENTO EN LA CADENA PRODUCTIVA DE LA AGROINDUSTRIA DE LA CAÑA DE AZÚCAR EN MÉXICO

García Ascanio, Osvaldo
Enríquez Poy, Manuel
Gómez Juárez, Israel Antonio
Orduña Hernández, Edgardo
Pérez Velez Juan; Prado Reyes, G. Roberto
Tinoco Camarillo, Jesús.

E-mail: cmsamex@netservice.com.mx

ABSTRACT

In the agricultural cost (product and application) fertilization is one of the principal matterns. In this case the so called organic fertiliziers rise promisingly. Inbetween them we can cocent compost and more recently CMS (Condensed Molasses soluble), a residual of the fermentation process in the way for obtaing "l-lisine" in order to substitute the traditional chemical fertiliziers "N-P-K". This frees the factory man from overcosting the residual aminoacid treatment.

This task forms part of the integration of CMS in the productive chain "cane-intermediate syrup-l-lisine". It is applied under, three ferti-irrigation scheme in the neighbour cane fields close to the beneffited factories. It is important to remind that CMS is also seful for feeding animals.

It was during 2000 crop that this rich organic material (4.5% nitrogen, minor elements and significard contents of P,K) at a rate of 5000 lts per hectarea, was first used in secod and after ratoon.

Due the observed good results, it was determined to apply 10% of surface (1800 ha) with the idea of including this sugar factory in the concepts sustentable agriculture.

Results obtained in the 2001 crop show in different varieties submitted to treatment of CMS as an important creasing in the agriculture task 11.42%. Nevertheless the pol concentration disminuded – 3.5%. (It is a need tho show that at El Refugio, one of our factories, this phenomenon is not seen). The possibility of enriching this product fewith missing elements according to analyze the fields is a performance.

As it is proved in the paper information in fields phaezon luvic, adittional yield of 44 t/ha were registered, Research about soil microflora and ph was done none opposite effect was shown. In the actual cicle CMS is applied in the 20% of a 3600 ha sursface.

ANTECEDENTES

La integración de cadenas productivas en la agroindustria de la caña de azúcar no ha pasado mas allá del empleo de productos y coproductos tradicionales: *azúcar; melaza y*

*cachaza***;** siempre con la óptica de maximizar ingresos a través del azúcar como principal fuente de ingresos **,** dejando de lado otras opciones intermedias del proceso, con ventajas tanto para el oferente como para el adquirente. Desde hace ya algún tiempo, se han venido estableciendo acuerdos con empresas consumidoras de fuentes de carbohidratos como materia prima en sus procesos (*etanol, levaduras para panificación, aminoácidos,etc)* ; ensayándose para tal fin el empleo de *mieles intermedias "B"* sin y con inversión de sacarosa; una de ellas, fabricante de *l-lisina* , mediante un proceso biotecnológico japonés, se ha visto beneficiada grandemente al contar con una materia prima de calidad cuasi uniforme (pureza con rango estable), a diferencia del consumo de melazas de gran variabilidad en el % de azúcares y la necesidad de emplear azúcar crudo para el enriquecimiento de su caldo fermentativo. Con esto, su proceso industrial se ha fortalecido al reportar incrementos en el rendimiento y sobre todo, una disminución drástica en los niveles de contaminación con el consiguiente ahorro en el tratamiento de los residuales.

Para implementar la ópción de comercializar mieles intermedias, se hizo uso de la reconocida formula "**SJM**" , que cuantifica partiendo de una solución azucarada, los pocentajes de azúcar y miel final teóricamente recuperables, a partir de un balance de purezas:

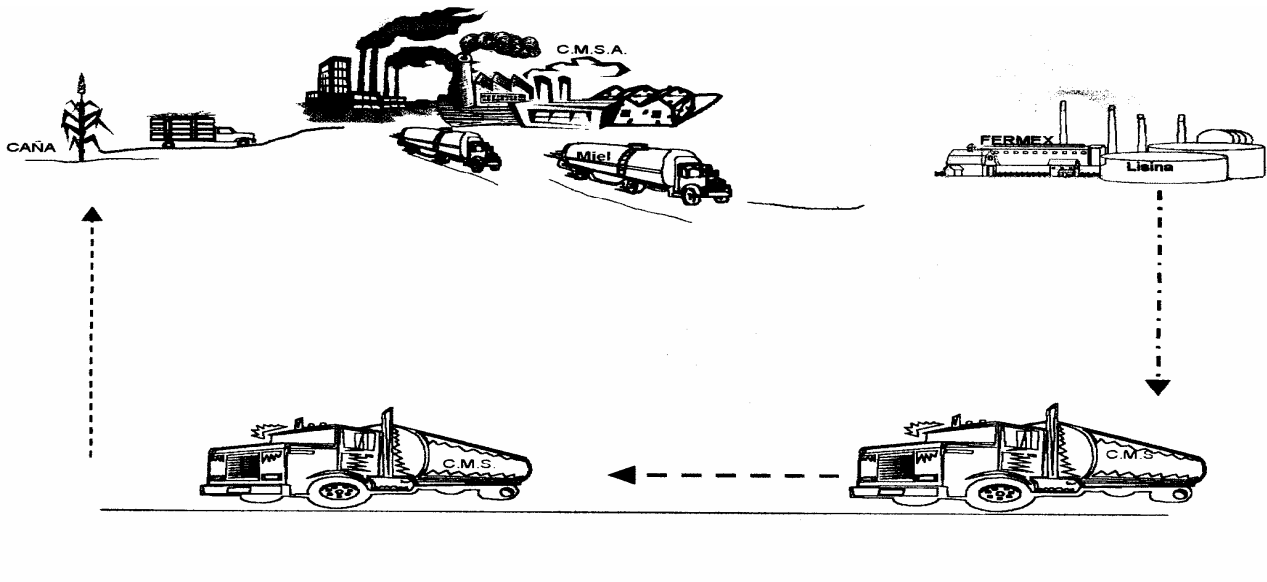
$$\text{AZÚCAR} = \text{Ton.Pol.Miel} * \frac{\text{Pza azúcar}(\text{Pza.miel} - \text{Pza melaza})}{\text{Pza miel}(\text{pza azúcar} - \text{Pza melaza}}$$

$$\text{MELAZA} = \frac{\text{Ton.sólidos en miel-Ton. sólidos en azu}}{0.85} * \text{factor}$$

Uno de los problemas existentes para justificar el empleo de materiales distintos a los tradicionales es en nuestro caso, el alto precio que tiene que pagarse por la tonelada de caña (alrededor de treinta dólares la tonelada métrica); situación que puede ser superada si se considera el equivalente de azúcar para exportación al mercado mundial (contrato # 11 + 6 pts). Dentro de las ventajas derivadas de un hipotético caso de suprimir en el ingenio en la estación de crudo las templas de "C" , deben resaltarse, entre otras

a). Aumento del ritmo de molienda
b). Reducción del tiempo de zafra
c). Reducción de pérdidas de POL en mieles finales
d). Reducción del consumo de petróleo
e). Disminución de gastos de envase, maniobras y manejo de inventarios
f). Ahorro de productos químicos
g). Reducción de gastos de mantenimiento

Estas ventajas serían trasladadas al consumidor a través de un precio competitivo de la miel ofertada, en relación a las ventajas antes señaladas para el adquirente potencial.



CADENA PRODUCTIVA "CAÑA – MIELES – L-LISINA"

INTRODUCCIÓN

El CMS es un producto residual obtenido de la transformación de fuentes de hidratos de carbono como materia prima en *l-lisina* un aminoácido que se utiliza como complemento de la formulación de alimentos, este residual por años constituyó un contaminante de las aguas de un importante río del estado de Veracruz, pero en los últimos años este líquido se empezó a probar como fertilizante por su alto contenido de materia orgánica, altos niveles de nitrógeno así como fósforo, potásio y otros elementos menores. En Central motzorongo, S.A. de C.V., se iniciaron las pruebas en el año 2000, con excelentes resultados y fue así que el año 2001 el 10% de la superficie cañera se fertilizó con CMS, para este al año se tiene proyectado alcanzar el 20% de la superficie; con esta acción, se logran varios objetivos, primero por la vía biotecnológica se aprovechan los cooproductos de la industrialización de la caña como son las mieles intermedias, en segundo lugar se evita una fuerte contaminación y tercero se reciclan los productos de la caña al fertilizar con un producto de un costo menor que el tradicional para el agricultor (reduccion de aproximadamente 25%).

¿Qué es el CMS?

El CMS es un producto natural sintetizado a partir de la fermentación de la melaza de la caña de azúcar en le proceso de obtención de la *l-lisina*, que tiene las siguientes características:

Características físicas:

Es un líquido menos viscoso que la melaza de similar color y olor, es usado como fertilizante a costos significativamente menor que los mismos; se considera un mejorador del suelo por el alto contenido de materia orgánica y microelementos.

Características químicas:

Cuadro 1. Análisis del CMS según el Laboratorio de Alta Tecnología (LATO).

Elementos y compuestos	Valores del análisis	Unidad de medida
Nitrógeno total	4.49	%
Nitrógeno Amononiacal	3.37	%
Nitrógeno Orgánico	1.12	%
Fósforo	2700	Ppm
Potásio	10,070	Ppm
Calcio	870	Ppm
Magnesio	1196	Ppm
Manganeso	267	Ppm
Zinc	2.52	Ppm
Cobre	1,44	Ppm
Sólidos totales	40	%
Ceniza	8	%
L-lisina	3,55	G/1
Densidad	1,18	G/cm^3

MATERIALES Y MÉTODOS

La aplicación del CMS se ha venido haciendo generalmente al voleo con un carro cisterna con una capacidad de 20,000 lts; la dósis utilizada es de 5,000 lts/ha. Esta dósis se ha estado utilizando porque es la que se aproxima mejor a los requerimientos de la planta. Se aplica preferentemente en socas y resocas en los primeros días después del corte..

Puesto que en Central Motzorongo se tienen caracterizxados los suelos de su zona de abasto y dósis de fertilizante para cada tipo de suelo, una dósis uniforme de CMS no es lo más conveniente, por lo tanto, actualmente se tienen montados experimentos para determinar la dósis óptima de CMS en los diferentes suelos y precipitaciones del área de influencia de Central Motzorongo, S.A. de.C.V., así como también uno para determinar la dinámica del CMS en dos formas diferentes de aplicación del producto.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos son el reflejo de las 1343.30 ha. Aplicadas en la zafra 2000/2001. Los datos que se presentan corresponden a lo cosechado al día 31 de Enero del 2002.

Cuadro 2. Rendimiento por variedad:

VARIEDAD	REND./.HA CON CMS	REND./HA SIN CMS	%SACAROSA CON CMS	%SACAROSA SIN CMS
CP 72-2086	81	72	12.52	13.55
CP 72-1210	74	78	11.64	13.69
RD 75-11	89	81	12.89	13.30
MEX 69-290	97	69	13.60	13.10
MEX 68-P23	78	75	13.40	13.31
SP 70-1284	80	67	12.8	12.61
PROMEDIO	**83.17**	**73.67**	**12.80**	**13.26**

Cuadro 3. Rendimiento en diferentes tipos de suelos:

TIPO DE SUELO	RENDIMIENTO POR HA. (CON CMS)	RENDIMIENTO POR HA. (SIN CMS)
Acrisol Húmico	72	72
Acrisol Gleyco	80	|71
Phaeocem Háplico	93	79
Phaeozem Lúvico	112	68
Nitosol Húmico	93	73
Promedio	**90**	**72.6**

CONCLUSIONES

- La economía de los ingenios y de las plantas consumidoras de coproductos del proceso de industrialización de la caña de azúcar puede fortalecerse al integrar cadenas productivas interrelacionadas.
- La producción de caña de azúcar puede convertirse en una producción limpia si se aplican tecnologías apropiadas; en una producción sostenible, capaz de reciclar los residuos orgánicos y nutricionales del agrosistema además el uso adecuado de los derivados ayuda a la recuperación de las propiedades físicas e hidrofísicas de los suelos. Hoy el producto proveniente de la producción de L-Lisina, “CMS” (Solubles Condensados de Melaza), se incorpora a la gran familia de los derivados.
- En los resultados del cuadro 2, se observa un aumento en rendimiento de campo de 9.5 ton/ha en las variedades que se aplicó CMS; pero en sacarosa se presenta un decremento de 0.46%.
- Se concluye en sentido general que la aplicación del CMS en diferentes tipos de suelos tiene una respuesta positiva al aumentar el rendimiento en campo, excepto el suelo acrisol húmico en que se presenta un rendimiento igual que con el no aplicado.
- La microflora aunque no se presenta un aumento del número de hongos, bacterias y actinomicetos al menos se mantiene estable.
- En sentido general, en las áreas aplicadas con CMS se observa una tendencia positiva en rendimiento de campo en las diferentes variedades y tipos de suelos.

REFERENCIAS

Orduña E., Pérez Duarte E,. Utilización de los residuales del proceso de obtención de L-Lisina con fines de fertirrigación Proyecto C.M.S. Mesa Regional ATAM El Refugio, Oax. Abril 2001.

CONSTRUCTION OF A VECTOR FOR THE *phoC* GENE STABLE CHROMOSOMAL INTEGRATION IN PLANT GROWTH PROMOTING RHIZOBACTERIA

Fraga Vidal, Reinaldo; Mesa, Hilda

Cuban Research Institute on Sugar Cane by-Products (ICIDCA) Dept. of Microbiology
P.O. Box 4026 CH-10 CP: 11000 Havana Cuba
E.mail: rey@icidca.edu.cu

ABSTRACT

A plasmid was constructed using the suicide delivery vector pJMT6 and the plasmid pLR1, the later one harboring the gene encoding the PhoC acid phosphatase form *Morganella morganii*. The recombinant construction pLF17, which contains a non-antibiotic resistance selection marker (resistance to the toxic compound potassium tellurite) ($TelK^r$), was transformed and expressed in *Escherichia coli* CC118lpir. Transformant clones secreting PhoC enzyme were selected and characterized, using a histochemical assay based on an indicator medium. Zymograms were also developed in order to visualize the protein bands having phosphatase activity. The recombinant construction pLF17 will be used to stable chromosomal integration of the *phoC* gene in Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) destined for environmental applications.

INTRODUCTION

Plant growth promoting rhizobacteria can exert a beneficial impact on plant growth and development in two different ways: indirectly or directly (Glick, 1995). The indirect promotion occurs when these bacteria decrease or prevent some of the deleterious effects of a phytopathogenic organism (Sivan and Chet, 1992). On the other hand the direct promotion generally entails providing the plant with a compound that is produced by the bacterium or facilitating the uptake of nutrients from the environment (Glick *et al*., 1999). This is the case of phosphate solubilizing bacteria, which increase phosphorous uptake by plant and crop yield. Acid phosphatases play a major role in the mineralization of organic phosphorous in soil, so genetic manipulation by means of recombinant DNA technology seems to offer feasible approaches for obtaining improved phosphate solubilizing strains (Rodríguez and Fraga, 1999; Fraga *et al*., 2001). The *phoC* gene codes for a *Morganella* morganii acid phosphatase. The objective of the present work was the subcloning of this gene in an appropriate vector that permits stable chromosomal integration of this gene in plant growth promoting rhizobacteria. This aims will avoid the horizontal transfer of the inserted gene in soil and prevent the risk of metabolic load caused by the presence of the plasmid in the cell.

MATERIALS AND METHODS

Bacterial Strains and Culture Conditions

Escherichia coli MC1061 and *Escherichia coli* CC118lpir were grown in LB broth (in gl^{-1}: Bacto-tryptone, 20; yeast extract, 5; NaCl, 0.5; pH 7) and on LB Agar (LB supplemented with 1.5 % agar). Ampicillin (Ap) and potassium tellurite (K_2TeO_3) were used at 100 mg/ml and 60 mg/ml, respectively in the selective medium with these compounds.Liquid cultures were incubated at 37°C in an orbital shaker at 175 rpm. Growth was followed through the absorbance changes at 600 nm.

Plasmids

pPM12R Ap^r, 4.158-kb; derivative of pBluescript SK+/- Stratagene harboring a 1.2-kb fragment from a library of *Morganella morganii* that codes for the PhoC acid phosphatase) (Thaller et al., 1994), **pUC18Not** (Ap^r as pUC18 but multiple cloning site flanked by *Not*I sites) (Sanchez-Romero et al., 1998), **pLR1** (Ap^r, 3.8-kb; identical to pUC18Not but with the *phoC* gene ligated to the *Eco*RI site), **pJMT6** (Ap^r, 8.2-kb pUT/mini-Tn5 $TelK^r$) (Sanchez-Romero et al., 1998), **pLF17** (9.4 kb; Identical to pJMT6 but with the *phoC* gene ligated to the *Not*I site) (This study).

Recombinant DNA techniques

Plasmids were purified using the alkaline lysis method, essentially as described by Sambrook *et al*., (1989a). Restriction enzymes and T_4 DNA ligase (New England Biolab) were used according to the manufacturer instructions. Ligation reactions were carried out in a total volume of 10 µl and with a stequiometric ratio of 5:1 (insert:vector), by overnight incubation at 16°C. Preparation of competent cells and transformation were carried out according to Sambrook *et al*., (1989b).

Construction of the recombinat plasmid

In order to construct the delivery vector for the integration of the *phoC* gene in the bacterial chromosome, vector pPM12R was *Eco*RI digested and the released fragment was cloned in vector pUC18*Not* digested with *Eco*RI too. The purpose of this cloning was to flank the *phoC* gene with *Not*I restriction site. The ligation product was transformed in *E.coli* MC1061 and plated on LB medium supplemented with Ap. This construction (pLR1) was then digested with *Not*I to release the *phoC* gene ready to be ligated to vector pJMT6 previously digested with *Not*I. In this way it was generated a minitransposon harbouring the *phoC* gene and with $TelK^r$ as the only selection marker (borne by pJMT6). The ligation product (pLF17) was transformed in *Escherichia coli* CC118lpir and plated on LB medium supplemented with Ap and potassium tellurite.

Detection of acid phosphatase activity and SDS-PAGE (Zymogram)

To detect the expression of the gene *phoC* in plates by PhoC enzyme secretion, an indicator medium, based on an histochemical detection system described by Thaller et al.,

(1994) was used. This medium was prepared by the addition of phenolphthalein diphosphate (PDP, 2 mg/ml) and the stain methyl green (MG, 0.05 mg/ml) to LB agar. For the electrophoretic separation, intact cells were washed with normal saline solution and resuspended in this solution to an OD (600 nm) of 40. An aliquote of 40 μL of this suspension was mixed with 10 μL of the loading buffer and 20 μL from that mix were submitted to SDS-polyacrylamide gel electrophoresis (15%) (SDS-PAGE), according to Laemmli (1970). To visualize the bands corresponding to the total proteins, gels were stained with Coomassie Brilliant Blue R-250. For the detection of bands with phosphatase activity (Zymogram), the technique described by Thaller *et al*., (1994) was followed, using PDP as substrate and MG as stain.

RESULTS AND DISCUSSION

Expression of the *phoC* gene in *E. coli* CC118lpir

Characterization of transformant clones

After the transformation of the recombinant plasmid in *Escherichia coli* CC118lpir a frequency of $1.4x10^5$ colony forming units (CFU)/μg of DNA was obtained by growth on the selective medium.

Some putative transformant clones were selected for further characterization. Plasmid were extracted and digested with different restriction enzymes. One of the transformants, assigned as F17, harboured a plasmid (pLF17), which showed the expected size for the construction resulting from the union of vector pJMT6 with fragment *phoC Not*I flanked (9.4 kb). After digestion with *Not*I, plasmid pLF17 was split in the two corresponding elements that formed it, giving rise to a fragment of approximately 8.2 kb (pJMT6) and another one of 1.2 kb (*phoC* gene). On the other hand digestion with *Sma*I pLF17 gave rise a fragment of approximately 7.8 kb and another one of 1.6 kb which confirmed the expected size of the construction. Based on these results the restriction map of pLF17 plasmid was drawn (data not shown).

Phosphatase activity

After growth on plates with the phosphatase indicator medium, *E. coli* CC118lpir showed a white-yellowish colour, which suggest that the level of expression was too low to be detected by this plate assay (Fig. 1B). On the other hand, a dark green coloration was observed in *E. coli* CC118lpir F17 (pLF17) strain, showing the pho^+ phenotype (see Fig. 1A). This qualitative method evidenced that the *M. morganii phoC* gene was expressed and the PhoC enzyme secreted to the culture medium. . This coincides with the results of Thaller *et al*., (1994) who detected that *E. coli* DH5a harbouring the *phoC* gene was able to secrete to the culture medium the PhoC enzyme, which its deduced amino acid sequence of its amino-terminal region showed features resembling those of procaryotic signal sequences for protein export to the periplasmic space (Oliver, 1985).

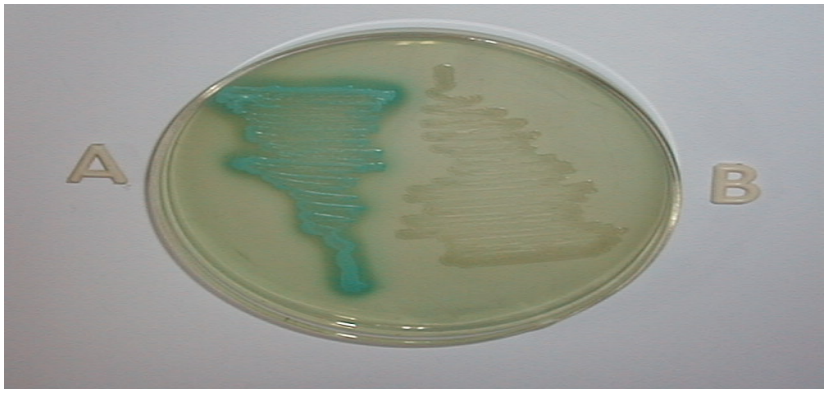


Fig. 1. Histochemical detection of acid phosphatase activity in an indicator medium based on LB agar supplemented with Phenolphtalein di phosphate and methyl green.
A- *E. coli* CC118lpir harbouring the recombinant plasmid pLF17
B- *E. coli* CC118lpir without any plasmid

The figure. 2 shows the result of the SDS-polyacrilamide gel electrophoresis (PAGE) of total proteins as well as the zymogram pattern for the detection of the phosphatase activity.
The *phoC* ORF (open reading frame) is preceeded by putative promoter sequences, and a 9 pb inverted repeat, which could function as a rho-independent transcription terminator, is located downstream of the ORF (Thaller *et al*., 1994). *E. coli* CC118lpir F17 (pLF17) was able to produce a band of 25 kDa, which corresponds to the PhoC band of *E. coli* MC1061 PM12R (pPM12R). This result indicates that *Morganella* DNA sequences located upstream of the *phoC* gene promote its transcription in *E. coli* CC118lpir F17. This coincides with the results of Thaller *et al*., (1994) who detected that *E. coli* DH5a harbouring recombinant plasmids which included the *phoC* ORF showed strong acid phosphatase activity and produced the PhoC protein, independently of the insert orientation and of the presence of *E. coli* promoter sequences located near the insert junctions. In *E. coli* CC118lpir without plasmid it was not detected any band.

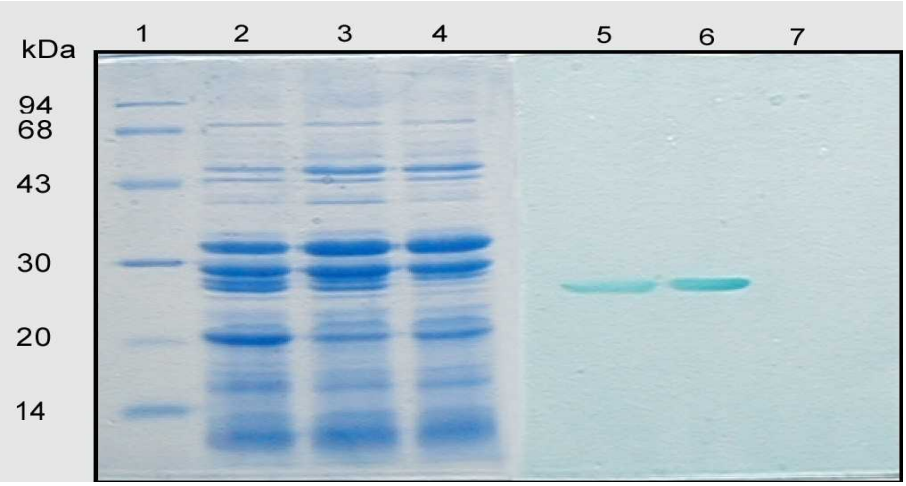


Fig. 2. SDS-PAGE analysis of proteins and zymogram for phosphatase activity from *E. coli* transformants.
Lane 1: Protein size markers
Lanes 2 to 4: Coomassie-Blue-stained whole cell protein preparation of *E. coli* MC1061 PM12R (pPM12R), *E. coli* CC118lpir F17 (pLF17) and *E. coli* CC118lpir without plasmid.
Lanes 5 to 7: *E. coli* MC1061 PM12R (pPM12R), *E. coli* CC118lpir F17 (pLF17) and *E. coli* CC118lpir without plasmid, respectively. Zymogram developed for phosphatase activity against PDP and MG at pH 6.0.

CONCLUSIONS

- An integration vector (pLF17) harbouring a gene encoding the PhoC acid phosphatase of *M. morganii*, was constructed.
- A transformant clone (*E. coli* CC118lpir F17) harbouring the integration vector pLF17, was obtained.
- The *phoC* gene is experssed in *E. coli* CC118lpir F17 and the PhoC enzyme secreted to the culture media.

REFERENCES

-Fraga, R., Rodríguez, H., González, T. (2001*), Acta Biotechnologica* Vol. 21, pp. 359-369.

-Glick, B.R. (1995), *Can. J. Microbiol*. Vol. 41, pp. 109-117

-Glick, B.R., Paten, C.L., Holguin, G., and Penrose, D.M. (1999), Biochemical and Genetics Mechanisms used by Plant Growth Promoting Bacteria. Imperial College Press, London, pp. 2.

-Laemmli, U. K. (1970), *Nature* (London) Vol. 227, pp. 680-685

-Oliver, D. (1985), *Annu. Rev. Micrbiol*. Vol.39, pp. 615-618.

-Rodríguez, H. and Fraga, R. (1999), *Biotechnology Advances* vol.17, pp. 319-339

-Sambrook, J., Fritsch, E.F. and Maniatis, T. (1989a), Molecular cloning: a laboratory manual. (Chris Nolan ed.). Cold Spring Harbor Laboratory, Cold Spring Harbor, N.Y.,pp. 1.25-1.28.

-Sambrook, J., Fritsch, E.F. and Maniatis, T. (1989b), Molecular cloning: a laboratory manual. (Chris Nolan ed.). Cold Spring Harbor Laboratory, Cold Spring Harbor, N.Y., pp. 2.94.

-Sánchez-Romero, J. M., Díaz-Orejas, R., and De Lorenzo, V. (1998*) J, Appl. Envirom. Microbiol*. Vol . 64, pp. 4040-4046.

-Sivan, A. and Chet, I. (1992), Environmental Microbiology (Mitchell, R., ed.). Wiley-Liss, (New York), pp. 335-354.

-Thaller, M. C., Berlutti, F., Schippa, S., Lombardi, G. and Rossolini, G. M. (1994), *Microbiology* Vol. 140, pp. 1341-1350.

CONVERSIÓN DE GLUCOSA A FRUCTOSA DEL JUGO HIDROLIZADO DE CAÑA DE AZÚCAR EN UN REACTOR DE FLUJO PISTÓN CON ISOMERASA INMOVILIZADA

Sánchez-Aguilar, R.
Solís-Fuentes, J. A.
Durán-de-Bazúa, M.C.*

Instituto de Investigación y Ciencias Básicas de la Universidad Veracruzana,
Xalapa, Veracruz. México.
E-mail: ricsanagui@hotmail.com , jsolis@bugs.invest.uv.mx
*Departamentos de Ingeniería Química y de Alimentos y Biotecnología. Facultad de Química, UNAM
Ciudad Universitaria, 04510 México, D.F.
E-mail: mcduran@servidor.unam.mx

ABSTRACT

The glucose-fructose enzymatic reaction in hydrolyzed sugar cane juice was investigated. The immobilized glucose isomerase was fixed in a packed-bed column, behaving as a plug flow reactor (FPR), and substrate was passed through it. The system temperature was 55-60°C and its pH value of 7.5. A Box-Behnken composed model using three variables: Flow, enzyme quantity, and glucose substrate concentration was used and the fructose concentration of the effluent was registered for obtaining the conversion percentage. The best conversion conditions in the FPR to obtain 41% of fructose for the juice were: Substrate flow of 0.4 L/h, glucose substrate concentration of 50.0 g/L, and 40 g of enzyme. The isomerisation process was modeled using surface response contour maps.

INTRODUCCIÓN

El dinamismo y diversificación de los mercados locales e internacionales de edulcorantes han puesto en jaque a la industria azucarera de un buen número de países productores de caña. En el caso de México, con una industria procesadora de caña casi exclusiva para la producción de sacarosa cristalina, con una tecnología de poca eficiencia y con un escaso aprovechamiento de los subproductos y derivados, aunado a una apertura amplia de su frontera a la importaciones de productos substitutos del azúcar de caña, la situación y perspectivas del complejo agroindustrial azucarero son sumamente críticas (Sánchez-Aguilar, 2001).

Las necesidades de reconversión de la agroindustria mexicana del azúcar han llevado importantes esfuerzos de investigación en un afán de fortalecer y consolidar su competitividad. Uno de éstos, del que forma parte el presente trabajo está dirigido a analizar alternativas para el proceso tradicional que le permitan lograr flexibilidad,

versatilidad y economía, a través de la producción de otros edulcorantes diferentes a la sacarosa, como los jarabes fructosados o altos en fructosa a partir de la caña de azúcar.

Desde un punto de vista teórico el problema es aparentemente sencillo y soluble. La molécula de sacarosa se desdobla mediante hidrólisis en una mezcla equimolecular de fructosa y glucosa, pudiéndose isomerizar la glucosa a fructosa y obteniéndose un producto con un poder edulcorante mayor que la sacarosa de inicio. Este planteamiento ha dado como resultado la producción de jarabes de fructosa a partir de la sacarosa cristalina, misma que conduce, al igual que las aplicaciones de la sacarosa en bebidas carbonatadas, en procesos redundantes de concentración-cristalización-solubilización y/o concentración, con gastos, entre otros, de gran consumo energético (Sánchez-Aguilar, 2001).

Un poco más complejo es plantear la producción de jarabes ricos en fructosa a partir de la caña de azúcar, mediante una derivación del proceso tradicional de fabricación de azúcar (Clark y García, 1969), realizando las modificaciones de hidrólisis e isomerización de estos carbohidratos antes y sin llegar a la cristalización de la sacarosa. Éste es el planteamiento del proyecto general de investigación del que deriva el presente análisis, así como otros estudios antecedentes (Gasca-León et al., 2000; Guillén-Villegas et al., 2002).

En función de lo anterior la presente investigación tiene los siguientes objetivos: 1) Analizar la conversión de glucosa-fructosa de jugos de caña hidrolizados enzimáticamente y compararla con la que se obtiene de soluciones de glucosa pura en un reactor de flujo pistón (RFP) con glucosa isomerasa inmovilizada, y 2) Estudiar el efecto de las variables de flujo, cantidad de enzima empacada y la concentración de glucosa en el jugo de entrada, en la conversión de glucosa a fructosa durante la operación del reactor enzimático (RFP), utilizando una metodología de superficie de respuesta.

MATERIALES Y MÉTODOS

Muestreo

Las muestras de jugo de caña clarificado se obtuvieron de la empresa o ingenio "Mahuixtlán", ubicado en el municipio de Coatepec, Veracruz, México. El jugo fue recolectado del final de la etapa de clarificación del proceso tradicional de fabricación de azúcar de caña. Las muestras se enfriaron y almacenaron en un congelador hasta su procesamiento y/o análisis.

Caracterización fisicoquímica de las muestras

A las muestras se les determinaron: Sólidos solubles (°Brix,) con un refractómetro manual, marca Warner–Lambert Technologies, modelo Kenne NH, que permite la lectura directa de los grados Brix; valor de pH, mediante el método potenciométrico con un aparato marca Conductronic, modelo 20; contenidos de sacarosa, glucosa y fructosa con un cromatógrafo de líquidos marca Varian, modelo 9012, provisto de una columna APS y detector de índice de refracción, modelo 350, con una fase móvil de acetonitrilo-agua 85:15, con un flujo de 1 mL/min y a una presión de 0-6 atm.

Purificación e hidrólisis enzimática del jugo

Las muestras de jugo claro fueron acondicionadas para la hidrólisis enzimática de la sacarosa mediante la remoción de compuestos cromóforos usando un tratamiento con carbón activado según la metodología descrita por Guillén-Villegas et al. (2002) y posteriormente hidrolizadas con la enzima invertasa (Sigma, Chem.Co.), de acuerdo con lo descrito por Gasca-León et al. (2000). Para realizar la hidrólisis del jugo, las muestras se acondicionaron a 24°Brix y a un valor de pH de 4.5 para posteriormente hacerlas reaccionar con la enzima en una proporción de 0.80% de enzima por peso de sacarosa, durante un tiempo mínimo de 15 minutos.

Obtención de jugo rico en glucosa para isomerización

La mezcla de azúcares glucosa + fructosa obtenida durante la hidrólisis fue objeto de un procedimiento de separación de fructosa para enriquecer la solución en su contenido de glucosa y proceder a la isomerización de la glucosa a fructosa. Esto se realizó de acuerdo con las recomendaciones de Bichsel et al. (1981) y de Hernández-Domínguez (2001). El método consiste en provocar, mediante reacción con hidróxido de calcio, un complejo insoluble en el jugo hidrolizado de fructosa-calcio, separable mediante filtración y con posibilidad de recuperar la fructosa atrapada mediante su resolubilización con ácido fosfórico. La fracción de filtrado después de la remoción del complejo fructosa-calcio, es de una concentración mucho más alta en glucosa, adecuada para la isomerización.

Isomerización de soluciones de glucosa pura y de jugos ricos en glucosa

Se construyó un dispositivo cuya operación fuera similar a la de un RFP con ayuda de una columna de vidrio de 82 mL de volumen de trabajo provista con una llave, con un aparato de recirculación con regulación termostática marca PolyScience Lab-Tech, modelo 911. La columna se empacó con cantidades variables, según el diseño experimental, de la enzima glucosa-isomerasa (Sweetzyme T, Novo Co.) y se acondicionó con una chaqueta para el control de la temperatura de reacción. El reactor se operó a una temperatura constante de 55°C y el jugo hidrolizado rico en fructosa se alimentó por la parte superior de la columna a flujos determinados por el modelo experimental a un pH de 7.5. Este mismo arreglo se utilizó para isomerizar soluciones de glucosa pura.

Diseño experimental

Se utilizó un modelo experimental de Box-Behnken (Montgomery, 1991) que, como se sabe, es muy eficiente. Fue mejorado con la combinación de diseños factoriales 2^K y de bloques incompletos. Las variables consideradas fueron: X_1, flujo volumétrico del sustrato (L/h), X_2, Concentración de glucosa en el jugo (g/L) y X_3, cantidad de enzima empacada (g). La variable de respuesta, Y, es el porcentaje de isomerización de glucosa a fructosa. El diseño factorial 2^3 se inició con valores para los niveles de cada factor de flujos de 0.6 y 0.2 L/h; concentración del sustrato de 50 y 100g/L y gramos de la enzima de 20 y 40 g. Al diseño se le aumentaron suficientes puntos extras (2n + 1) capaces de ajustarlo a un modelo de segundo orden. El diseño cuenta con tres réplicas del punto central. El punto central para cada factor fue de un caudal de 0.4 L/h; con una concentración de 75 g/L y una cantidad de 30 g de enzima inmovilizada que representa aproximadamente una altura de 3/4 partes de la columna.

Análisis estadístico

Los resultados experimentales se ajustaron, con ayuda del paquete Statistica (StatSoft, 1998), al modelo de regresión de segundo orden. El modelo ajustado fue objeto de análisis canónico y de superficie de respuesta mediante el paquete de cómputo mencionado antes. La ecuación es la siguiente:

$$Y = b_0 - b_1X_1 + b_2X_1^2 - b_3X_2 + b_4X_2^2 - b_5X_3 - b_6X_3^2 + b_7X_1X_2 - b_8X_1X_3 - b_9X_2X_3$$

Análisis de superficie de respuesta

Se caracterizó la superficie de respuesta mediante la consideración de los valores propios (Eigenvalues) obtenidos del modelo canónico y se construyeron gráficas de contorno que permiten analizar los porcentajes de isomerización a diferentes valores de las variables estudiadas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las muestras del jugo claro obtenidas de la empresa tuvieron una concentración de sólidos solubles de 15°Brix, un valor de pH de 6.5, 13% de sacarosa aparente y una

transmitancia, medida a 460 nm, de 4.0%. Las muestras se trataron con carbón activado y fueron acondicionadas, mediante evaporación hasta 23.5°Brix y 23% de sacarosa aparente. Para efectuar la hidrólisis enzimática de la sacarosa del jugo así preparado, el pH se ajustó a un valor de 4.6%, lográndose un porcentaje de inversión de aproximadamente 98%, con un contenido de glucosa, fructosa y sacarosa de 11.36, 11.42 y 0.25 g/100 mL de jugo invertido, respectivamente. Las muestras de jugo hidrolizado se trataron con hidróxido de calcio en un relación molar de hidróxido:fructosa de 2.5:1, mismo que permitió remover la fructosa del jugo, obteniéndose un jugo hidrolizado rico en glucosa. Este procedimiento de separación, que permite la recuperación posterior de la fructosa acomplejada solubilizándola en medio ácido, requiere efectuar una filtración y lavados del complejo calcio fructosa, lo que origina una dilución del filtrado que es la fracción del jugo rico en glucosa. Este filtrado tuvo 7.89 g de glucosa/100 mL y 0.5036 g de fructosa/100 mL de jugo. Esta fracción de jugo filtrado fue la base para la preparación de las muestras sujetas a isomerización con concentraciones de glucosa delineadas por el diseño experimental.

La tabla 1 muestra los resultados de la isomerización en el RFP de las muestras de jugo de caña hidrolizado, rico en glucosa y, con fines de comparación, los resultados también, de la isomerización de la glucosa en muestras de soluciones de glucosa pura. Esta misma tabla muestra el arreglo y niveles de las variables acordes con el modelo de Box-Behnken. En ella puede observarse que, en lo general, las muestras de jugo logran un menor eficiencia en la conversión glucosa a fructosa que las correspondientes soluciones puras de glucosa. La corrida número 10, por ejemplo, con un flujo de sustrato de 0.4 L/h, una concentración de glucosa d e 50 g/L y un total de enzima empacada de 40 g, logró, en el caso de las soluciones de glucosa, una conversión a fructosa de 44.15%, mientras que para el jugo hidrolizado rico en glucosa permitió una conversión a fructosa de 41.19%.

El análisis de regresión de acuerdo con el modelo propuesto resultó en la siguiente ecuación ajustada, con un coeficiente de correlación de 0.753: $Y= 28.3281 - 68.8493X_1 + 41.5414X_1^2 - 0.1458X_2 + 0.0025X_2^2 + 1.4044X_3 - 0.0113X_3^2 + 0.0342X_1X_2 + 0.7437X_1X_3 - 0.0090X_2X_3$. La ecuación canónica correspondiente a este modelo ajustado es: $Y = 33.23884 + 41.54469\ W_1^2 + 0.003686\ W_2^2 - 0.015811\ W_3^3$. Con unas coordenadas del punto central de X_1 (0,0.44340), X_2 (0, 95.51349) y X_3 (0, 38.65004). La interpretación del modelo canónico respecto a la superficie de respuesta es de que se trata de un modelo de silla de montar, no existiendo, por tanto, dentro de los valores de las variables ensayados un valor óptimo global.

Tabla 1 Porcentajes de isomerización de glucosa a fructosa en RFP para soluciones puras de glucosa y para jugos hidrolizados de caña de azúcar ricos en glucosa

	Factores			Soluciones de glucosa		Jugo rico en glucosa	
	X_1 L / h	X_2 g / L	X_3 G	Glucosa (%)	Fructosa (%)	Glucosa (%)	Fructosa (%)
1	0.2	50	30	56.83	43.16	59.98	40.10
2	0.2	100	30	57.00	42.99	61.72	38.27
3	0.6	50	30	67.24	32.75	67.68	32.31
4	0.6	100	30	64.80	35.19	68.83	31.17
5	0.2	75	20	55.60	44.39	66.44	33.55
6	0.2	75	40	60.17	39.82	66.87	33.12
7	0.6	75	20	62.65	37.34	70.56	29.43
8	0.6	75	40	60.13	39.86	65.04	34.95
9	0.4	50	20	72.00	28.00	74.69	25.30
10	0.4	50	40	55.84	44.15	58.81	41.19
11	0.4	100	20	76.46	23.53	71.33	28.66
12	0.4	100	40	67.40	32.60	64.46	35.53
13	0.4	75	30	66.48	33.51	68.64	31.35
14	0.4	75	30	67.17	32.82	66.16	33.83
15	0.4	75	30	66.18	33.81	68.52	31.47

CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos en el presente trabajo es técnicamente factible isomerizar la glucosa del jugo de caña de azúcar, previamente hidrolizado y enriquecido en glucosa con la enzima glucosa isomerasa inmovilizada, en un reactor tipo flujo pistón, RFP. No obstante, los tratamientos previos de clarificación del jugo, como se realizan en el procesamiento industrial tradicional, incluyendo el tratamiento con carbón activado y la separación de la fructosa, no permiten contar con un sustrato que lleve a cabo una isomerización con el mismo nivel de eficiencia que resulta cuando se provoca la reacción de isomerización en sustratos de soluciones puras de glucosa. Sin embargo, a pesar de estas limitantes, se logran conversiones cercanas al punto de equilibrio de la reacción glucosa-fructosa, que es del 50%.

Estos resultados señalan la necesidad de realizar mayor investigación en cuanto dilucidar los factores que inciden sobre los niveles de conversión durante la isomerización de los jugos hidrolizados de caña ricos en glucosa, como pueden ser el análisis de la presencia de inhibidores enzimáticos y el efecto de otras variables como el pH y la temperatura sobre la reacción.

REFERENCIAS

Bichsel, E. S., Dark, N. F. y Eagan-Wang, Y. (1981) “Production of Fructose and Useful By–Products”. United States Patent No. 4 263 052. Washington, D.C., EEUUA.

Clark J. A. y García L. F. (1969) “El proceso de fabricación de azúcar crudo”. Ciencia-Técnica. Instituto del Libro. La Habana, Cuba.

Gasca-León, M., Solís-Fuentes, J.A. y Durán-de-Bazúa, M.C. (2000) “Hidrólisis enzimática de sacarosa en jugos de caña de azúcar en reactores intermitentes. *Sugar y Azúcar* Vol.95(3), pp. 34-42,44

Guillén-Villegas, R., Solís-Fuentes, J.A. y Durán-de-Bazúa, M.C. (2002) “Color removal in sugarcane juice using DEAE-bagasse: a surface response analysis” *Int. Sugar J*. (En prensa).

Hernández-Domínguez, J. (2001) “Separación de fructosa de melazas de caña por acomplejamiento con hidróxido de calcio” Tesis Profesional. Facultad de Ingeniería Química. Universidad Veracruzana. Xalapa, Ver., México.

Montgomery, C. D. (1991) “Diseño y Análisis de Experimentos”. Iberoamérica. México, D.F. México.

Sánchez-Aguilar, R. (2001) “Estudios preliminares para la conversión glucosa-fructosa en jugo hidrolizado de caña de azúcar, mediante un reactor con isomerasa inmovilizada. Tesis Profesional. Facultad de Ingeniería Química. Universidad Veracruzana. Xalapa, Ver., México.

StatSoft (1998) “Statistica”. Manual del usuario. Triangle Park, EEUUA.

CRECIMIENTO DEL HONGO *PAECILOMYCES FUMOSOROSEUS* MEDIANTE FERMENTACIÓN EN ESTADO SÓLIDO

Ofelia Díaz, Angela *
López, Maite
Capote, Pastor
Reynosa, Mercedes

Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar. (ICIDCA-CUBA-10).Vía Blanca 804 y Carretera Central. P.O. Box 4026, Ciudad de la Habana, Cuba
E-mail: cuba10@quivican.esihabana.cu

ABSTRACT

Paecilomyces fumosoroseus fungus has benn reported as efficient pest control of white fly (Bemisia tabaci) in vegetable cultivations at international level,. which cause several damage in tropical and subtropical countries. However the use of fungus as control pest has benn limited on account of low cost method in the resistent espores production. The objetive of this paper is to study the Solid State Fermentation parameters (pH, bulk density, inoculum density, moisture content) and kinetic growth in laboratory packed beed columns.

The spores production was 8 x 10^8. spores/g and the parameters were moisture content 60 %, pH 6 – 6.5, inoculum demsity 10^7 spores/g, temperature 30 ^oC, rate air 1 l/min kg wet substrate. Bulk density has not influence in the values studied.

INTRODUCCIÓN

Varios microorganismos han sido utilizados para estos fines (*Paecilomyces lilacinus*, *Beauveria bassiana*, *Pseudomona*,. *Verticillium lecanii)* llegando a obtenerse un polvo estable y viable en todos los caso utilizando la Fermentación Sumergida. En cambio cuando se utilizó el hongo *Paecilomyces fumosoroseus* los resultados esperados en cuanto a la estabilidad del preparado obtenido no resultaron satisfactorios.

De acuerdo a estos resultados nos dimos a la tarea de realizar estudios con este microorganismo utilizando la Fermentación en Estado Sólido (FES) ya que estos hongos producen mayoritariamente conidios, que es la forma natural de crecimiento de los mismos por presentar paredes mucho más rugosas que le confieren una mayor estabilidad y resistencia (Eyal, 1994).

La FES ha sido utilizada para la producción en masa de esporas con fines diversos: Transformación de compuestos orgánicos como esteroides, antibióticos, ácidos grasos y carbohidratos. Obtención de olores y sabores en alimento (Mudgett, 1986) y biopesticidas (Auld, 1991).

En un trabajo precedente (López, 2000), se determinó el medio de cultivo adecuado comprobándose que utilizando la FES se lograba una buena estabilidad del producto obtenido. El objetivo del presente trabajo es estudiar los parámetros de la FES (pH,

densidad de empaque, densidad de inóculo, humedad), así como la cinética de producción de esporas del hongo *P. fumosoroseus*, utilizando columnas de laboratorio.

MATERIALES Y MÉTODOS

Microorganismo.

Se utilizó una cepa del hongo *Paecilomyces fumosoroseus*, suministrada por la micoteca del Instituto de Investigaciones Fundamentales de Agricultura Tropical. (INIFAT). La cepa fue crecida en un medio optimizado por Álvarez (1997) compuesto por miel final de caña y fosfato de amonio en una zaranda rotatoria a 200 r.p.m. y $28 \pm 2\ ^0$C durante 72 horas para obtener un inóculo con mas de 10^8 esporas/ml. La inoculación se realizó a razón de 10^7 esporas/g de sustrato y se incubaron a 30 ºC durante 7 días, al término de los cuales se realizó el conteo de esporas viables en medio PDA

Se utilizó la variante Bagacillo con 10 % ART + Fosfato de amonio como sustrato para la fermentación sólida según López, 2000. Los ART fueron suministrados con miel final de caña diluida 1:1. La humedad fue ajustada a la hora de inocular.Se utilizó el dispositivo presentado por Raimbault, (1980), Huerta (1984) y Roussos S. (1985) y lo constituyen columnas de vidrio de 4 cm de diámetro y 20 cm de altura con un volumen útil de 250 ml.

Las columnas cargadas con el sustrato son puestas en una incubadora que permite la regulación de la temperatura que en este caso es de 30 ^{o}C. El aire suministrado es humidificado dos veces a temperatura de incubación. El flujo se controla por medio de válvulas, siendo de 1 l/min. por kg. de sustrato.

Se realizaron las siguientes determinaciones analíticas: Conteo al microscopio, Masa seca gravimétrica, Conteo de esporas viables en medio PDA, Azúcares reductores totales y pH.

Para los análisis de los parámetros estudiados se realizaron planes factoriales procesados por el programa estadístico STATGRAPHICS PLUS 2.1. El parámetro de respuesta analizado fue la producción de esporas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se realizó un plan factorial 2^3 donde las variables a analizar fueron pH (5.5 – 6.5), densidad de inóculo (10^7 – 10^8esp/g) y humedad (50 – 60%) para ver el efecto sobre la producción de esporas

En la tabla 1 se presentan los resultados obtenidos en el plan factorial 2^3, según se aprecia los mejores resultados se obtienen en las corridas No. 6, 7 y 8, ya que se alcanza el mayor conteo de esporas viables correspondiendo a los valores de 60 % de humedad. Durante el proceso de fermentación los valores de pH y humedad prefijados no sufrieron variación apreciable. Cada resultado es la media de 3 réplicas.

Tabla 1. Resultados promedios de los parámetros evaluados en el plan factorial 2^3 al cabo de 7 días de crecimiento de *P. fumosoroseus* en FES

Corrida	PH	% humedad	UFC/g
1	4.92	52.6	8×10^7
2	5.05	52.9	9×10^7
3	5.07	56.6	1.6×10^8
4	4.90	55.9	1.6×10^8
5	4.51	60.6	4.9×10^8
6	5.09	59.1	7.4×10^8
7	4.37	60.2	8.3×10^8
8	5.7	60.2	7.4×10^8

El análisis del polinomio haciendo referencia a la producción de esporas (Y) se detalla a continuación:

$Y = 4.14e8 + 2.91e8X_3$

Según el polinomio obtenido sólo fue significativo la variable X_3 (Humedad) como puede observarse en la figura 1. De acuerdo al test de ANOVA, este coeficiente es el único que presenta un valor de $p<0.05$. Lo que nos indica que la producción de esporas se ve afectado cuando trabajamos con valores de humedad por debajo de 60 %. El rango de pH estudiado no tiene influencia en la producción de esporas.

Con los resultados obtenidos en este plan nos dimos a la tarea de realizar un plan factorial 2^2 y para ello le dimos valores extremos a las variables: pH (4.5 – 7.5) y densidad de inóculo (10^6 - 10^7) para corroborar su efecto sobre el crecimiento y la producción de esporas de *P. fumosoroseus*.

En la tabla 2 se presentan los resultados obtenidos en el plan factorial 2^2, según se aprecia los mejores resultados se obtienen en la corrida 4, ya que se alcanza el mayor conteo de esporas viables. Al final de la etapa de crecimiento del hongo el pH tiende a estabilizarse alrededor de 6.

Tabla 2. Resultados promedios de los parámetros evaluados en el plan factorial 2^2 al cabo de 7 días de crecimiento de *P. fumosoroseus* en FES

Corrida	PH	% humedad	UFC/g
1	4.70	61.6	1.1×10^8
2	4.95	62.0	1.5×10^8
3	5.78	60.6	2.0×10^8
4	5.93	61.9	8.1×10^8

Conteo de esporas viables:

$Y = 3.13e8 + 1.61e8X_1 + 1.81e8X_2 + 1.38e8X_1X_2$

Según el polinomio obtenido las dos variables analizadas fueron significativas (pH y densidad de inóculo) como puede observarse en la figura 2. De acuerdo al test de ANOVA, estos coeficientes presentan un valor de $p<0.05$. Además la interacción de ellas fue incluida en el modelo por tener un coeficiente muy cercano a 0.05 (0.0597).

Este resultado nos corrobora que para el crecimiento y esporulación del hongo *P. fumosoroseus* debemos mantener el pH en el rango de 6 – 6.5 que es el optimo y además

trabajar con un nivel de inóculo de 10^7 esporas/g soporte húmedo. Niveles inferiores de inóculo facilitan el desarrollo de contaminantes y disminuyen los rendimientos (Soccol, 1992). Para niveles por encima de 10^8 esporas/g se producen efectos de inhibición en la germinación de las esporas (Barrios-González, 1993).

Se utilizaron dos densidades de empaque diferentes 104 y 138 kg/m^3 para ver la posible influencia de esta variable en el crecimiento del hongo *P. fumosoroseus.* De acuerdo a los resultados obtenidos podemos decir que la densidad de empaque en los valores estudiados no presenta diferencias significativas en la producción de esporas, al igual que se mantuvo la humedad prefijada y los valores de rendimiento de fermentación se obtuvieron en el rango estudiado. Con el objetivo de determinar la cinética de producción

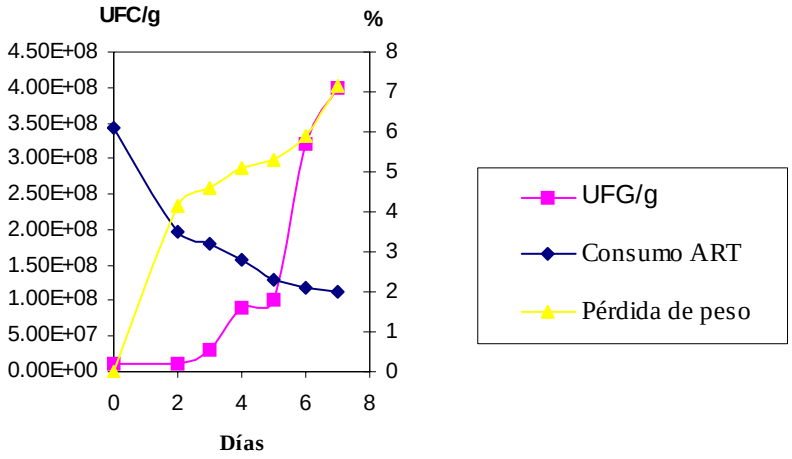


Fig. 1. Cinética de crecimiento de P. fumosoroseus

de esporas se realizó una experiencia cuyos resultados se reflejan en la figura 1.

Como puede apreciarse durante la fermentación se consumen los azúcares, lo que permite un crecimiento adecuado del microorganismo. Existe una pérdida de peso que corresponde con el consumo del sustrato, esto se observa en el gráfico 3 donde podemos constatar que esto ocurre hasta aproximadamente el 5to día. El incremento en la producción de esporas ocurre precisamente cuando hay un agotamiento del consumo de sustrato, donde el microorganismo está en condiciones de generar las esporas. De acuerdo al gráfico 1a producción de esporas no parece que termina a los 7 días por lo que sería interesante continuar la fermentación.

CONCLUSIONES

- Se determinaron las condiciones de crecimiento para obtener en fase sólida un crecimiento de 8 x 10^8 esporas/g, las mismas fueron: humedad 60%, pH 6 - 6.5 y nivel de inóculo 10^7 esporas/g soporte húmedo. La temperatura de 30°C y el flujo de aire de 1 l/min por Kg. de sustrato resultan adecuados en la fermentación de este microorganismo.
- La densidad de empaque en los valores estudiados no afecta la producción de esporas del hongo *P. fumosoroseus.*

- La producción máxima de esporas del hongo *P. Fumosoroseus* es mayor de 7 días de crecimiento para las condiciones de experimentación estudiada.

REFERENCIAS

Álvarez**,** R. M.; Gómez, E.; San Juan, A.N. y Lemes, T. (1997). "Crecimiento y esporulación de los hongos *Verticillium lecanii* y *Paecilomyces fumosoroseus* en cultivo sumergido". En: *Evento Nacional Científico de Bioplaguicidas*. EXPO CREE.

Auld, B.A. (1991). Mass production, formulation and application of fungi as biocontrol agents. En: *Biological control of locust and grasshoppers* (Proceedings of a Workshop held at the Inetrnational Institute of Tropical Agriculture, Cotonou, Republic of Benin, 29 April - 1 May 1991, Lomer, C.J. y Prior, C. (Eds.), C A B International, Section IV: pp.219 – 229.

Barrios-González, J. H. González, H. y Mejia, A. (1993) Effect of particle size, packing density and agitation on penicillim production in solid state fermentation. *Biotechnol. Adv*., vol.11, pp. 539 – 547.

Eyal, J. y cols. (1994). Pathogenic fungal preparations for pest control. Patente VSP .5, pp. 360 607.

Huerta Ochoa S; (1984). Efecto de la transferencia de masa y la acumulación de calor metabólico en la fermentación de cultivos sólidos, Tesis maestría en Ciencias, Ingeniería Química, UAM-I, México, pp. 106.

ICIDCA**.** (1979). Manual de Técnicas Analíticas, ICIDCA.

López, P., Díaz A.O., y Capote M. (2000). "Estudio de la estabilidad del hongo *Paecilomyces fumosoroseus* por fermentación en estado sólido" Informe punto control Proyecto. Control de la Mosca Blanca en cultivo en interés económico en Cuba. ICIDCA. *Informe Interno*

Mudgett, R. E. (1986). Solid-state fermentations. En: Manual of Industrial Microbiology and Biotechnology, Demain A.L. y Solomon, N.A. (Eds.), American Society for Microbiology, Washinton, Cap. 7, pp. 66-83.

Raimbault, M., (1980). Fermentation en Milieu Solide.Croissamce de champpignon filamenteux sur substrat amilacé, These Doct. En Sci,. Université Paul Sabaatier, Toulouse, France, 291 p.

Roussos S. (1985) Croissance de *Trichoderma harzanium* par fermentation en milieu solide: phiisiologie, sporulation y production de cellulases, Thése Doct. En Sci, Université de Provence, France, p.193.

Soccol, C. R. (1992). Phisiologie et metabolisme de *Rhizopus* en culture solide et submergée en relation avec la degradation d´amidon cru et la production d´acide L(+) lactique. These Doctorat. Université de Technologie de Compiegne. Francia, p. 218.

CRUDE WAX EXTRACTION FROM FILTER CAKE IN STIRRED TANK

Villar, Jose
García, Miguel A
García, Alberto

ICIDCA, Vía Blanca 804, La Habana, Cuba,
E mail: **villar@icidca.edu.cu**

ABSTRACT

Swenson's process for crude wax extraction from filter cake, a by-product from cane sugar production, has several disadvantages i.e, high consumption of energy and solvent and enormous volume of waste.

Crude wax extraction from filter cake in stirred tank as an alternative of Swenson's process is studied. Effect of different factors on the extraction process as temperature, time extraction and stirrer speed were investigated.

The advantages of the two stages countercurrent process versus the batch single stage using stirred tank in wax extraction from filter cake was demonstrated.

INTRODUCTION

Sugar cane wax comprises a mixture of long chain fatty acids, alcohols, esters, aldehydes and ketones, together with a range of hydrocarbon and resin components. Sugar cane wax is normally considered as containing[1] a "wax" fraction, an "oil" fraction and a "resin" fraction, the former comprising the carboxylated components of the mix and the latter two the hydrocarbon component thereof .

The overall sugar cane crude wax is extracted from the filter cake derived from cane sugar production by using solvent extraction techniques (García, 1988; Mörl, 1952). Refined wax is recovered by separation of oil and resin fractions from crude wax (Hatt, 1958) . Refined wax has several industrial uses(Shrivastava, 1995) which includes: pharmaceutical, polishes, varnishes, lubricants, corrosion protection, food preservation, printing ink, carbon paper and others.

The extraction of crude wax was early studied by Balch (Balch,1945) Swenson (Swenson,1948) and Merz (Merz, 1951) they investigated the separation of the crude wax from filter cake by using hydrocarbon solvents such as commercial heptane and light petroleum fraction. Swenson´s process is the only one that is in used at present in Cuba for production of crude wax from filter cake. However, it has many disadvantages such as high consumption of energy and solvent, low extraction efficiency and enormous volume of waste.

The operation of Swenson´s extractor requires cake moisture of approximately 85%. This implies the addition of large quantity of water to the fresh filter cake (75 % moisture). On the other hand is well known the extraction process for production of vegetable oils from oilseeds[8] using a dry raw material containing 10-12 % moisture. The application of such process for extraction of crude wax from filter cake is limited by the drying of the cake from 75% moisture to 10 % moisture implying a high consumption of energy and additional non little investments.

The present work deals with the study of a system which permits the utilisation of fresh filter mud without drying or addition of water, obtaining good extraction efficiency, low consumption of energy and low volume of waste.

MATERIAL AND METHODS

The rotary vacuum filter cake is the waste by product obtained during the clarification and filtration process of sugar cane juice in the cane sugar production. Table I shows the average composition of filter cake from Cuban sugar mills(Cañete, 2000)

Table 1. Average composition of filter cake from Cuban sugar mills

Component	Dry basis (%)	Wet basis (%)
Raw protein	12 - 16	3.4
Benzene extract (wax, oil and resin)	10 – 14	2.5 – 3.5
Ashes	8 – 12	2 - 3
P_2O_5	3 – 5	0.75 – 1.3
CaO	2.5 – 5	0.63 – 1.3
Sucrose and reducing sugars	10 – 14	2.5 – 3.5
Cane pith	18 - 25	4.5 – 6.3
Others	25 - 35	6.3 – 8.8

Samples of filter cake from rotary vacuum filter with 75 % moisture and containing 8,9 % of crude wax were used in the experiment. The extraction solvent was commercial n-heptane.

Extraction of crude wax was carried out in jacketed stainless stirred tank of 1l capacity using a flat paddle agitator.

About 400 g of filter cake is placed in the extractor and crude wax is extracted, under different conditions. The extract is separated from the exhausted solids using a funnel with a hot water jacketed.

The extraction is carried out by using a batch single stage system and a two stages countercurrent process as is shown in figura 1

The variables, which had been taken into consideration in this study, were: 1. Time of extraction, 2. Stirrer speed (rpm), 3. Temperature, 4. The ratio of the solvent volume to the dry cake weight

The non-extracted crude wax content (Point M, figura 1) was determined from an exhausted filter cake sample by Soxhlet extraction technique.

Extraction efficiency was calculated by the following expression

$$E = (a - b / a)\ 100$$

Where: E: Extraction Efficiency

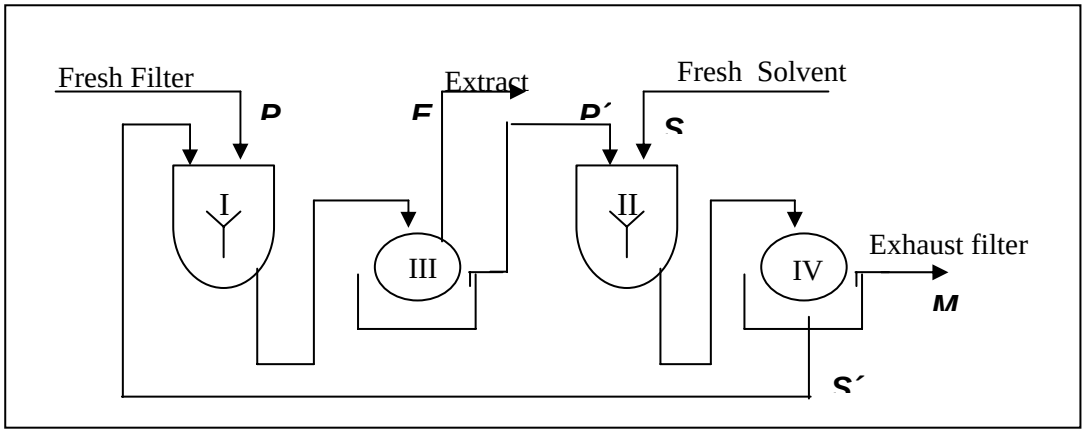
a: Crude wax in filter cake (Point P, Fig 1)

b: Crude wax in exhausted filter cake (Point M, fig 1)

Crude wax content is on a filter cake basis i.e. on a basis of material free from moisture and crude wax.

Figure 1. Countercurrent process for extraction of crude wax from rotary vacuum filter cake

E. E. Extract, S. Fresh Solvent, M. Exhaust Filter cake, I, II, Mixers, III,IV;Rotary-Vacuum Filters



RESULTS AND DISCUSSION

A previous test using single stage extraction process was carried out. From the results given in figura 2 it is found that there is not substantial increasing of extraction with time and maximum efficiency is about 64 %. These results also show little recovery of the crude wax when a batch single stage process is used.

The research result, using a two stages countercurrent extraction process is presented in following way:

1. 1. Effect of extraction time

The effect of time on the extraction process is given in figura. 3. From this data, it is obvious that there is little advantage in increasing processing time beyond 15 minutes, and keeping in mind capacity of the plant, an extraction time between 15 and 30 minutes can be considered as sufficiently adequate.

2. 2. Effect of agitation

Stirred speed in the range from 310 to 580 r.p.m was studied. The minimum stirred speed for homogeneous suspension in the extractor without sedimentation of material was 310 r.p.m. It is obvious from figura. 4 that there is a little increasing in efficiency with the increasing of stirred speed. It would appear that above 310 r.p.m. agitation is sufficient to achieve the rupture of the mud particles and to get the maximum contact of the solvent with the lipids.

DERIVATIZACIÓN DE LA CARBOXIMETIL CELULOSA ESFÉRICA (CM-CELEF)

Bordallo, E.[a]
Fragoso, A[b]
Rieumont, J[c]
León, V*
Hernández, R.*
Méndez Cuesta I.*

a-Unión de Investigación-Producción de la Celulosa del Bagazo Cuba 9.,
CP 33500,Quivicán, La Habana, Cuba.
b-Laboratorio de Bioinorgánica, Facultad de Química, Universidad de La Habana, CP 10400, Cuba.
c-Laboratorio de Polímeros, Facultad de Química, Universidad de la Habana, CP 10400, Cuba.

ABSTRACT

CM-CElLEF was obtained, for activation of the particles of spherical cellulose with sodium hydroxide and ClCH2COOH (AMCA). The exchange capacity (Ci) it was determined by valoration of the groups -COOH present with HCl. On the other hand, the particles of obtained CM-CELEF were employees to immobilize ciclodextrins (CD). These conjugated were characterized by spectrometry IR determination of Ci.

INTRODUCCIÓN

En los bioprocesos, generalmente se requieren de 10-20 etapas (Jones K. 1992) de separación y purificación y la combinación de varias técnicas, (intercambio iónico, permeación por gel, interacciones hidrofóbicas), para lograr una alta pureza del producto.

Por ello, se trabaja en el desarrollo de soportes con ligandos inmovilizados que permitan acoplarse de manera reversible a la biomolécula de interés, reduciendo el costo del proceso.

La celulosa en forma esférica, es un material que por su naturaleza hidrofílica, biocompatibilidad, estabilidad química y térmica (Boeden H.F 1991, Buschle G., 1995) es utilizada como matriz para la introducción de grupos activos por reacción con sus grupos hidroxilos.

En este trabajo, se activan las partículas de celulosa esférica con AMCA para inmovilizar CD con el objetivo de ser utilizadas en la purificación de α amilasa.

Las ciclodextrinas tienen la capacidad de formar complejos de inclusión con moléculas orgánicas, por lo que han sido ampliamente empleadas en farmacología, cosmética, cromatografía, etc. (Szejtli 1998, Hedges 1998). Por otro lado, las CDs son capaces de inhibir la actividad de las amilasas, al formar complejos enzima-sustrato relativamente fuertes, aunque sin ser hidrolizadas. Es por ello que la CM-CELEF-CD

resulta de interés en la purificación de amilasa obtenida a partir de extractos de páncreas (pancreatina), ya que esta enzima tiene gran afinidad por la CD y por tanto sería retenida en la columna mientras el resto de las enzimas y proteínas presentes se pueden eluir. Experimentos en esta dirección se llevan a cabo en estos momentos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizó como fuente de celulosa pulpa para disolver grado rayón, grado de polimerización promedio en peso GP_w 1000. Bisulfuro de carbono CS_2 (Panreac, Barcelona, España). Hidróxido de sodio, (Riedel de Haën, Alemania). Ácido monocloroacético, $ClCH_2COOH$, (BDH, Inglaterra). Ciclodextrina.

Preparación de la viscosa.

La viscosa se preparó según (Yasui K., Yamamoto K., Itami K. 1972).

Preparación de las partículas de celulosa esférica.

Se dispersó la viscosa en keroseno, al que se le había añadido el 2 % de ácido oléico. La suspensión fue calentada para lograr la coagulación de las partículas, finalmente se filtró y se regeneró la celulosa por hidrólisis a elevada temperatura. El producto se almacenó en etanol al 20 %.

Carboximetilación de la celulosa esférica.

$6x10^{-2}$ moles de celulosa esférica fueron tratados con $1.7x10^{-1}$ moles de NaOH durante 60 minutos a temperatura ambiente. Posteriormente, se añadieron $6.2x10^{-2}$ moles de ácido monocloroacético y $8.0x10^{-2}$ moles de epiclorhidrina. La mezcla fue calentada a 70 °C, durante 120 minutos. Finalmente el producto se neutralizó, se lavó y se almacenó en etanol al 20%.

Inmovilización de la ciclodextrina.

100 mg de CM-CELEF fueron tratados con 30 mg de EDAC en buffer fosfato pH = 6 a temperatura ambiente durante 24h. A la mezcla de reacción se adicionaron 20 mg de mono-6-amino-6-desoxi-b-ciclodextrina (Fragoso A. 1997) y la suspensión fue agitada durante 1h a temperatura ambiente. La CM-CELEF derivatizada fue lavada abundantemente con agua destilada y acetona y secada al vacío sobre P_2O_5.

Determinación de la Ci.

La Ci fue determinada por valoración por retroceso. Una masa de CM-CELEF hinchada se deja sedimentar durante 24 h. Se lee el volumen que ocupa (Ve). Se filtra y se le añaden 25 mL de NaOH 0.05 mol/L, se deja drenar libremente y se lava hasta neutralidad. El exceso de NaOH se valora con HCl 0.05 mol/L. Finalmente, el producto se seca hasta peso constante.

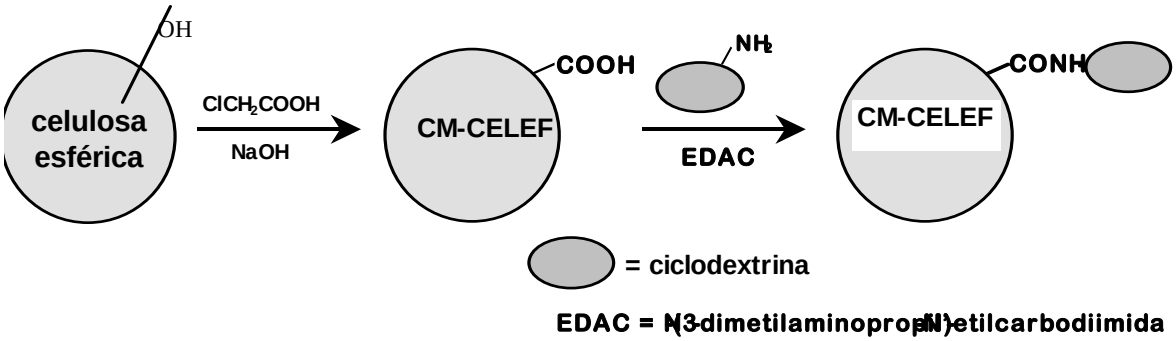
$Ci=(VC_{NaOH}-VC_{HCl})/peso\ seco$

Espectroscopia IR.

Los espectros IR se registraron en pastillas de KBr en un equipo Phylips 9600.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La estrategia seguida para la modificación de la celulosa esférica y la inmovilización de la CD se resume a continuación.



El tratamiento de las partículas de celulosa con AMCA en medio alcalino resultó un procedimiento efectivo y rápido para la introducción del grupo carboxilo. Lográndose un producto con una capacidad de intercambio de 1.79 meq/g.

A continuación se muestran los espectros obtenidos por espectroscopía IR.

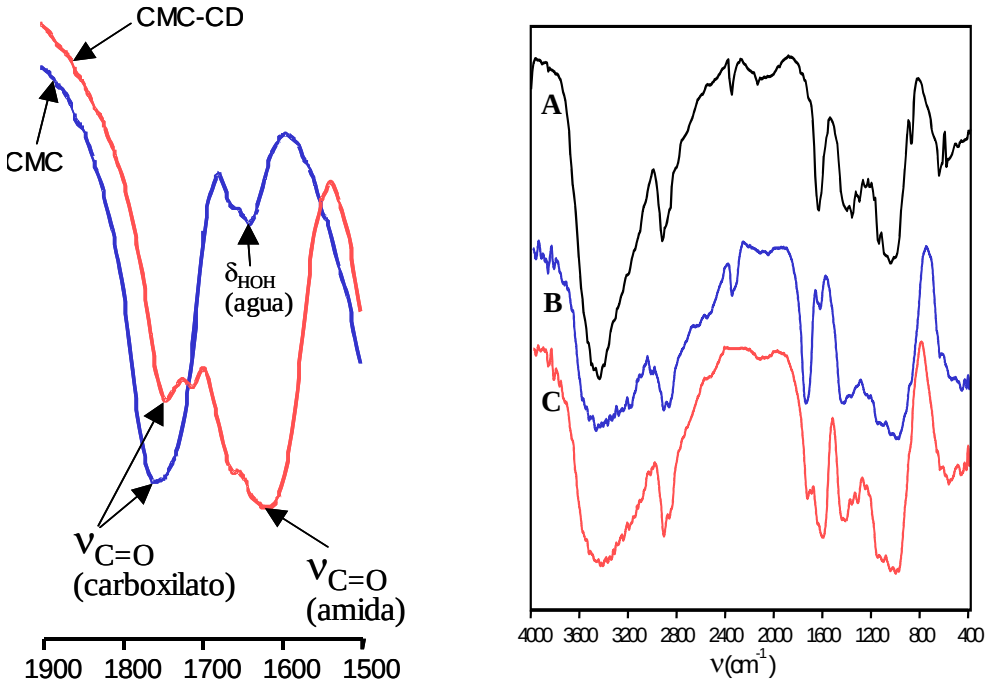


Fig. 1. Espectros de los productos obtenidos .
A) A) Celulosa esférica , B) CM-CELEF , C) CM-CELEF-CD

El espectro IR de la CM-CELEF posee las bandas características de las n_{O-H}, n_{C-H} y n_{C-O} alrededor de los 3500, 2950 y ~ 1000 cm^{-1}, características de los anillos de glucosa. La modificación de los grupos -OH por $-OCH_2COOH$ se puede corroborar por la aparición de una nueva banda intensa en los 1755 cm^{-1}, correspondiente a la $n_{C=O}$ del grupo carboxilo, con respecto al espectro de la celulosa sin modificar.

La inmovilización de la CD en la CM-CELEF implica la reacción de los grupos –COOH del grupo carboximetilo con el grupo $-NH_2$ de la amino-CD para formar una amida. Esta reacción se llevó a cabo en presencia de un agente copulante (EDAC), que se adiciona al grupo COOH y favorece la formación de la amida correspondiente (-CONH-). Esto se puede corroborar en el espectro IR por la aparición de una nueva banda en los 1614 cm^{-1}, correspondiente a la $n_{C=O}$ del grupo carboxilo y la disminución de la intensidad de la banda correspondiente al grupo –COOH (1743 cm^{-1}). La disminución de la frecuencia de la banda $n_{C=O}$ al pasar del grupo –COOH al –CONH- se explica por el mesomerismo que presenta el grupo amido, que provoca el debilitamiento del doble enlace C=O y, por tanto, la disminución de su frecuencia de vibración.

Por otra parte el enlace de la CD a la CM-CELEF provoca una disminución de la Ci hasta 0.93 meq/g, lo que indica que el 53% de los grupos activos participaron en la reacción de inmovilización de la CD.

CONCLUSIONES

Se reportó la inmovilización de CD a una matriz constituida por partículas de celulosa esférica. La efectividad de esta estrategia fue demostrada por la aparición en el espectro IR de la nueva banda correspondiente al enlace amida y por la reducción de la Ci de la CM-CELEF.

Desde el punto de vista práctico, nos proponemos seguir este procedimiento para el acoplamiento de nuevos ligados al soporte.

REFERENCIAS

- Boeden H.F., Pommerening K., Becker M., Rupprich C. (1991) *J. of Chromatography*, Vol.552, pp. 389-414
- Buschle G., Fanter C., Loth F, (1995) *Cellulose*, Vol. 2, pp. 179-203
- Fragoso A. (1997), J*. Carbohydr. Chem*., Vol.16(2), p. 171
- Hedges A. L. (1998) *Chem.Rev*. Vol. 98(5), pp. 2035-2044
- Jones K, (1992), *Industrial Chromatography New*,4 pp. 3-8
- Szejtli J. (1998), *Chem.Rev*. Vol.98(5), pp. 1743-1754
- Yasui K,. Yamamoto K., Itami K, (1972) Patent 3,671,279

DETECCIÓN DE LAS ENZIMAS INVOLUCRADAS EN LA RUTA METABÓLICA PARA LA PRODUCCIÓN DE ÁCIDO JASMÓNICO CON *Botryodiplodia theobromae* cepa 2334

Eng Sánchez, Felipe *
Paneque Corrales, Manuel **
Sánchez-Serrano, José J. **.

*Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar, AP 4026, Ciudad de la Habana, Cuba, **E.mail**: feng@icidca.edu.cu
**Centro Nacional de Biotecnología, CSIC, Carretera Colmenar Viejo km 15.5, Campus Universidad Autónoma, Cantoblanco, Madrid, España

ABSTRACT

Jasmonic acid (JA) is a new growth plant regulator recently discovered that produced a great variety of physiological effects in plants. Due to JA potentiality uses in agriculture nowadays it becomes a product useful to increase food development program with special importance for developing countries. But, the most important JA's effect is the gene regulation with defensive actions in plants by wounding or attack of pathogens. JA was also isolated from supernant filtrates of the fungus *Botryodiplodia theobromae* by sumerged fermentation in an adequate culture media. Based on previous assays in JA production with this fungi we began to study the pathway of the JA production by molecular techniques in order to detect lipoxygenase and oxide allene synthase using western blot. The results have showed that were possible the detection of this enzymes from the six and eight days of fermentation coinciding with the beginning of JA production.

INTRODUCCIÓN

El ácido jasmónico (AJ) constituye una de los últimos compuestos clasificado como fitohormona del tipo de las absicinas pues en determinadas concentraciones puede inhibir el crecimiento y favorecer la senescencia de las plantas, sin embargo a concentraciones menores presentan una gran variedad de estimulación a respuestas fisiológicas como es la estimulación de la formación de tubérculos, la formación de polen viable de *Arabipdosis thaliana*, entre otras muchas (Sembdner y Parthier, 1992). Sin embargo, la función mejor documentada es su papel regulador de la respuesta de defensa que se inicia al producirse una herida, ya sea mecánica o por la acción de fitopatógenos (Sánchez-Serrano, 2001).

El papel del AJ en las respuestas de las plantas a heridas y frente a patógenos que lo utilizan como vía de penetración para la infección, puede ser la causa de los incrementos en los rendimientos agrícolas observados por diferentes investigadores en cultivo tales como caña de azúcar, piña, fresa, tomate, papa y soya, cuando éstos fueron tratados de forma exógena con AJ (Cobas, 1985; Dathe y otros, 1990; Koda, 1992; López, 1994). De ahí la importancia que tendría el empleo de AJ como sistema protector para mejorar los

rendimientos agrícolas, permitiendo además de esta manera la reducción de plaguicidas por la activación de los sistemas defensivos de las plantas.

Basado en las experiencias previas en la producción AJ con *B. theobromae* (Altuna y otros, 1996; Eng y otros, 1998), decidimos comenzar los estudios a nivel molecular de la ruta metabólica de la producción de este metabolito comenzando por la detección de dos genes que muy posiblemente intervienen en esta ruta que fueron: óxido aleno sintasa y lipoxigenasa mediante el método de western blot.

MATERIALES Y MÉTODOS

Microorganismo: se utilizó la cepa 2334 de *B. theobromae* obtenidas de la colección de microorganismos del INIFAT, la cual fue conservada en tubos inclinados con extracto de malta-agar (Merck) a 4 ^{o}C.

Medio de cultivo: la composición de medio de cultivo fue la siguiente en (g/L): sacarosa, 50; nitrato de potasio, 7.5; fosfato monobásico de potasio, 2; sulfato de magnesio, 0.6; sulfato de hierro (II), 0.6; cloruro de potasio, 0.3; sulfato de zinc, 0.03; sulfato de manganeso, sulfato de cobre y molibdato de sodio, 0.003 y extracto de levadura, 1.

Inoculo y condiciones de fermentación: se utilizaron placas petri con extracto de malta-agar, las cuales, se inocularon por estría a partir de micelio de la cepa 2334 de *B. theobromae* procedente de los tubos inclinados crecidos durante 3 días, las placas petri sembradas se incubaron por 3 días a 30°C. El medio de cultivo se ajustó a pH 5.5 con NaOH (1N) y se esterilizó durante 15 minutos a 120°C. Se inocularon 10 fragmentos miceliales de 7 mm de (obtenidas a partir de siembras realizadas en placas petri, en erlenmeyers de 500 ml con 100 ml de medio de cultivo.

Biomasa: para determinar el crecimiento, el micelio se separó por filtración a vacío con papel de filtro Whatman 4, previamente tarado, el residuo se secó en estufa a 60°C por 24 horas, la diferencia entre el peso final y el inicial se reportó como biomasa. Para realizar la extracción y purificación parcial de las proteínas de la biomasa del hongo, el micelio se separó del sobrenadante con ayuda de un filtro Miracloth, procediendo inmediatamente a congelar la muestra a –70 ^{o}C, para luego macerar y llevar el mismo a un polvo fino con la ayuda de un mortero y nitrógeno líquido, finalmente se procede a la extracción proteínas según el método reportado por Doyle y Doyle (1990).

pH: el líquido sobrenadante obtenido en la determinación de biomasa se le midió el pH directamente en un potenciómetro.

Detección y cuantificación de AJ: alícuotas de 5 ml de sobrenadante se ajustaron a pH 2 con HCl (4N) y se sometieron a extracción con acetato de etilo en una relación volumen: volumen de 1:1. Las fracciones conteniendo el AJ se deshidrataron con sulfato de sodio anhidro y se llevaron a sequedad por evaporación a vació a 50°C. Para la determinación del AJ se utilizó la técnica de ELISA según León y Sánchez-Serrano (1999).

Western blot: una vez obtenidas las proteínas totales estas se sometieron a una electroforesis en un gel de SDS-poliacrilamida al 12 % y transferidas a una membrana de nitrocelulosa con una solución que contenía 25mM de tris y 92mM de glicina y metanol. Las membranas fueron bloqueadas con leche desnatada al 5 %, seguidamente fueron incubadas con los anticuerpos policlonales de AOS y LOX previamente preparados de papa a una dilución de 1:1000 por un overnight a 4°C procediendo de acuerdo a lo reportado por Sambrook y otros (1989).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la figura 1 puede apreciarse que la cepa tubo un comportamiento en crecimiento en términos de biomasa y pH similar al presentado en otros estudios (Eng, 1996). En cuanto a la producción de AJ los niveles obtenidos son inferiores a los reportados y del orden de 10 veces menores, muy posiblemente debido a que continuos pases de la cepa para la preparación del inoculo afectan la capacidad de producción del AJ, pues al repetir la experiencia con otro inoculo en condiciones similares se alcanzó una producción de AJ del orden de los 600 mg/L.

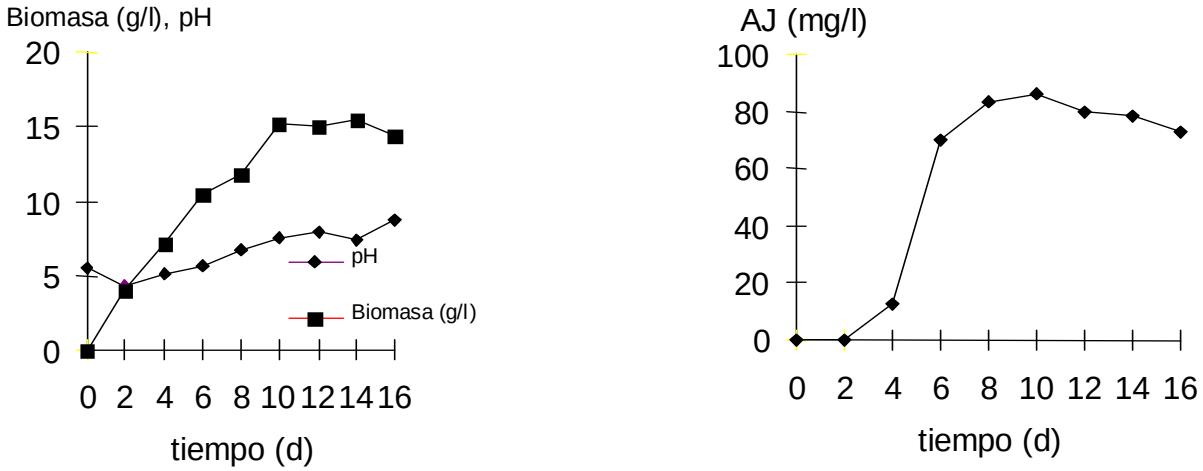


Fig. 1 Cinética de crecimiento de *Botryodiplodia theobromae* cepa 2334, comportamiento del pH y producción de ácido jasmónico.

En las figuras 2a y 2b se muestran los experimentos del tipo western blot de la cinética de producción de proteínas totales con los anticuerpos de AOS y LOX de papa, respectivamente. En la fig. 2a (B) puede apreciarse que a partir de los días 6 y 8 una banda de hibridación que se corresponde con una proteína de un tamaño aproximado de 58-59 kD y que coincide con los tamaños reportados para la AOS de papa (León y Sánchez-Serrano, 1999), además la aparición de esta banda también se corresponde con el inicio de la producción de AJ como se observó en la fig. 1. En (A) se representa el western blot con un control negativo a partir de una membrana de nitrocelulosa en la cual se transfirieron las muestras de proteínas e hibridó con el preinmune en la obtención del anticuerpo de papa, puede apreciarse que no se presenta las bandas de hibridación del lado derecha de la misma, confirmando que la banda de 58-59 kD observada en la membrana de la derecha hibridó con el anticuerpo de papa.

(A)

(B)

Fig. 2a Western blot de la cinética de proteínas totales de *Botryodiplodia theobromae* 2334 con el preinmune (A) y el anticuerpo de AOS de papa (B)

Fig..2bWestern blot de la cinética de proteínas totales de *B. theobromae* 2334 con el anticuerpo de LOX de papa

En la figura 2b se observa de forma similar que a partir del día 6 y 8, tres bandas de hibridación que se corresponden con los tamaños de 64, 55 y 36 kD. En este caso los valores obtenidos no se asemejan a los reportados para LOX de papa que está en el orden de los 95-100 kD (León y Sánchez-Serrano, 1999) siendo posible que la proteína se degrade en el proceso de extracción y manipulación de la misma. También cabe destacar que al repetir este experimento en condiciones similares a éste, se pudo apreciar la presencia de las bandas de 64 y 36 kD que sumadas dan el valor esperado de 100 kD.

CONCLUSIONES

De acuerdo a estos resultados podemos concluir que fue posible la detección de AOS y LOX de *B. theobromae* mediante experimentos del tipo western blot utilizando anticuerpos generados de estas proteínas de papa a partir de los días 6 y 8 de fermentación coincidiendo con el inicio de la producción de AJ por este hongo.

REFERENCIAS

Altuna, B., Almeida, G., Eng, F., Klibansky, M. (1996). *Rev. Sobre los Derivados de la Caña* XXX, 16-21

Cobas, D. (1985) "La acumulación de la sacarosa en la caña de azúcar: papel de las invertasas solubles y efecto fisiológico de algunos reguladores del crecimiento". Tesis de doctorado, Instituto de Investigaciones de la Caña, Ciudad de la Habana, Cuba

Dathe, W., Miersch, O., Sembdner, G., Kochmann, W., Kunchnel, F., Reinhardt, P. (1990), Patenstschrift DD 276025 A1, Akademie der Wissenchaften, Deutshe Demokratiche Republik. Mitzel zur Ertragssteigerung bei Erdbeeren

Doyle, J., Doyle J.L. (1990). *Focus* Vol. 12, pp. 13-15

Eng, F. (1996), Producción de ácido jasmónico con *Botryodiplodia theobromae* por cultivo líquido y por fermentación en medio sólido. Tesis de maestría, Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa, México DF, México

Koda, Y. (1992), *Int Rev. of Citology* Vol. 135, pp. 155-199

León, J., Sánchez-Serrano, J.J. (1999), *Plant Physiology and Biochemistry* Vol. 37, pp. 373-80

López, R. (1994), Comunicación personal, INIFAT, La Habana, Cuba.

Sambrook, J.; Fritsch, E.F.; Maniatis, F. (1989). "Molecular cloning: A Laboratory Manua". NY, Cold Spring Harbor Laboratory Press, Cold Spring Harbor,.

Sánchez-Serrano, J.J. (2001). Comunicación personal, Centro Nacional de Biotecnología, CSIC, Madrid, España.

Sembdner, G., Parthier, B. (1993). *Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol. Vol.* 44, pp. 569-589

DETECCIÓN DE LAS ENZIMAS INVOLUCRADAS EN LA RUTA METABÓLICA PARA LA PRODUCCIÓN DE ÁCIDO JASMÓNICO CON *Botryodiplodia theobromae* cepa 2334

Eng Sánchez, Felipe *
Paneque Corrales, Manuel **
Sánchez-Serrano, José J. **.

*Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar, AP 4026, Ciudad de la Habana, Cuba, **E.mail**: feng@icidca.edu.cu
**Centro Nacional de Biotecnología, CSIC, Carretera Colmenar Viejo km 15.5, Campus Universidad Autónoma, Cantoblanco, Madrid, España

ABSTRACT

Jasmonic acid (JA) is a new growth plant regulator recently discovered that produced a great variety of physiological effects in plants. Due to JA potentiality uses in agriculture nowadays it becomes a product useful to increase food development program with special importance for developing countries. But, the most important JA's effect is the gene regulation with defensive actions in plants by wounding or attack of pathogens. JA was also isolated from supernant filtrates of the fungus *Botryodiplodia theobromae* by sumerged fermentation in an adequate culture media. Based on previous assays in JA production with this fungi we began to study the pathway of the JA production by molecular techniques in order to detect lipoxygenase and oxide allene synthase using western blot. The results have showed that were possible the detection of this enzymes from the six and eight days of fermentation coinciding with the beginning of JA production.

INTRODUCCIÓN

El ácido jasmónico (AJ) constituye una de los últimos compuestos clasificado como fitohormona del tipo de las absicinas pues en determinadas concentraciones puede inhibir el crecimiento y favorecer la senescencia de las plantas, sin embargo a concentraciones menores presentan una gran variedad de estimulación a respuestas fisiológicas como es la estimulación de la formación de tubérculos, la formación de polen viable de *Arabipdosis thaliana*, entre otras muchas (Sembdner y Parthier, 1992). Sin embargo, la función mejor documentada es su papel regulador de la respuesta de defensa que se inicia al producirse una herida, ya sea mecánica o por la acción de fitopatógenos (Sánchez-Serrano, 2001).

El papel del AJ en las respuestas de las plantas a heridas y frente a patógenos que lo utilizan como vía de penetración para la infección, puede ser la causa de los incrementos en los rendimientos agrícolas observados por diferentes investigadores en cultivo tales como caña de azúcar, piña, fresa, tomate, papa y soya, cuando éstos fueron tratados de forma exógena con AJ (Cobas, 1985; Dathe y otros, 1990; Koda, 1992; López, 1994). De ahí la importancia que tendría el empleo de AJ como sistema protector para mejorar los rendimientos agrícolas, permitiendo además de esta manera la reducción de plaguicidas por la activación de los sistemas defensivos de las plantas.

Basado en las experiencias previas en la producción AJ con *B. theobromae* (Altuna y otros, 1996; Eng y otros, 1998), decidimos comenzar los estudios a nivel molecular de la ruta metabólica de la producción de este metabolito comenzando por la detección de dos genes que muy posiblemente intervienen en esta ruta que fueron: óxido aleno sintasa y lipoxigenasa mediante el método de western blot.

MATERIALES Y MÉTODOS

Microorganismo: se utilizó la cepa 2334 de *B. theobromae* obtenidas de la colección de microorganismos del INIFAT, la cual fue conservada en tubos inclinados con extracto de malta-agar (Merck) a 4 ^{o}C.

Medio de cultivo: la composición de medio de cultivo fue la siguiente en (g/L): sacarosa, 50; nitrato de potasio, 7.5; fosfato monobásico de potasio, 2; sulfato de magnesio, 0.6; sulfato de hierro (II), 0.6; cloruro de potasio, 0.3; sulfato de zinc, 0.03; sulfato de manganeso, sulfato de cobre y molibdato de sodio, 0.003 y extracto de levadura, 1.

Inoculo y condiciones de fermentación: se utilizaron placas petri con extracto de malta-agar, las cuales, se inocularon por estría a partir de micelio de la cepa 2334 de *B. theobromae* procedente de los tubos inclinados crecidos durante 3 días, las placas petri sembradas se incubaron por 3 días a 30°C. El medio de cultivo se ajustó a pH 5.5 con NaOH (1N) y se esterilizó durante 15 minutos a 120°C. Se inocularon 10 fragmentos miceliales de 7 mm de (obtenidas a partir de siembras realizadas en placas petri, en erlenmeyers de 500 ml con 100 ml de medio de cultivo.

Biomasa: para determinar el crecimiento, el micelio se separó por filtración a vacío con papel de filtro Whatman 4, previamente tarado, el residuo se secó en estufa a 60°C por 24 horas, la diferencia entre el peso final y el inicial se reportó como biomasa. Para realizar la extracción y purificación parcial de las proteínas de la biomasa del hongo, el micelio se separó del sobrenadante con ayuda de un filtro Miracloth, procediendo inmediatamente a congelar la muestra a –70 ^{o}C, para luego macerar y llevar el mismo a un polvo fino con la ayuda de un mortero y nitrógeno líquido, finalmente se procede a la extracción proteínas según el método reportado por Doyle y Doyle (1990).

pH: el líquido sobrenadante obtenido en la determinación de biomasa se le midió el pH directamente en un potenciómetro.

Detección y cuantificación de AJ: alícuotas de 5 ml de sobrenadante se ajustaron a pH 2 con HCl (4N) y se sometieron a extracción con acetato de etilo en una relación volumen: volumen de 1:1. Las fracciones conteniendo el AJ se deshidrataron con sulfato de sodio anhidro y se llevaron a sequedad por evaporación a vació a 50°C. Para la determinación del AJ se utilizó la técnica de ELISA según León y Sánchez-Serrano (1999).

Western blot: una vez obtenidas las proteínas totales estas se sometieron a una electroforesis en un gel de SDS-poliacrilamida al 12 % y transferidas a una membrana de nitrocelulosa con una solución que contenía 25mM de tris y 92mM de glicina y metanol. Las membranas fueron bloqueadas con leche desnatada al 5 %, seguidamente fueron incubadas con los anticuerpos policlonales de AOS y LOX previamente preparados de papa a una dilución de 1:1000 por un overnight a 4°C procediendo de acuerdo a lo reportado por Sambrook y otros (1989).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la figura 1 puede apreciarse que la cepa tubo un comportamiento en crecimiento en términos de biomasa y pH similar al presentado en otros estudios (Eng, 1996). En cuanto a la producción de AJ los niveles obtenidos son inferiores a los reportados y del orden de 10 veces menores, muy posiblemente debido a que continuos pases de la cepa para la preparación del inoculo afectan la capacidad de producción del AJ, pues al repetir la experiencia con otro inoculo en condiciones similares se alcanzó una producción de AJ del orden de los 600 mg/L.

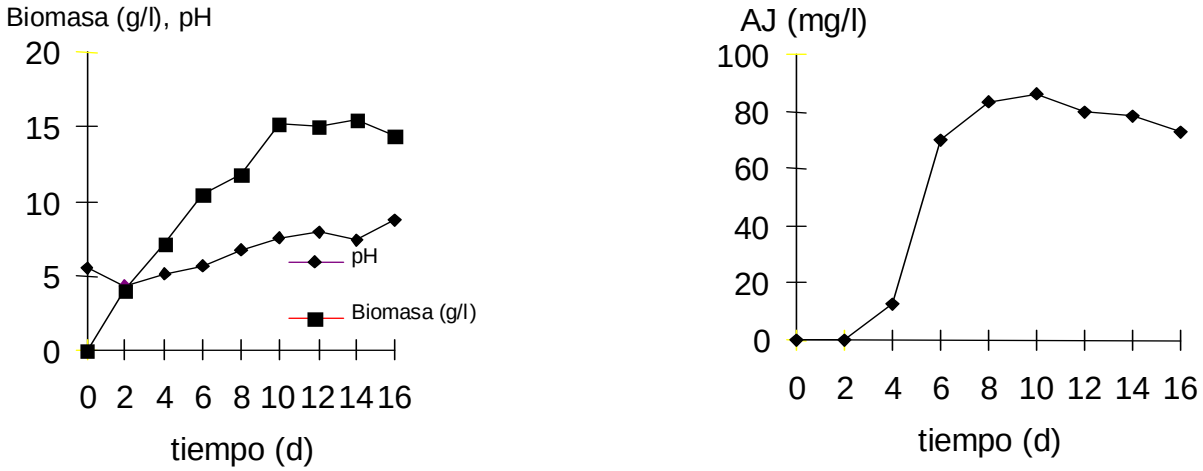
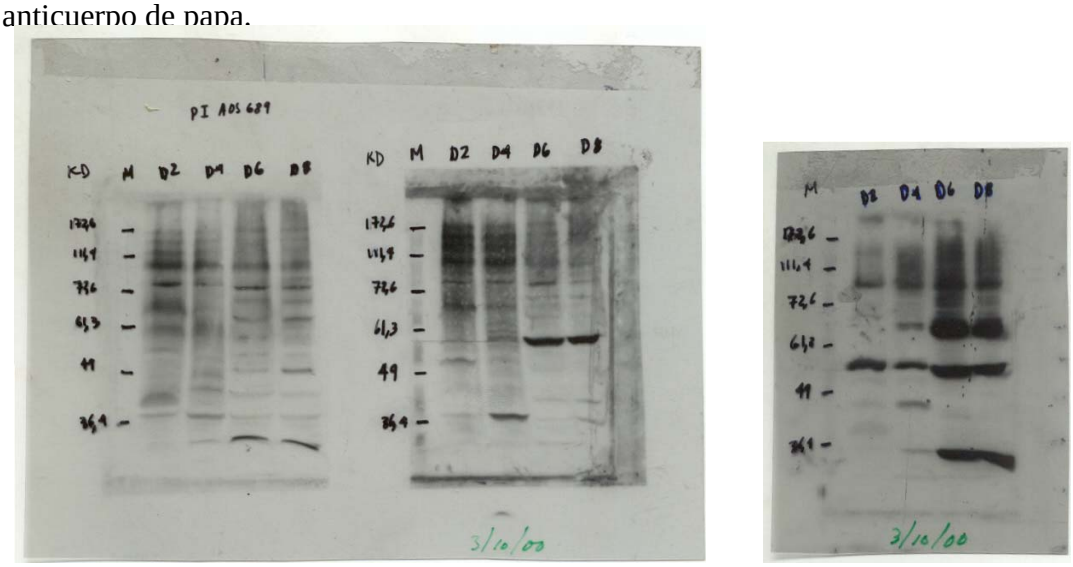


Fig. 1 Cinética de crecimiento de *Botryodiplodia theobromae* cepa 2334, comportamiento del pH y producción de ácido jasmónico.

En las figuras 2a y 2b se muestran los experimentos del tipo western blot de la cinética de producción de proteínas totales con los anticuerpos de AOS y LOX de papa, respectivamente. En la fig. 2a (B) puede apreciarse que a partir de los días 6 y 8 una banda

de hibridación que se corresponde con una proteína de un tamaño aproximado de 58-59 kD y que coincide con los tamaños reportados para la AOS de papa (León y Sánchez-Serrano, 1999), además la aparición de esta banda también se corresponde con el inicio de la producción de AJ como se observó en la fig. 1. En (A) se representa el western blot con un control negativo a partir de una membrana de nitrocelulosa en la cual se transfirieron las muestras de proteínas e hibridó con el preinmune en la obtención del anticuerpo de papa, puede apreciarse que no se presenta las bandas de hibridación del lado derecha de la misma, confirmando que la banda de 58-59 kD observada en la membrana de la derecha hibridó con el anticuerpo de papa.



(A)

(B)

Fig. 2a Western blot de la cinética de proteínas totales de *Botryodiplodia theobromae* 2334 con el preinmune (A) y el anticuerpo de AOS de papa (B)

Fig..2bWestern blot de la cinética de proteínas totales de *B. theobromae* 2334 con el anticuerpo de LOX de papa

En la figura 2b se observa de forma similar que a partir del día 6 y 8, tres bandas de hibridación que se corresponden con los tamaños de 64, 55 y 36 kD. En este caso los valores obtenidos no se asemejan a los reportados para LOX de papa que está en el orden de los 95-100 kD (León y Sánchez-Serrano, 1999) siendo posible que la proteína se degrade en el proceso de extracción y manipulación de la misma. También cabe destacar que al repetir este experimento en condiciones similares a éste, se pudo apreciar la presencia de las bandas de 64 y 36 kD que sumadas dan el valor esperado de 100 kD.

CONCLUSIONES

De acuerdo a estos resultados podemos concluir que fue posible la detección de AOS y LOX de *B. theobromae* mediante experimentos del tipo western blot utilizando anticuerpos

generados de estas proteínas de papa a partir de los días 6 y 8 de fermentación coincidiendo con el inicio de la producción de AJ por este hongo.

REFERENCIAS

Altuna, B., Almeida, G., Eng, F., Klibansky, M. (1996). *Rev. Sobre los Derivados de la Caña* XXX, 16-21

Cobas, D. (1985) "La acumulación de la sacarosa en la caña de azúcar: papel de las invertasas solubles y efecto fisiológico de algunos reguladores del crecimiento". Tesis de doctorado, Instituto de Investigaciones de la Caña, Ciudad de la Habana, Cuba

Dathe, W., Miersch, O., Sembdner, G., Kochmann, W., Kunchnel, F., Reinhardt, P. (1990), Patenstschrift DD 276025 A1, Akademie der Wissenchaften, Deutshe Demokratiche Republik. Mitzel zur Ertragssteigerung bei Erdbeeren

Doyle, J., Doyle J.L. (1990). *Focus* Vol. 12, pp. 13-15

Eng, F. (1996), Producción de ácido jasmónico con *Botryodiplodia theobromae* por cultivo líquido y por fermentación en medio sólido. Tesis de maestría, Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa, México DF, México

Koda, Y. (1992), *Int Rev. of Citology* Vol. 135, pp. 155-199

León, J., Sánchez-Serrano, J.J. (1999), *Plant Physiology and Biochemistry* Vol. 37, pp. 373-80

López, R. (1994), Comunicación personal, INIFAT, La Habana, Cuba.

Sambrook, J.; Fritsch, E.F.; Maniatis, F. (1989). "Molecular cloning: A Laboratory Manua". NY, Cold Spring Harbor Laboratory Press, Cold Spring Harbor,.

Sánchez-Serrano, J.J. (2001). Comunicación personal, Centro Nacional de Biotecnología, CSIC, Madrid, España.

Sembdner, G., Parthier, B. (1993). *Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol. Vol.* 44, pp. 569-589

DETERMINACIÓN DE FITOHORMONAS BIOSINTÉTICAS POR HPLC

Castillo, Grolamys *
Redondo, Delfa
Bedolla, Elisa

Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar *(ICIDCA*). Vía Blanca 804.
P. O. Box 4026. CP11000. La Habana. Cuba. Fax: (537) 338236.
E. Mail: grolamys@icidca.edu.cu

ABSTRACT

Phytohormones are involved in the regulation and control of several plant physiological processes. They are applied in agriculture to improve crop quality and yields. Different reversed-phase HPLC procedures were developed for separating GA_3 and $GA_{1,}$ GA_4 and $GA_{7,}$ and the auxins AIA, AIP, AIB and EEAIA with high resolution by means of ionic suppression, without the necessity for derivatization, using UV and fluorescence detection in fermentation broths. The linearity and precision study and the detection-quantitation limits are showed for each one.

INTRODUCCIÓN

Las fitohormonas son sustancias endógenas bioactivas presentes en las plantas, que controlan e influyen en diversos procesos del metabolismo vegetal. Nos referimos a fitohormonas biosintéticas cuando las mismas son obtenidas por producción biotecnológica, específicamente por producción microbiológica. La síntesis de estas sustancias resulta de gran importancia ya que su aplicación permite el aumento de los rendimientos y la calidad de las cosechas tanto en la agricultura como en la horticultura (Patten, 1996) y (Potter, 1993). Las mismas han sido aplicadas en el cultivo de la caña de azúcar con resultados alentadores.

La Cromatografía Líquida de Alta Resolución (HPLC) es actualmente un procedimiento de rutina para la purificación y separación de fitohormonas, siendo la fase reversa C_{18} la más usada y reportada para la separación de las mismas (Lin, 1991) y (Kim, 1985)**.** En este trabajo se muestran las técnicas analíticas isocráticas desarrolladas para la determinación de las giberelinas GA_3 y $GA_{1,}$ GA_4 y $GA_{7,}$ y las auxinas AIA, AIP, AIB y EEAIA.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizó metanol HPLC, agua desionizada, ácido acético glacial y ácido fosfórico

para la preparación de la fase móvil. Los patrones de fitohormonas fueron suministrados por SIGMA Se utilizó una bomba PU 4100, detector UV-Vis PU 4110, detector de fluorescencia (Shimadzu) y un inyector Rheodyne con lazo de 20 μl.

Preparación de la muestra:

A 5 ml del caldo de fermentación, previamente filtrado y centrifugado, se le ajusta el pH a 2.8 con una solución de HCl y se realiza una extracción con acetato de etilo, la cual se repite 3 veces consecutivamente, con 5 ml en cada ocasión. Posteriormente, se rotoevapora el extracto y se realiza la dilución requerida de la muestra en la fase móvil.

Tabla 1. Condiciones cromatográficas empleadas en las técnicas.

PARÁMETROS	GA_3 y GA_1	GA_4 y GA_7	AIA, AIP, AIB y EEAIA
Columna	HYPERSIL ODS 25 cm x 4.6 mm i.d.	HYPERSIL ODS 25 cm x 4.6 mm i.d.	SUPELCOSIL C18 25 cm x 4.6 mm i.d.
Fase Móvil	Metanol:0.01 *M* H_3PO_4 30:70 (pH=3)	Metanol:0.01 *M* H_3PO_4 40:60 (pH=6)	Metanol: H_2O 60:40 +5 % HAc
Flujo	1.3 ml/min	1.2 ml/min	0.7 ml/min
Tiempo	20 min	25 min	20 min
Detección	UV 206 nm R=1	UV 206 nm R=0.5	Fluorescencia exc 280nm y em 340 nm

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este trabajo se muestra el estudio realizado para el montaje de tres métodos cromatográficos isocráticos para la determinación de las giberelinas GA_3 y GA_1, GA_4 y GA_7, y las auxinas AIA, AIP, AIB y EEAIA, usando la técnica de supresión iónica, sin necesidad de derivatizar, lo cual corrobora lo planteado por Barendse (1980) respecto a la utilidad del uso de esta técnica para este tipo de determinaciones, haciendo estos métodos sencillos y fáciles de implementar.

La tabla 2 muestra los tiempos de retención (media, error absoluto y coeficientes de variación) de las distintas fitohormonas, mostrando una variabilidad entre días menor que el 0.7 % en todos los casos, siendo el menor CV (%) para la GA_3.

Tabla 2. Tiempos de Retención

Compuesto	Tiempo de Retención	
	Media (Min)	CV (%)
GA_3	14.91 ± 0.02	0.17
GA_1	17.50 ± 0.03	0.18
GA_7	18.44 ± 0.14	0.70

Compuesto	Tiempo de Retención	
	Media (Min)	CV (%)
GA_4	22.45 ± 0.11	0.50
AIA	9.08 ± 0.03	0.33
AIP	10.81 ± 0.04	0.37
AIB	13.02 ± 0.06	0.46
EEAIA	17.56 ± 0.07	0.39

La evaluación de la linealidad se muestra en la tabla 3 para cada fitohormona, dentro del rango de concentración estudiado y se obtuvo coeficientes de correlación mayores que el 0.99 para todas con $p<0.05$.

Tabla 3. Coeficientes de correlación y rangos de concentración

Compuesto	Coeficiente de Correlación	Rango de Concentración
GA_3	0.99995	100 a 500 ppm
GA_1	0.99960	10 a 500 ppm
GA_7	0.99568	10 a 500 ppm
GA_4	0.99458	10 a 500 ppm
AIA	0.99910	1 a 50 ppm
AIP	0.99975	1 a 50 ppm
AIB	0.99974	1 a 50 ppm
EEAIA	0.99934	1 a 50 ppm

Los límites de detección y cuantificación se calcularon considerando valores respecto a la relación señal-ruido de 3 y 10. Los valores expresados en ng "on column" obtenidos en las condiciones de análisis se muestran en la tabla 4 a continuación:

Tabla 4. Límites de detección y cuantificación

Compuesto	Límite de Detección	Límite de Cuantificación
GA_3	40 ng	110 ng
GA_7	80 ng	280 ng
GA_4	80 ng	280 ng
AIA	5 ng	20 ng

La precisión del método cromatográfico, incluyendo repetibilidad y reproducibilidad entre días, se estudió. Para la repetibilidad se inyectó 10 extractos de caldos en el mismo día y la reproducibilidad entre días se estudió durante dos días, a un

nivel dado de concentración. Para la GA_3 y la GA_4, a altos valores de concentración, el coeficiente de variación es del orden del 2 %, pero para GA_7 y GA_4 a un nivel más bajo de concentración es del orden del 7 %. Los resultados se muestran en la tabla 5.

Tabla 5. Estudio de precisión del método

Compuesto	Repetibilidad N=10		Reproducibilidad	
	Media (ppm)	CV (%)	Media (ppm)	CV(%)
GA_3	609	1.0	258	1.9
GA_7	68.60	1.0	62	7.0
GA_4	67.20	1.0	57	7.0
GA_4			427	2.1
AIA	129.69	0.8	127	6.3

Las figuras 1, 3 y 5 muestran los cromatogramas de los patrones y las figuras 2, 4 y 6 muestran la identificación en muestras de extractos de caldos de fermentación.

Figura 1
Cromatograma de un patron de GA_3

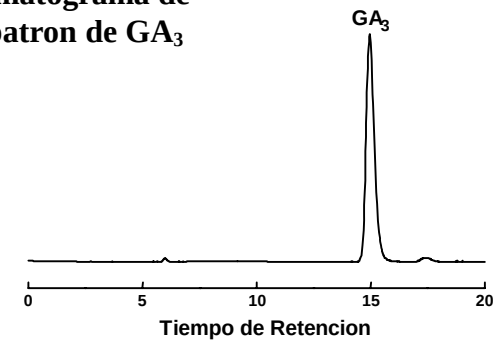


Figura 2
Cromatograma de un extracto

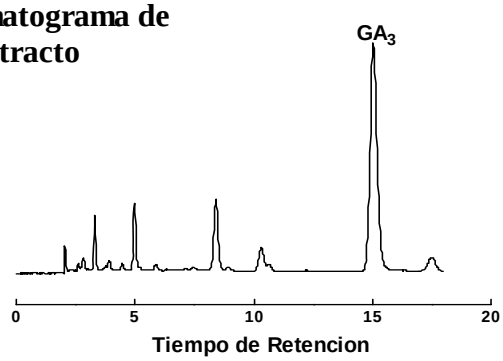


Figura 3
Cromatograma de los Patrones GA_4 y GA_7

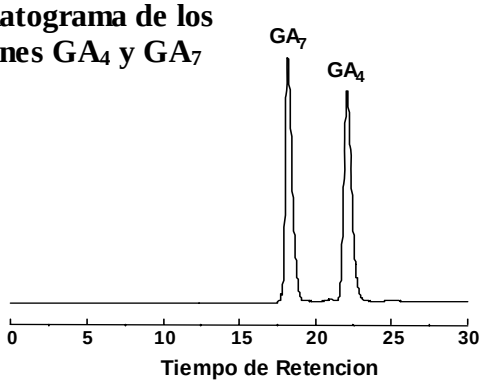


Figura 4. Cromatograma de un extracto

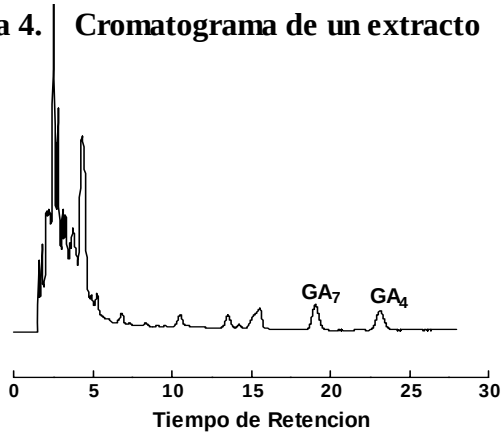


Figura 5. Cromatograma de los patrones de Auxinas

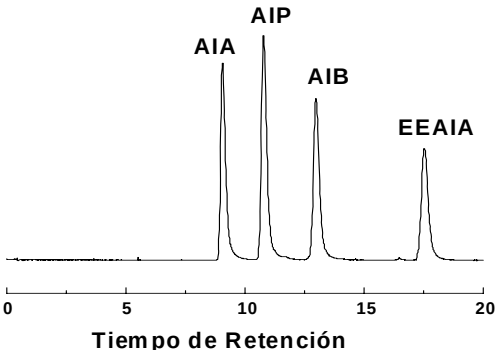
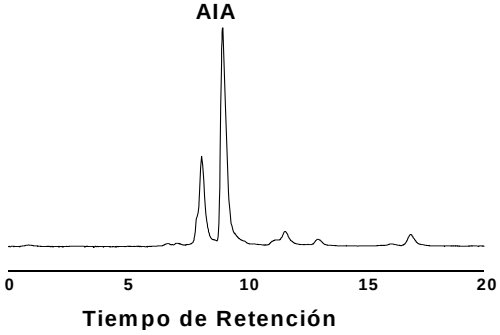


Figura 6. Cromatograma de un extracto



Como puede apreciarse en las figuras anteriores, en todos los casos se obtuvo muy buena resolución (R>1.5) en la separación de las fitohormonas estudiadas.

CONCLUSIONES

Se logró establecer tres métodos analíticos isocráticos para la determinación de fitohormonas biosintéticas (giberelinas y auxinas) por HPLC de fase reversa, en caldos de fermentación, con muy buena resolución y sin necesidad de una preparación de muestra complicada o derivatización.

Se obtuvo una buena linealidad, repetibilidad y reproducibilidad para todos los métodos y se determinó los límites de detección y cuantificación para cada fitohormona estudiada.

REFERENCIAS

Barendse, G. W. M. et al (1980) *J. Chromatogr*. Vol. 198, 449.
Kim, K. R. (1985), *J. Chromatogr*. Vol. 325, 127.
Lin, J-T. and Stafford A. E. (1991), *J. Chromatogr*. Vol. 543, 471.
Patten, C. L. and Glick, B. R. (1996*). Can. J. Microbiol*. Vol. 42, 207.
Potter, T. I. Zanewich, S. B. (1993). *Plant Growth Regul.* Vol. 12, 133.

DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD INICIAL DE UNA DESTILERÍA CONSIDERANDO LA INCERTIDUMBRE EN LA DEMANDA Y DE LAS MATERIAS PRIMAS.

Ing. Oquendo Ferrer, Hilda **
Dr. Sc. González Suárez, Erenio.*
Dr. Pedraza Garciga, Julio.*
Ing. Matos Mosqueda ,Luisa**

* Centro de Análisis de Procesos. Universidad Central de Las Villas, Villa Clara, Cuba.
** Departamento de Ingeniería Química. Universidad de Camagüey. Camagüey, Cuba.
Email:: hilda@reduc.cmw.edu.cu
Email: erenio@uclv.edu.cu

ABSTRACT

The method to determinate the initial capacity of a Plant and your amplification is presented. Mathematical models are obtained, which the uncertainting in the demand, raw material and financier are considered. An example, for the determination of the capacity of an alcohol Plant is solved, considering as new element, the uncertainting in the raw material (sugar cane).

This work has were applied in different territories and provinces as Camagüey, Ciego de Ávila y Villa Clara, including the investment studies.

INTRODUCCIÓN

La mayoría de los países Latinoamericanos, entre ellos los productores de azúcar, se encuentran enfrascados en la búsqueda de una estrategia para la reconversión de sus economías y dar respuesta con ella a la apertura de nuevos mercados y a la integración regional. En las condiciones cubanas, a diferencia de los países azucareros de la región, se cuenta con una estrategia de diversificación, puesta en marcha desde los primeros años del triunfo de la revolución, y que ahora se intensifica para lograr una explotación más amplia de la caña de azúcar, junto a la producción de un mayor número de derivados. A esto se han referido González (1996) y Gálvez (1999).

En la Diversificación una variante atractiva lo constituye la proyección de plantas de alcohol y un elemento decisivo para poder llevarla a efecto es la existencia o no de caña como materia prima fundamental de la industria azucarera y por tanto de las producciones derivadas.

Los pronósticos en los proyectos son siempre inciertos e imprecisos, pero inevitables, puesto que los procesos deben responder a las demandas futuras. El desconocimiento del futuro es uno de los factores más desconcertantes en la ingeniería de procesos, que oscurece con frecuencia la visión del proceso óptimo. Los efectos de este desconocimiento deben minimizarse de algún modo, ofreciendo así al ingeniero de

procesos un grado de confianza suficiente en los sistemas creados según plantean los clásicos Rudd y Watson (1980).

Estos autores, así como Max y Klaus (1991), Edgar y Himmenblau (1998) han presentado métodos para la determinación de la capacidad óptima de la planta considerando un entorno dinámico desde los puntos de vista técnico y económico, basándose en la demanda y previsiones en los precios. Se presentará un método para determinar el tamaño inicial de una planta de alcohol y su ampliación teniendo en cuenta la proyección real de la materia prima (caña de azúcar), lo cual resulta de gran interés y aplicación práctica en estos momentos.

DESARROLLO

Uno de los problemas clásicos de incertidumbre en la estrategia de procesos es la determinación de las capacidades iniciales de una instalación industrial considerando los cambios en la demanda futura del producto según plantean Rudd y Watson (1980) por lo que cualquier estudio que se realice debe iniciarse por este paso, en adición, a este señalamiento clásico para la industria de procesos, de acuerdo con lo demostrado por la práctica en los últimos lustros, se requiere también considerar la incertidumbre en otros aspectos según señalan autores cubanos como Lauchy, Señudo y González (2001)), Pedraza (1997) y Rosa (1996).

Se realizó un análisis a partir de la proyección de la demanda mínima de Alcohol en el período 1998-2010, con las consideraciones de los clásicos, en cuanto a la incertidumbre en la demanda e incorporándosele, la consideración en el modelo, de la incertidumbre financiera y en la materia prima, según trabajos de González y Oquendo (2001).

En el caso específico de la industria de la caña de azúcar, nos encontramos con un problema adicional al determinar las capacidades iniciales de las instalaciones industriales que es el concerniente a los cambios futuros en la disponibilidad de la materia prima (caña), lo que está actualmente acentuado, en Cuba, por el decrecimiento de la disponibilidad de este cultivo debido a las afectaciones que en los últimos años se han tenido, lo que hace de este un problema de interés práctico y metodológico que debe en el caso de este sector industrial y quizás de otros sectores agroindustriales estar incluido en los estudios inversionistas según Oquendo (2001)

Se presenta a modo de ejemplo el procedimiento metodológico a seguir:

Se realiza la determinación de la capacidad óptima de la planta de etanol a partir de la proyección de caña, la cantidad de miel que se obtiene anualmente y lo que esto representa en hL/d de etanol.

Para estos datos se ajustó un modelo lineal, validado por las pruebas estadísticas correspondientes, esto es:

Modelo Lineal	R^2 (%)	Error	Prueba F y t	Residuos
Y = 263.98 + 145X	93.51	133.54	P = 0	OK

Se presentaron los resultados de las pruebas estadísticas utilizadas para validar el modelo: coeficiente de correlación (R), coeficiente de determinación (R^2) y las pruebas F y t de significación del modelo y los coeficientes respectivamente. En todos los casos se

realizaron los análisis de residuos, que mostraron un comportamiento normal, validándose el modelo y las pruebas anteriores.

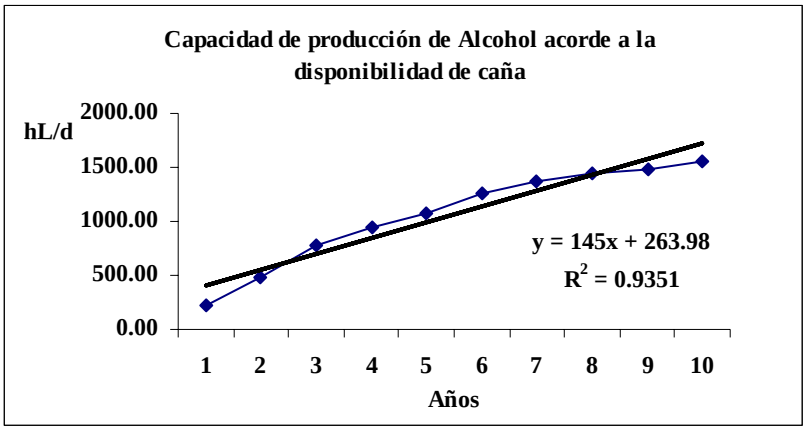


Fig. 1. Comportamiento de la capacidad de producción a partir de la disponibilidad de caña.

Se calculó la capacidad óptima inicial cuando la demanda inicial no es nula y no se consideró sobrediseño, por cuanto las proyecciones se considera están ya sobredimensionadas. Como se puede apreciar, para este ejemplo, la capacidad de proyección de una planta de etanol puede estar en el rango de 1 875 a 2 680 hL/d .

Tabla 1. Determinación de la capacidad óptima a partir de la disponibilidad de caña.

	Demanda inicial no nula sin sobrediseño			**Fórmulas**
	0,12	**0,15**	**0,18**	**Sin sobrediseño**
Pendiente	145,00	145,00	145,00	
Capacidad Inicial (hL/d)	1472,31	1230,64	1069,53	C1=b1/I+bo
Primera ampliación (años)	8,33	6,67	5,56	T=(C1-bo)/b1
Capacidad de la ampliación (hL/d)	1208,33	966,66	805,55	C2=b1/I
Total	2680,63	2197,30	1875,08	Ct = C1+C2

Una alternativa para hacer más competitiva la inversión de una destilaría es macrolocalizarla en una región de más fácil acceso del producto terminado a su principal cliente, por ello considerando las proyecciones inversionistas se debe proceder a realizar este estudio en una zona, a esto se refieren Oquendo y otros (2001) y Oquendo, Parra y González (2001).

CONCLUSIONES

- Es necesario, acorde a la etapa actual en que se desenvuelve la Industria Azucarera y la economía en general considerar la incertidumbre en los parámetros tecnológicos, en el mercado, en la disponibilidad de materias primas y las inversiones.
- En el caso específico de la industria de la caña de azúcar, nos encontramos con un problema adicional al determinar las capacidades iniciales de las instalaciones industriales que es el concerniente a los cambios futuros en la disponibilidad de la materia prima (caña), por lo que este elemento no debe omitirse en ningún análisis de este tipo.
- Es aconsejable combinar en los estudios de determinación de capacidades industriales los pronósticos de demanda de los productos y de disponibilidad de la materia prima.
- La inclusión de la variación de las tasas de interés tanto en los estudios de capacidad inicial instalada como de macrolocalización, permiten una valoración más acertada del impacto de las inversiones encaminadas a la diversificación azucarera.
- Se propone realizar los cálculos considerando la materia prima para el Complejo Etanol-Torula por todas las ventajas que representa esta integración desde el punto de vista tecnológico, de la disponibilidad de materias primas y el tratamiento de los residuales.

REFERENCIAS

Edgar, T. F, Himmenblau,D.M. (1998). "Optimization of Chemical Processes". Chemical Enginnering Series. McGraw-Hill. pp 419-413.

Gálvez Taupier, Luis (1999). "Hacia una Agroindustria Diversificada y con esquemas flexibles de producción". *Revista Cuba Azúcar*. Diciembre de 1999.pp. P 5-11.

González Suárez, E., Hernández Nodarse, M., Lauchy Señudo, A. y Oquendo Ferrer, H.(2001). "La transferencia de tecnología en el desarrollo diversificado de la industria de la caña de azúcar. *Revista Centro Azúcar*. N°4, 2001.

González, E.(1995). "Escalado y diseño de instalaciones de la industria química en condiciones de incertidumbre".En: *Taller Internacional de Escalado*, III, Habana 95, La Habana.

González, E.(2001). "La incertidumbre en el desarrollo diversificado de la industria de la caña de Azúcar". En: *Conferencia del Seminario Cuba* –Río de Janeiro. Brasil.

González, E. (1996) "Prospectiva Tecnológica de la Industria Azucarera".En: *Seminario de perfeccionamiento de la Agroindustria de la Caña de Azúcar*. República Dominicana.

González, E., Oquendo H.(2001) ¨ "Consideración de la incertidumbre en la aplicación de tecnologías limpias para la diversificación de la industria de la caña de azúcar" ¨.En: *Evento Internacional Medio Ambiente* 2001. Cuba.

Kotler Philip. (2001). Dirección de Marketing. Edición Milenio. Prentice Hall. México.

Lauchy Sañudo, Armando, Llanes López, Carmen, González Suárez, Erenio.(2001) "La incertidumbre y el riesgo en la evaluación de inversiones de plantas de la ruta alcoquímica". Aceptado para publicar. *Revista Centro Azúca*r.

Max S., P.; Klaus D., T. (1991) Plant Design and Economics for Chemical Engineers, Mc. Graw-Hill International Editions. Fourth Edition New York.

Oquendo Ferrer, H, Parra Gutiérrez, C., Crespo Zafra, L., González Suárez ,E. (2001). "Aplicación de la programación lineal a la diversificación azucarera". *Revista Centro Azúcar*. N°3.

Oquendo Ferrer, Parra, H, Gutiérrez, C., González Suárez ,E.(2001) "Aplicación de la programación lineal para determinar la macrolocalización de una planta de alcohol en la provincia de Camagüey". *Revista Centro Azúcar.* N°2.

Oquendo Ferrer, H. y otros. (2001) "La capacidad óptima de una planta de alcohol considerando la incertidumbre en la materia prima". Aceptado para publicar, *Centro Azúcar*,

Pedraza Garciga, J. (1997). "Estrategia para el diseño de una planta para la producción de ácido fosfórico en condiciones de incertidumbre". *Tesis* para la obtención del Grado Científico de Doctor en Ciencias Técnicas.

Rosa Domínguez , E.(1996). "Análisis de alternativas de inversión en la industria química considerando la fiabilidad de los equipos". *Tesis* para la obtención del Grado Científico de Doctor en Ciencias Técnicas.

Rudd, D.F., Watson, C. C. (1980) "Strategy of Process Engineering". La Habana. pp. 269-273

DETERMINACIÓN DE LAS PÉRDIDAS DE ETANOL EN LA FERMENTACIÓN ALCOHÓLICA: INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA Y EL FLUJO DE CO_2

Domenech, F
Michelena, G
Alfonso, A
Diez, K.
Martínez, A. J.
Porto, O.

ICIDCA, Vía Blanca 804 esq. a Carretera Central, P.O. Box 4026, C. Habana, Cuba
E-mail: fdomenech@icidca.edu.cu

ABSTRACT

The effect of the temperature on the ethanol loss in the alcohol fermentation was studied. In temperature conditions controlled 4 experiments were carried out in fermenters with 14 litres, at constant temperature of 32, 35, 38 ^oC and simulating the destilleryes between 32-42 ^oC. Ethanol loss were between 0.93 and 1.41 % in dependency of the CO_2 delivery and the temperature.

INTRODUCCIÓN

Las pérdidas de etanol por evaporación en la fermentación alcohólica han sido atribuidas a un efecto físico, el incremento de la presión parcial del vapor con el aumento de la temperatura de fermentación debido al calor metabólico generado, sin embargo no se ha tenido en cuenta el efecto biológico que provoca el incremento de la temperatura en el metabolismo de los microorganismos, el cual es mucho mas marcado.

De acuerdo con la ecuación estequiométrica de formación de etanol (Moo Young, 1985) teóricamente 100 gramos de glucosa forman 51.11 gramos de etanol y 48.89 gramos de gas carbónico, con desprendimiento de energía de 23.7 kcal.

En condiciones óptimas de fermentación la velocidad de producción de CO_2 aumenta y se produce el efecto de arrastre de vapores de etanol con mayor intensidad. El objetivo de este trabajo es determinar la influencia que ejerce la temperatura y el arrastre de vapor por CO_2 sobre las pérdidas de etanol en la fermentación alcohólica.

MATERIALES Y MÉTODOS

Microorganismo y desarrollo del Inóculo

Se empleó la levadura *Saccharomyces cerevisiae* (A-3) del banco de cepas del ICIDCA, La biomasa celular desarrollada en cuñas de YPG-agar e incubadas de 24 a 48 horas a 30ºC, se paso a matraces de 500 mL de volumen nominal conteniendo 50 mL del medio de propagación (miel diluida 1:1 y desfangada 8% ART, $(NH_4)_2SO_4$ 1,8g,

$(NH_4)_2HPO_4$ 0,8g, (p/v), agua destilada 1L, pH 5,3-5,5) y se incubaron a 30 ^oC y 160 rpm, por un periodo de 12 -16 horas.

Dispositivos y condiciones experimentales

Los experimentos se desarrollaron en frascos de 18 litros, conteniendo un volumen de 14 litros de medio compuesto por miel física diluida hasta 14 % de azúcares Reductores Totales (ART) y ajustado el pH a 4.5. Se inoculó en relación 1/10 v/v, para una concentración de 10^6 células/ml. La temperatura fue controlada a través de un baño termostatado, en el primer experimento se mantuvo constante a 32 ^oC, en el segundo a 35 ^oC y en el tercero a 38 ^oC, el cuarto experimento se desarrolló simulando el incremento de temperatura real que ocurre en las destilerías por la generación de calor metabólico (32 – 42 ^oC)

Se tomaron muestras a la batición (medio líquido) cada dos horas para determinar la concentración de azúcares, etanol y biomasa y a la fase gaseosa a cada una hora para determinar la concentración de etanol en los gases de salida.

Determinaciones analíticas

La miel física fue caracterizada antes de utilizarla en la fermentación, determinándose en cada caso, azúcares reductores libres y totales (ARL, ART) por el método de Eynon-Lane modificado (Douzou,1985).

A las muestras de batición se les determinó la concentración de biomasa por gravimetría secando en estufa a 80 ^oC durante 24 horas (hasta peso constante).

La concentración de etanol en la fase líquida y gaseosa se llevó a cabo por cromatografía gaseosa utilizando un cromatógrafo con un detector de ionización de flama (FID). El nitrógeno se tomó como gas acarreador a una velocidad de 1.5 ml/min. La relación de Split fue de 50:1 temperatura del detector e inyector se mantuvieron en 210 ^oC y la del horno en 30 ^oC.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los datos experimentales fueron ajustados a curvas según se muestra en las tablas 1 y 2 con el objetivo de poder evaluar los modelos obtenido en cada hora y lo que permite calcular de forma acumulativa la cantidad de CO_2 producido y etanol evaporado por litro de medio, teniendo en cuenta el efecto de la temperatura.

Tabla 1. Modelos y parámetros ajustados a los flujos de CO_2 (L CO_2/h. L de medio) en dependencia del tiempo, h.

Experimento	Modelo	Parámetro			r^2
		a	b	X_o	
1 (32 ^oC)	**Peak Gaussian** $Y = a.e^{(-0.5((X-X_o)/b)^2}$	3.081	3.938	11.24	0.978
2 (35 ^oC)	**Peak Log Normal** $Y = a.e^{(-0.5(Ln(X/X_o)/b)^2}$	2.138	0.573	9.57	0.982
3 (38 ^oC)	**Peak Gaussian** $Y = a.e^{(-0.5((X-X_o)/b)^2}$	2.503	5.225	12.33	0.981

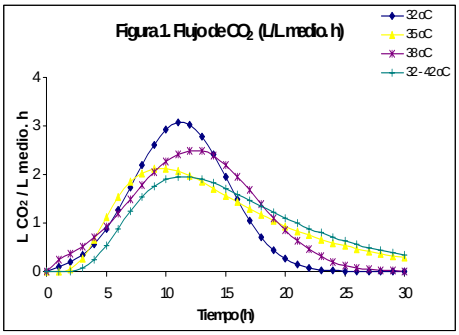
4 (32 – 42 ^{o}C)	**Peak Log Normal** $\mathbf{Y = a.e^{(-0.5(Ln(X/X_o)/b)^2}}$	1.963	0.516	11.49	0.976

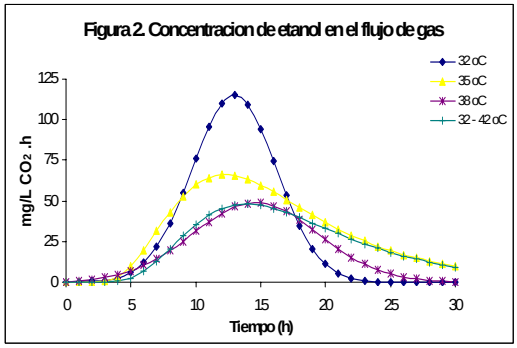
Como se observa los modelos ajustados tienen coeficientes de correlación por encima de 0.97, lo que indica la veracidad del ajuste.

El parámetro (a) coincide con el valor máximo alcanzado durante la fermentación y el valor de (X_o) con la hora a la cual se alcanza este valor y el significado del parámetro (b) debe estar relacionado con aspectos biológicos del microorganismo el cual no fue determinado.

Tabla 2. Modelos y parámetros ajustados a los flujos de etanol evaporado por litro de medio (mgEtanol/h. L de medio) en dependencia del tiempo, h.

Experimento	Modelo	Parámetro			r^2
		a	b	X_o	
1 (32 ^{o}C)	**Peak Gaussian** $\mathbf{Y = a.e^{(-0.5((X-X_o)/b)^2}}$	114.9	3.257	12.96	0.984
2 (35 ^{o}C)	**Peak Log Normal** $\mathbf{Y = a.e^{(-0.5(Ln(X/X_o)/b)^2}}$	65.99	0.458	12.21	0.988
3 (38 ^{o}C)	**Peak Gaussian** $\mathbf{Y = a.e^{(-0.5((X-X_o)/b)^2}}$	48.93	4.862	14.60	0.972

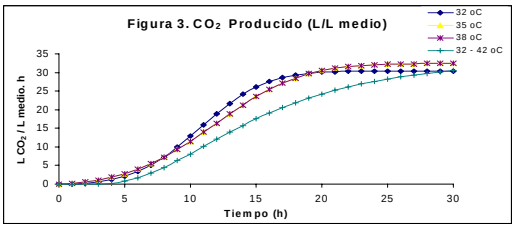


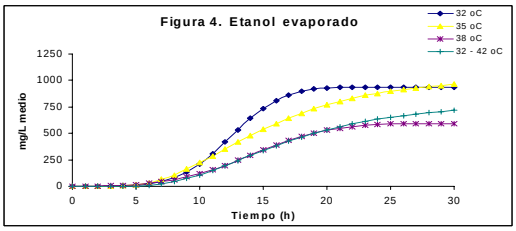


4 (32 – 42 ^{o}C)	**Peak Log Normal** $\mathbf{Y = a.e^{(-0.5(Ln(X/X_o)/b)^2}}$	47.87	0.425	13.90	0.974

Es evidente el efecto que ejerce la temperatura sobre el metabolismo de la levadura estudiada. En las figura. 1 y 2 se observa que a medida que la temperatura se incrementa las velocidades de producción de CO_2 disminuyen con el correspondiente desplazamiento del máximo y del tiempo de fermentación. Es de destacar, que en la corrida 1 es donde se logra una mayor velocidad de producción de CO_2 y de evaporación de etanol, aparentemente el efecto de elevar la temperatura no es tan significativo como el efecto del arrastre del etanol por el CO_2, este comportamiento se corrobora en las figuras 3 y 4, donde se observa que las corridas donde mayor cantidad de etanol es perdida son las que se desarrollan a temperaturas cercanas al óptimo para las levaduras, en este caso las temperaturas mas bajas

(entre 32 y 35 ^{o}C) alcanzando valores de 936.46 y 942.95 a las horas 22 y 28 respectivamente.





En la figura 4 se observar que a 35 ^{o}C se logra la misma cantidad de etanol evaporado que a 32 ^{o}C 940 mg/l de medio, lo que si difiere es el tiempo de fermentación de 22 y 28 horas respectivamente. La tabla 1, se muestran los resultados obtenidos al final de la fermentación, se tomó como criterio para determinar la hora final de la fermentación cuando el incremento por hora de CO_2 sea menor que 0.5 % del CO_2 producido total.

Tabla 1. Resultados experimentales. Determinación del % de pérdidas de etanol por evaporación.

Experimento	Hora final de fermentación (h)	CO_2 Total Producido (L/L medio)	Etanol Evaporado (g/L medio)	Etanol Medio Líq. (g/L medio)	% Perdida (%)
1 (32 ^{o}C)	22	30.18	0.934	65.32	1.41
2 (35 ^{o}C)	28	31.80	0.954	68.24	1.38
3 (38 ^{o}C)	26	32.34	0.593	63.33	0.93
4 (32 – 42 ^{o}C)	32	30.51	0.715	67.57	1.05

Como se puede observar, las cantidades de CO_2 liberados por litro de medio son similares para todos los casos, sin embargo con el incremento de la temperatura la cantidad de etanol evaporado disminuye, trayendo consigo que el % de pérdidas obtenido tenga un comportamiento decreciente, este efecto se puede atribuir como se explicó anteriormente al arrastre de vapor producido por el aumento de la velocidad de desprendimiento de CO_2 en condiciones óptimas de fermentación, entonces, se puede plantear que en condiciones industriales donde se trabaja a volúmenes entre 150 y 250 m^3 de medio y alturas de líquido que puede alcanzar hasta 6 metros este efecto se incrementaría trayendo consigo el aumento de las pérdidas de etanol, no obstante, tener el uno por ciento de pérdidas en fermentación equivale para una destilería de 600 hl/d a 600 litros, que equivalen aproximadamente a 2.5 toneladas de miel diaria. Por lo que, en las destilerías de alcohol se impone la aplicación de un proceso de recuperación de etanol, para de esta forma disminuir los índices de consumo de miel y los rendimientos alcohólicos, además, es necesario la recuperación del CO_2 para de esta forma darle un uso efectivo antes de ser liberado a la atmósfera.

CONCLUSIONES

Las pérdidas de etanol en la fermentación alcohólica no solo dependen de la temperatura, sino del efecto de arrastre por el CO_2 producido. Se lograron a escala de laboratorio pérdidas de etanol en fermentación entre 0.93 y 1.41 por ciento. Los resultados indican que en las destilerías de alcohol se impone la aplicación de un proceso de recuperación de etanol, ya sea por método físico o biológico, para de esta forma disminuir los índices de consumo de miel y los rendimientos alcohólicos, además, es necesario la recuperación del CO_2 para de esta forma darle un uso efectivo antes de ser liberado a la atmósfera.

REFERENCIAS

Moo Young M. (1985) Comprehensive Biotechnology. Pergamon press. Pp:345-378

Douzou, M. P.(1985). Biotecnología. Editorial El manual moderno. México, DF.

Gálvez L.O. (2000)."Manual de los derivados de la caña de azúcar" Imprenta MINAZ, La Habana, Cuba.

Shuler M. L. and Kargi E. (1992). “Bioprocess Engieneering Basic Concepts”. N. Yersey, .Prentice Inc. Englewood Cliffs,

Palacio, H. (1956). Fabricación del alcohol. Salvat Editores S.A., España

DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS CINÉTICOS DE LA PRODUCCIÓN DE ESPORAS DE *Metarhizium anisopliae* POR FERMENTACIÓN EN ESTADO SÓLIDO.

Rodríguez-León, J. A.
Domenech , F.
León, M.
Rodríguez , D. E.
Sánchez , D.
Alfonso, A.

Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA)
Vía Blanca No. 804 y Carretera Central. AP. 4026
. e-mail: rodleon@icidca.edu.cu

ABSTRACT

In solid state fermentation processes is very difficult to determine the kinetic parameters. In this work was employed the respirometry technique to determine the growth's kinetic of *Metarhizium anisopliae*. It was determined the specific growth rate, the yield based on oxygen consumption and the maintenance coefficient. These parameters are very important because they represent the process.

INTRODUCCION

En la estrategia de desarrollo de bioplaguicidas con respecto a las necesidades del país se ha planteado, que en el caso de los procesos de fermentación en estado sólido se instrumente de manera prioritaria, las tecnologías correspondiente a *Metarhizium anisopliae*, debido a la importancia de los cultivos a proteger y las plagas que controla este microorganismo [2-16]. Es por lo anterior que exisrte una necesidad de búsqueda de métodos de reproducción masiva que permitan obtener formulados a partir de conidios o clamidosporas y que se caractericen por presentar superficies rugosas y gruesas las cuales favorecen una mayor estabilidad del producto ante las condiciones ambientales y por tanto mayor persistencia y capacidad de adherencia al hospedero. En el caso que nos ocupa desde el punto de vista fisiológico, en la producción por vía de la fermentación sumergida, se obtiene una relación de blastosporas, que si bien son estructuras infectivas, son poco resistentes en cuanto a los cambios de las condiciones climáticas (temperatura, radiación, humedad, etc.), en relación con los conidios que se producen caracterizándose las primeras por presentar cubiertas delgadas y lisas, lo cual influye negativamente en cuanto a su eficacia y persistencia después de las aplicaciones pertinentes dificultando, además, la formación de epizootias. En el caso de la fementación en estado sólido se obtiene mayoritariamente una producción de conidios.

El objetivo del presente trabajo es la determinación de los parámetros cinéticos que caracterizan a la fermentación en estado sólido de un medio apropiado para la producción de esporas de *Metarhizium anisopliae*. Al efecto se emplea el análisis del balance respirométrico obtenido durante el proceso fermentativo [17,18].

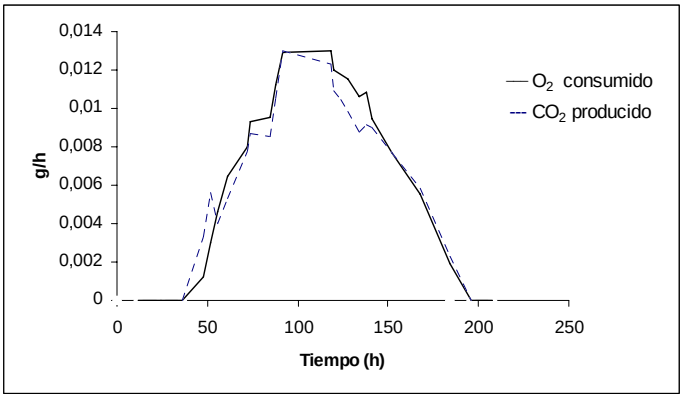
MATERIALES Y METODOS

Microorganismo y medio de propagación: Se utilizó la cepa *Metarhizium anisopliae* del banco de cepas del INISAV (Instituto Nacional de Investigaciones de Sanidad Vegetal, Cuba). Como inóculo se empleó micelio de 48 h obtenido en cultivo sumergido en medio Czapek inoculado con esporas producidas en cuñas con medio Czapek-Dox-Agar. El medio sólido a fermentar se inoculó con una relación 1:10 v/p en base a material húmedo a fermentar

Medio de fermentación: El medio de fermentación empleado presentó la siguiente composición: bagazo de caña, 31,22 g; harina de trigo, 20 g; urea 0,53 g; fosfato monobásico de potasio 0,66 y 27,12 ml de agua. La humedad se ajustó a un 50%. El pH inicial se ajustó en todos los casos a 5.6. Las corridas fueron realizadas por triplicado.

Estudio cinético: El experimento se llevó a cabo en columnas Raimbault con cromatógrafo de gases acoplado para determinar la composición del aire de salida del fermentador en cuanto a O_2, CO_2 y N_2.

RESULTADOS Y DISCUSION



En la figura 1 se reporta el patrón cinético del consumo de O_2 y del CO_2 producido durante el proceso de fermentación sólida. El coeficiente de respiración promedio fue determinado durante todo el experimento a partir de los datos reportados en la Figura 1 y presenta un valor de 0.8, con una desviación estándar de 0.128, lo cual al ser ligeramente inferior a 1 es un posible índice de síntesis de metabolitos asociados al crecimiento. Según se reporta, *Metarhizium anisopliae* es capaz de producir: destruxinas, swainsonina, otras toxinas y enzimas [19-22] aunque generalmente estas son producidas en la cutícula de los insectos cuando son invadidos.

Figura 1. Patrón cinético del consumo de O_2 y del CO_2 producido durante el proceso de fermentación sólida.

Una vez corroborado el comportamiento aeróbico del sistema durante todo su desarrollo, se procedió a realizar el estimado de los parámetros cinéticos del proceso a partir del balance metabólico del oxígeno mediante la solución numérica del balance diferencial del O_2 consumido[17, 23]. Para resolver esta ecuación se emplearon los resultados reportados en la tabla 1. Los parámetros biotecnológicos obtenidos en FES de *Metarhizium anisopliae* se reportan en la tabla II.

A partir de la misma se observa que el proceso presenta una fase logarítmica de crecimiento de 48 horas, dadas por el primer punto de linealidad para estimar la velocidad específica de crecimiento, la fase exponencial se extiende hasta la hora 128 que representa el último punto de linealidad. El valor obtenido para la velocidad especifica de crecimiento máxima (μ) es relativamente mas baja que las reportada para otros hongos desarrollados en procesos de fermentación en estado sólido. Este hecho corrobora lo relativamente difícil que es obtener las esporas de *Metarhizium anisopliae*, no solo debido a lo lento que crece el microorganismo si no al hecho de que debido a su bajo crecimiento existe un alto riesgo de contaminación en el sistema por la existencia de contaminantes que presenten una velocidad específica de crecimiento mayor.

Tabla I. Características del sustrato y la biomasa durante la fermentación en estado sólido con *Metarhizium anisopliae* para la obtención de esporas.

	Tiempo de fermentación (h)

	0	**168**
Peso del sustrato húmedo (g)	20	18.47
Humedad (%)	47.87	52.77
Proteína inicial debido al inóculo b.h (%)	0.03	------
Proteína final b.h (%)	------	2.71
Biomasa total (g)	0.02	1.67

Tabla II-. Parámetros cinéticos correspondientes a la fermentación en estado sólido para producir esporas de *Metarhizium anisopliae* en columnas Raimbault.

Primer punto de linealidad	52 horas
Ultimo punto de linealidad	128 horas
Velocidad específica de crecimiento (h-1)	0.04
Coeficiente de regresión.	0.958
Rendimiento en base al oxígeno (g biomasa/g O2 consumido)	2.051
Coeficiente de mantenimiento (g O2 consumido/g biomasa). h)	0.0025
Coeficiente de desviación del modelo (%)	0.99

El rendimiento en base al oxígeno consumido (Yx/o) depende del microorganismo y del sustrato empleado y el obtenido en nuestro experimento es de 2.051, similar a los valores reportados para otros hongos [24,25].

El hecho de que el coeficiente de mantenimiento es relativamente alto parece corroborar que el microorganismo esta consumiendo una determinada cantidad de energía para sintetizar metabolitos aparentemente asociados al crecimiento, este hecho coincide con la interpretación dada al analizar el valor del coeficiente de respiración por el CR obtenido durante toda la fermentación. El ajuste del modelo arroja un % de error de solamente de 0.99.

Otro hecho notable obtenido a partir del análisis de los valores de los parámetros cinéticos lo constituye la duración relativamente alta de la fase lag que asciende a 54 h. Este hecho refleja una etapa germinación de la espora a su estado vegetativo también lenta. No obstante es de señalar que se obtuvo un conteo final de esporas del orden de 10^9 en solo 7 días, lo cual resulta muy difícil en los procesos de fermentación sumergida y en los procesos de fermentación en estado sólido generalmente son mayores a los 10 días.

REFERENCIAS

1) Hokkanen, H.M.T. (1994).. *Encyclopedia of Agricultural Sciences*, Vol 3 pp. 155-167, Ch. J. Arntzen Ed., Academic Press Inc., N.Y.,
2) Romero, M., Estrada, M.E., Castañeda, R.F. y Luján, M. (1995). *Memorias del 3er. Encuentro Nacional de Bioplaguicidas*, INISAV, Ciudad de la Habana.
3) Pazos, R., López, M. y Ponce, E. (1995). *Memorias del 3er. Encuentro Nacional de Bioplaguicidas*, INISAV, Ciudad de la Habana.
4) Toledo Duque de Estrada, C., Padrón del Toro, N.B., Rodríguez Ramírez, L.A., Nuñez Morales, D. y Pérez Valdés, I.. (1995). *Memorias del 3er. Encuentro Nacional de Bioplaguicidas*, INISAV, Ciudad de la Habana.
5) Blanco, E., Massó, E. y Trujillo Z. (1995). *Memorias del 3er. Encuentro Nacional de Bioplaguicidas*, INISAV, Ciudad de la Habana.

6) Stefanova, M., Sandoval, I., Gómez, R., Heredia, I., Martínez, M.L., Ariosa, M., Alvarez, C., Castellanos, L., Pupo, E., Arévalo, R. , Devesa, L.J. y Bermúdez, G. (1995). *Memorias del 3er. Encuentro Nacional de Bioplaguicidas*, INISAV, Ciudad de la Habana
7) Araújo, L. y Reyes N. (1995). *Memorias del 3er. Encuentro Nacional de Bioplaguicidas*, INISAV, Ciudad de la Habana.
8) Rodríguez, F y Sandoval, I. (1995). *Memorias del 3er. Encuentro Nacional de Bioplaguicidas*, INISAV, Ciudad de la Habana.
9) Heredia, I., Alvarez, C., Santana, T., Brito, R. y Sarmiento, W. (1995). *Memorias del 3er. Encuentro Nacional de Bioplaguicidas*, INISAV, Ciudad de la Habana.
10) Castellanos, L., Gónzalez, M., Santan, T. e Irimia, I. (1995). *Memorias del 3er. Encuentro Nacional de Bioplaguicidas*, INISAV, Ciudad de la Habana.
11) Devesa, L.J. y Barquero, V. (1995). *Memorias del 3er. Encuentro Nacional de Bioplaguicidas*, INISAV, Ciudad de la Habana.
12) Chandler, D. (1997).*Biocontrol Science and Technology* Vol. 7 pp. 95-104
13) Quintela, E. D. and C. W. McCoy. (1997). *Environmental Entomology* Vol.26(5), pp. 1173-1182
14) Rath, A. C., D. Worledge, T. B. Koen, B. A. Rowe. (1995). *Biocontrol Science and Technology* Vol.5 (4), pp 439-451
15) Moore D. and C. Prior. (1993). *Biocontrol News and Information* Vol.14(2), pp. 31N-40N
16) Bateman, R. P. (1997). *Outlook on Agriculture* Vol.26(1), pp. 13-18
17) Rodríguez León, J. A., A. Sastre, J. Echevarría, G. Delgado y W. Bechstedt. (1988). *Acta Biotechnologica* Vol.8 No. 4, pp. 299-302
18) Pandey A, G., C. R. Soccol, J. A. Rodríguez-León y P. Nigam. (2001). *Solid State Fermentation in Biotechnology. Fundamentals and Applications*. 221 New Delhi pp. Ed. Asiatech Publishers Inc.,
19) Bidochka, M. J.; St Leger, R. J. and Roberts, D. W. (1997). "Mechanims of Deuteromycete fungal infections in grasshoppers locusts: An overview". *Memoirs of the Entomological Society of Canada*. Vol. 171, pp 213-224.
20) Jegorov, A.; Matha, V.; Sedmera, P. and Roberts, D. W. (1992). *Phytochemistry*. Vol.31(8), pp. 2669-2670
21) Suzuki, A.; Kawakami, K. and Tamura, S. (1971). *Agric. Biol. Chem.* Vol. .35(10), pp. 1641-1643
22) Roberts, D. W. (1969). *Journal Invertbr. Pathol.* Vol. 14, pp. 82-88
23) Sato, K., M. Nagatani, K. Nakamura and S. Sato.(1983)..*J. Ferment. Technol.* Vol.61(6), pp. 623-629
24) Rodríguez León, J. A., Domenech F., León M., Rodríguez D. E. y Pandey A. (1999). *Brazilian Archives of Biology and Technology.* Vol. 42, pp. 69-76
25) Brand, D.; Pandey, A.; Rodriguez-Leon, J. A.; Roussos, S.; Brand, I.; Soccol, C. R. (2001). *Biotechnology Progress.* Vol.17 (6), pp. 1065-1070

DETERMINACIÓN DEL FURFURAL EN EXTRACTOS DE AGUARDIENTE Y ROBLE MEDIANTE CROMATOGRAFÍA LÍQUIDA DE ALTA EFICACIA

Blanco, Idania *
Redondo, Delfa
Tabío,. Marina
Rivas,. Mauricio
Queris, Oscar **

- ICIDCA. Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar. Vía Blanca No. 804. Apartado 4026. CP 11000. La Habana. Cuba.
E-mail: *idania@icidca.edu.cu*
**IIIA. Instituto de Investigaciones para la Industria Alimenticia. Carr. Guatao km 3 ½, La Habana, Cuba

ABSTRACT

One of the components in oak wood is furfural, which is extracted by spirits during their aging process. In this study, a HPLC technique for separation and identification of furfural by direct injection has been performed. This technique has been applied to the analysis of spirit extracts in previously treated oak wood, thus revealing the existing differences in the furfural concentration according to the treatment of wood.

INTRODUCCIÓN

La extracción de los compuestos procedentes de la madera por parte de un aguardiente durante el período de envejecimiento, va a venir determinada por las condiciones en las que se encuentre la madera de roble donde envejece éste y por el tratamiento a que esta se haya sometido(Marco et al. 1994, Mason et al. 1995).Algunos de estos compuestos son los aldehídos furánicos y en particular el furfural. (Quesada 1999)

Muchos autores han usado el contenido de furfural como un indicador aproximado de la autenticidad y edad de los brandys y otras bebidas alcohólicas almacenadas en barriles de roble.

Similarmente, otros estudios sobre whiskys mostraron que el color, ácidos, ésteres, taninos y furfural se incrementaron durante la maduración, también consideraron el contenido de furfural, junto con el total de azúcares y de fenoles por ser buenos marcadores del envejecimiento, ya que las concentraciones de estos compuestos aumentaron con el tiempo sobre la adición de extractos de madera de roble a las muestras de brandys analizadas.(Bozhinov y Bekalov,1983)

Esto nos permite considerar al furfural como un posible indicador de maduración en madera. Estudios realizados por otros investigadores han encontrado niveles satisfactorios de furfural en vinos almacenados en barriles durante un cierto tiempo, mientras que, en los mismos vinos almacenados en recipientes de acero no se encontraron evidencias.

Sin embargo no todos los autores consideran a estas sustancias como marcadores apropiados para el envejecimiento de bebidas alcohólicas argumentando que la extracción del furfural depende no solamente del tiempo de almacenamiento en el barril sino también de otros factores tales como el tipo de roble usado y otros.

El propósito de este trabajo es desarrollar una técnica por HPLC para la identificación y cuantificación del furfural en extractos de aguardiente y roble a partir de diferentes tratamientos térmicos a que fue sometida la madera de roble.

MATERIALES Y MÉTODOS

A. A. Preparación de los extractos de robles

Para la preparación de los extractos de roble fue utilizada viruta de roble americano (Quecus alba). La viruta fue tamizada para garantizar regularidad en su tamaño. Fue seleccionada la fracción que tras pasar por un tamiz con orificios de 6,3 mm. quedó retenida en 2 mm.

La viruta seleccionada fue sometida a un proceso de tostado en estufa de aire. Las temperaturas y los tiempos de tostados fueron 100, 150, 200°C y 1, 1.5 y 2 h respectivamente, según se observa en la tabla 1 del diseño experimental.

El extracto se logró por ebullición con reflujo total y en relación en peso 1:10 viruta: aguardiente de caña. Se utilizaron aguardientes de 60, 55, 57.5°GL para los distintos extractos. Se filtró la muestra final para separar la viruta. Se realizaron 2 replicas de cada extracto.

B. B. Método analítico

Se desarrolló una técnica cromatográfica para la identificación y la cuantificación del furfural. El siguiente equipo de cromatografía fue usado: cromatógrafo líquido KNAUER con una columna Hypersil 5 ODS (250 mm; 4,6 mm d.i., 5μm) la determinación se realizó de forma isocrática con una fase móvil de ácido sulfúrico/metanol/propanol (180/30/5) a un flujo de 1 ml/ min. utilizando un lazo de 20 μl y se realizó la detección a una longitud de onda de 280 nm. Los cromatogramas fueron procesados en el software BioCrom. Las muestras se filtraron por una membrana de 0,45μm de tamaño del poro y se inyectaron al cromatógrafo. La solución estándar de calibración utilizada para la cuantificación consistió en un rango de concentración del furfural de 0.002-0.0002 mg/ml disuelta en la fase móvil.

El estudio estadístico se realizo mediante un análisis de regresión múltiple por el sistema computacional *Statgraphics Plus* versión 2.0.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Aplicación de la técnica de HPLC para la determinación del furfural en extractos de roble

En el análisis del contenido del furfural por cromatografía líquida se obtuvo una resolución de línea base para el compuesto de estudio. Este compuesto fue eluído en un tiempo máximo de 15 min. La figura 1 muestra un cromatograma típico de un extracto de roble, después de la inyección directa de la muestra. Este cromatograma muestra la separación del furfural y su tiempo de retención y otros compuestos fenólicos como la

vainillina, el siringaldehído, etc., los cuales son usualmente encontrados en estos extractos y otras bebidas alcohólicas.

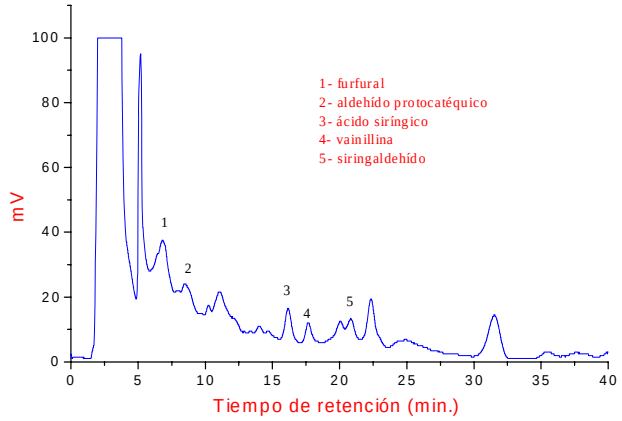


Fig.1. Cromatograma típico de un extracto de roble. Determinación por HPLC

El detector mostró una respuesta lineal en el rango de concentraciones: 0.0745-0.00745 para el furfural, rango en el que el compuesto fue encontrado en los distintos tipos de extractos de roble. El coeficiente de correlación fue de 0.999 demostrándose de esta manera la linealidad en este rango de concentraciones.

Para determinar la variación de la respuesta del instrumento y de la técnica de inyección se realizaron 10 inyecciones de un punto de la curva patrón obteniéndose un coeficiente de variación menor de 2.4 %, lo cual indica una respuesta adecuada del instrumento y de la técnica de inyección

Diseño de experimento

Se realizó una data experimental a través de un diseño de experimentos 2^4 con 21 corridas experimentales, 5 de ellas fueron los puntos centrales.

La variables dependiente que se analizó fue las concentración del furfural expresadas en mg/ml, y 4 variables independientes (grado alcohólico, tiempo de tostado, temperatura de tostado de la viruta y temperatura de reflujo). Se tomaron dos observaciones para cada muestra.

Tabla 1 . Resultados experimentales del diseño para los compuestos fenólicos.

M	GA.	T	Temp.	TR	1	M	1
1	60.0	2.0	200	6	0.0016	22	0.00190
2	60.0	2.0	200	2	0.0017	23	0.00470
3	60.0	2.0	100	6	0.0001	24	0.00020
4	60.0	2.0	100	2	0.0001	25	0.00010
5	60.0	1.0	200	6	0.0006	26	0.00050
6	60.0	1.0	200	2	0.0006	27	0.00060
7	60.0	1.0	100	6	0.00001	28	0.00001
8	60.0	1.0	100	2	0.00010	29	0.00001
9	55.0	2.0	200	6	0.00180	30	0.00200
10	55.0	2.0	200	2	0.00140	31	0.00150
11	55.0	2.0	100	6	0.00010	32	0.00010
12	55.0	2.0	100	2	0.00010	33	0.00010
13	55.0	1.0	200	6	0.00060	34	0.00090
14	55.0	1.0	200	2	0.00060	35	0.00060
15	55.0	1.0	100	6	0.00001	36	0.00001
16	55.0	1.0	100	2	0.00020	37	0.00001
17	57.5	1.5	150	4	0.00010	38	0.00020
18	57.5	1.5	150	4	0.00010	39	0.00020
19	57.5	1.5	150	4	0.00030	40	0.00020
20	57.5	1.5	150	4	0.00020	41	0.00010
21	57.5	1.5	150	4	0.00020	42	0.00020

Leyenda: *M. Muestras,*
GA. Grado Alcohólico Inicial (ºGL),
T. Tiempo de Tostado de la viruta (Horas)
Temp. Temperatura de Tostado de la viruta (ºC)
TR. Tiempo de Reflujo de la viruta con el aguardiente(Horas)
1. Furfural (mg/ml)

Análisis de varianza

El estudio del comportamiento de la variable dependiente se realizó mediante un análisis de regresión múltiple por el sistema computacional *Statgraphics Plus* versión 2.1. Se utilizó el método de selección paso a paso para elegir los términos que entran en el modelo, cada término que se incorpora al mismo tiene un efecto importante sobre el aumento del coeficiente de determinación R^2.

Tabla 2. Análisis de regresión múltiple del furfural.

Variable Dependiente: Furfural				
Parámetros	Estimado	Error Estándar	T Estadístico	Valor de p
Constante	-0.000396333	0.000143851	-2.75513	0.0092
Tiempo	-0.0005112806	0.00011442	-4.4818	0.0001

Temp*Tiempo	0.00000737194		5.38808E-7	13.6819	0.0000

Análisis de Varianza (ANOVA)

Fuente	Suma de Cuadrados	Df	Cuad de la media	Relación-F	Valor de p
Modelo	0.0000117265	2	0.00000586326	107.90	0.0000
Residual	0.00000190189	35	5.43398E-8		
Total (Corr.)	0.0000136284	37			

R-cuadrado= 86.0447 % R-cuadrado (ajustado por d.f.)= 85.2472 %

La ecuación del modelo ajustado es:

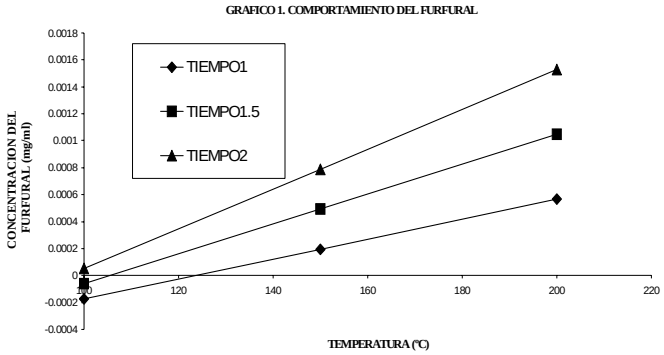
Furfural= -0.000039633-0.000512806*Tiempo+0.00000737194*Temp.*Tiempo

Se observa que el valor p en la tabla del ANOVA es menor que 0.01 y existe una relación estadísticamente significativa entre las variables a un nivel de confianza del 99 %.

Comportamiento de las variables dependientes.

Para el análisis del comportamiento de la variables dependiente en estudio se tomo la ecuación de ajuste del modelo y se evalúo la misma con las variables independientes que entraron en el ajuste mediante la utilización del programa Microsoft Excel, siendo graficado dicho comportamiento para su análisis posterior.

En el gráfico 1 representa el comportamiento del furfural cuando varía el tiempo y la temperatura de tostado que fue la interacción más significativa dentro del modelo estadístico



Del gráfico se puede observar que a una temperatura de tostado de 200 ºC y a un tiempo de tostado de la viruta de 2 hr, se alcanza la mayor concentración del furfural. El furfural es uno de los aldehídos furánicos más estudiados ya que ha sido empleado como marcador, con la finalidad de conocer si una bebida alcohólica ha sido o no envejecida en madera.

En el caso del aldehído furánico estudiado (el furfural) como ya se explicó anteriormente confirma con su presencia el carácter genuino de la bebida alcohólica envejecida, aunque no se recomienda trabajar en condiciones que favorezcan su alta concentración ya que el mismo aporta un olor a grasa seca.

CONCLUSIONES

Se logró poner a punto la técnica cromatográfica por HPLC, con inyección directa de la muestra, que permitió la identificación y cuantificación del furfural. Esta técnica permite de forma simultánea la separación y cuantificación de otros compuestos en estos tipos de extractos.

Se obtuvo el modelo de ajuste por regresión múltiple para este compuesto, con un buen coeficiente de determinación.

REFERENCIAS

Marco,J.; Artajona, J. (1994). *Am. J. Enol. Vitic*., Vol., 45, pp 192-200

Masson,G.; Moutounet, M., (1995). *Am. J. Enol. Vitic*. , Vol. 46, pp. 262-68

Quesada,J., Villalón, M., (1999). *Ars Pharmaceutica*, Vol. 40(2), pp. 103-115

López, A.(1964), *Anal.Bromatol*. Vol. 16, pp. 125-210

DETERMINACIÓN POR HPLC DE MONO Y DISACÁRIDOS EN MATERIALES DERIVADOS DE LA INDUSTRIA AZUCARERA.

Santo Tomás, Julio F.
Campos, Felipe.

Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar, ICIDCA
Apartado 4026, Ciudad de la Habana; Cuba.
E-mail: jfsantotomas@icidca.edu.cu

ABSTRACT

In this paper the results of the determination by High Performance Liquid Chromatography (HPLC) of sugars, principally mono and disaccharides, in dehydrated final molasses and dehydrated cane juice are shown. The dehydrated final molasses is employed in animal feeding as energy source and flavor and dehydrated cane juice for human consumption. The isocratic separation of the sugars was performed at 25^0C, using a mobile phase composed by 80% acetonitrile, HPLC grade, and 20% deionized water, previously filtered through a membrane filter of 0.45 um and degasified. A flow speed of 2-ml/min. was established. The analytical method reproducibility was assured by analyzing each sample in triplicate. The fructose, glucose and sucrose content in the samples of dehydrated final molasses are in the same order than that reported for cane final molasses. In dehydrated cane juice the mayor component encountered was sucrose with values higher than 80% in the sample JDB and 65% in the sample JDC.

INTRODUCCIÓN

La determinación de los azúcares más importantes de las mieles finales y los jugos de caña como, glucosa, fructosa, sacarosa, cobra cada vez mayor interés en la medida en que se realizan más investigaciones en campos como el de la alimentación humana y animal.

El análisis y caracterización de los carbohidratos en los materiales derivados de la industria azucarera ha sido, por lo tanto, siempre un aspecto importante a considerar por los tecnólogos y los químicos, de la industria de los derivados de la caña.

Uno de estos materiales es la miel final que es, el licor madre resultante de la cristalización final del azúcar de la caña y del cual no se puede extraer más sacarosa por métodos convencionales. Aproximadamente un 60 % de los sólidos está compuesto por sacarosa, glucosa y fructosa.

La miel final deshidratada (MFD) es un alimento animal energético y saborizante que sustituye parcialmente el empleo de cereales en los piensos y aumenta la palatabilidad de los mismos, compuesta fundamentalmente por un 96.4 % de materia seca, 15.5 % de ceniza, proteína bruta 3 % y azúcares reductores 51,8 %

El jugo de la caña de azúcar es una mezcla compleja de los componentes integrales de la planta, Davies (1969) da los límites de su composición: agua 77-88 %, sacarosa 8-21 %, azúcares reductores 0.3-3.0 %, otros compuestos orgánicos 0,5-1,0 % y compuestos inorgánicos 0,2-0,6 %.

La mayoría de las determinaciones tanto cualitativas como cuantitativas de los carbohidratos han estado limitadas a determinaciones de azúcares reductores totales por DNS, y azúcares totales por el método fenol ácido Dubois y otros (1956). Sin embargo, la utilización de la técnica de HPLC (cromatografía líquida de alta eficacia), ha permitido una rápida cualificación y cuantificación de muchos de los carbohidratos presentes en diferentes sustratos, Brandao y otros (1980), Conrad y otros (1976), Churms (1990), Hunt y otros (1977), Hurst y otros (1979), Swalow y otros (1990), Timbie y otros (1977), Santo Tomás y otros (1997) además del control confiable, particularmente, en lo que se refiere al contenido de azúcares.

La cualificación y cuantificación de los carbohidratos presentes en las muestras se realizó por la comparación de los tiempos de retención y las áreas de los picos de las muestras y los tiempos de retención y las áreas de los picos de soluciones patrones de fructosa, glucosa y sacarosa.

MATERIALES Y MÉTODOS

Patrones grado cromatográfico, 98-99% (SIGMA): b-D(-) Fructosa, D(+) Glucosa, Sacarosa

Acetonitrilo, grado HPLC

Agua pura (0.0056mS)
Jugo de caña deshidratado Zurita (JDB). El jugo de caña deshidratado Zurita (producto comercial de Zurita Lab Farm. Ltda.) es un producto 100 % natural que contiene azúcares, potasio, calcio, sodio, magnesio, aminoácidos, etc.

Jugo de caña deshidratado ICIDCA (JDC). Producto natural obtenido en el ICIDCA a partir de jugo de caña deshidratado.

Miel final deshidratada (MFD). La MFD es un polvo higroscópico de color pardo rojizo y agradable olor

Cromatografía Líquida de alta eficacia, HPLC

Se pesaron 95,4 mg de MFD, 78,1 mg de JDB y 108,1 mg de JDC y se disolvieron en 5 ml de agua, se filtraron por papel de filtro y se le añadieron 0,5 g de resina de intercambio iónico, para eliminar los cationes divalentes, con agitación esporádica durante 30 min. Se tomaron del sobrenadante 4 ml y se le añadieron 1 ml de agua y se les ajustó el pH. Se trasvasaron cuantitativamente a un volumétrico de 10 ml. Se filtraron por membrana de 0.45 μm.

Los perfiles cromatográficos se obtuvieron en un cromatógrafo líquido isocrático con un detector de índice de refracción. Se empleó una columna cromatográfica

SUPELCOSIL LC-NH_2 , 5mm, 250x4.5 mm con una pre columna SUPELCOSIL LC-NH_2 , 5mm, válvula de inyección RHEODYNE, con lazo de 20 ml. Como fase móvil se utilizó Acetonitrilo : agua 80:20, flujo de 2 ml/min. La concentración de los azúcares se calculó mediante el programa BIOCROM por el método del estándar externo. La reproducibilidad del método analítico se aseguró analizando cada muestra por triplicado.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

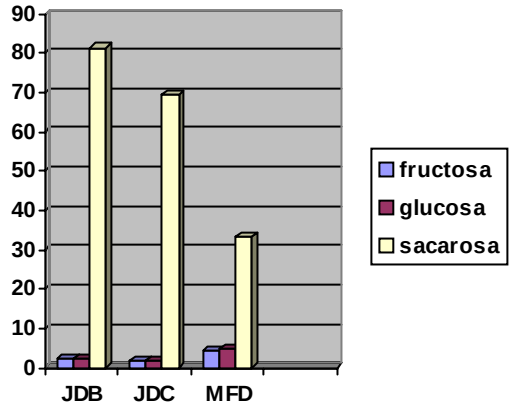
Los tiempos de retención obtenidos para los azúcares fueron 5.25 min. para la fructosa, 6.38 min. para la glucosa y 10.30 para la sacarosa, por lo que las condiciones cromatográficas que se emplearon en la separación de los azúcares permitieron una buena resolución entre los picos (R>1.5). El tiempo de corrida fue de 11 min. El método es lineal en el rango de concentraciones entre 0,1 y 3 mg/ml con coeficientes de correlación para los tres compuestos de 0.999.

En la figura 1 se observa que el componente mayoritario es la sacarosa, presentando la muestra JDB el mayor contenido de la misma (81,4 %). En la muestra JDC el contenido de este disacárido es de 69,5 % La diferencia en el contenido de sacarosa entre ambos jugos es de aproximadamente un 12 %.

Los valores de fructosa (4,2 %), glucosa (4,8 %) y sacarosa (33,4 %) en la muestra MFD se encuentran en el orden de los reportados para las mieles finales de caña, Gálvez (1990).

La deshidratación de la miel y del jugo de caña es un procedimiento que involucra un proceso de secado con la consiguiente elevación de la temperatura para la eliminación del agua. Este es un procedimiento que debe ser cuidadosamente controlado para evitar la transformación de los azúcares por reacciones que dependen en gran medida de la temperatura y que puede de alguna manera disminuir el contenido de las mismas en estos productos.

Figura 1. Contenido porcentual de los azúcares en la miel y el jugo deshidratados



CONCLUSIONES

Con las condiciones cromatográficas empleadas se obtuvo una buena resolución entre los picos de los dos monosacáridos: fructosa y glucosa y el disacárido sacarosa, los cuales se separaron en orden creciente de sus pesos moleculares.

En la muestra de miel final deshidratada (MDF) la fructosa, la glucosa y la sacarosa se encuentran en el orden de los valores reportados para las mieles finales de caña.

La muestra JDB presenta un mayor contenido de mono y disacáridos (86 %), fundamentalmente sacarosa, por lo que este producto esta más enriquecido en azúcares que el producto JDC (72 %).

REFERENCIAS

Honig, P. (1969), Principios de Tecnología Azucarera. Tomo I, Cap. 13 pp 438 (Ed. Ciencia y Técnica. La Habana.)

Dubois, M., Gilles, K. A., Hamilton, J. K., Rebers, R. A. and Smith, F. (1956), *Anal. Chem*. Vol.28 (3), pp.350356

Brandao, S. C. C., Richmond, M. L. , Gray, J. I., Morton, I. D. and Stine, C. M., (1980). *J. Food Sci*. Vol. 45, pp. 1942-1943.

Conrad, E. C. , Palmer, J. K. (1976), *Food Technol*. Vol. 30(10), pp. 8492

Churms, S. C. (1990), *J. Chromatography*. Vol. 500, pp.555583. [Review]

Dunmire, D.L. , Otto, S. E. (1979), *J. Assoc. Off. Anal. Chem*. Vol.62(1), pp. 176185

Hunt, D.C., Jackson, P. A., Mortlocky, R. E., Kirk, R. S. 1977, 02 (Dic.), 917920.

Hurst, W. J., Martin, R. A. and Zoumas, B. L. (1979), *J. Food Sci.* Vol.44, pp. 892-895,904

Swalow, K.W. , Low, N. H. (1990). *J. Agric. Food Chem*. Vol.38(9), pp. 18281832

Timbie, D. J. , Keeney, P. G. (1977), *J. Food. Sci*. Vol.42(6), pp.15901591, 1599

Santo Tomás, J. F. y otros. (1997), Manual de Técnicas de Laboratorio HPLC; ICIDCA,. Técnica para la determinación de mono y disacáridos.

Gálvez, L. O. (1990), Manual de los Derivados de la Caña de Azúcar, 2da edición, ICIDCA-GEPLACEA-PNUD. Mieles pp 59-60.

DETERMINACIONES DE LA CONDUCTIVIDAD TÉRMICA DE UN NUEVO AISLANTE A PARTIR DE RESINAS DE ALCOHOL FURFÚRILICO

Ramírez, Luis,
Hernández ,Adolfo

Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar.
Vía Blanca # 804 esq. a Carretera Central, San Miguel del Padrón.
CP 11 000. Ciudad de La Habana, Cuba.
Apdo. 4026, Habana, Cuba.
E-mail: lramirez@icidca.edu.cu, adolfoh@ icidca.edu.cu

ABSTRACT

In the present paper, were determined different values of the thermal conductivity **K** of a cellular polymer thermal isolator, obtained from furfuryl alcohol-formaldehyde-urea resin developed in ICIDCA, using a system performed for this purpose and using the heating plate method and two samples of such solid material,.

Were taken measurements of temperatures, supplied voltages and current in the stationary state in both samples with apparent densities of 57.5 and 45 Kg/m^3 at mean temperatures from 37.9 to 95.4 ^{o} C and from -15 to +28 ^{0}C, respectively. The obtained values of **K** were between 0.020 and 0.040 Kcal/h-m-^{0}C. These values were statistically analyzed obtaining mathematical models that describe the material behavior with a correlation coefficients over 0.98.

INTRODUCCIÓN

La necesidad de disponer en el ICIDCA de valores del coeficiente conductividad térmica (K) a temperaturas inferiores y superiores al ambiente en el material de espuma rígida como aislante térmico, polímero celular a partir de alcohol furfurílico-formaldehído-urea y además llegar a saber, mediante cálculo, los espesores de trabajo de éste, da la tarea para la determinación experimental de los mismos en el estado estacionario utilizando un procedimiento apropiado que posibilita calcular “K” a partir del calor suministrado al material aislante y los valores de temperatura en ambas caras del mismo opuestas al foco calorífico, mediante la ley de Fourier para la conducción del calor unidireccional. Kern (1969), Zemanski (1957)

MATERIALES Y MÉTODOS

La instalación experimental del estado estacionario está basada en su construcción en el método de ensayo directo de placa calefactora con dos especímenes idénticos en forma de discos o platos planos finos, a través de los cuales fluye el calor. El primer aparato fue concebido por Dickison (1912), y la versión final fue realizada por Van Dusen (1929); también Marciano (1980) se basó en un sistema de esta composición. Se utilizó una fuente de voltaje estabilizado con facilidades de regulación de 0-40 volts de corriente directa y variación de corriente de 0-1 A. La resistencia calefactora es plana y circular de 200 mm de diámetro; la función de la misma es suministrar una cantidad de calor a cada una de las muestras del material cuya conductividad térmica se desea conocer. Los especímenes utilizados fueron con pesos de 26.44 y 27.15 g, diámetros de 19.2 cm, espesores de 1.575 y 2.083 cm, áreas de 2.900 y 2.898 cm^2 y densidades de 57.5 y 45.0 $Kg./m^3$, respectivamente para ambos grupos de determinaciones de conductividad térmica. Se colocaron sendos recipientes cilíndricos de igual diámetro que las muestras de 1 litro de capacidad y tiempo de retención de 12.5 segundos, en contacto con éstas por una de las caras para la extracción del calor por la circulación de un líquido refrigerante proveniente de un termocriostato de 4.77 litros/min. de caudal. La potencia eléctrica, traducida en calor entregado al sistema, se mide por lecturas de voltaje y corriente directa en un multímetro digital con precisión de ± 0.05 %. Se colocan termopares de hierro-constantán de 0.2 mm de diámetro en ambas caras de las muestras con el objetivo de conocer los valores medios y la diferencia de temperaturas en el estado estacionario para valores de voltajes y corrientes aplicados a la resistencia calefactora. Estos sensores con sus cables de extensión se conectan a un selector de puntos y de éste a un indicador digital de temperatura de alta precisión de ± 0.15 % de la lectura. Alrededor del sistema montado (muestras – resistencia - tanques extractores de calor) se colocó polvo del mismo material a analizar para crear una barrera contra la humedad y la temperatura ambiente circundante. Todo esto está colocado dentro de un recipiente de 770X770X200 mm. El espacio libre que queda se rellena con partículas de poliestireno expandido de pequeño tamaño de forma tal que sean despreciables las pérdidas de calor laterales como consecuencia de la gran diferencia entre el diámetro de la muestra y el espesor del aislamiento, y además que la relación diámetro/espesor de la muestra que debe ser igual a 10, permite considerar que el flujo de calor a través de las mismas sea unidireccional. Marciano (1980), Norma JIS-A-1412 (1989), Normas C 177 y C 1043 de la ASTM, (1997). En ambas ocasiones de los trabajos experimentales se le fijaron 7 temperaturas diferentes a las muestras mediante el termocriostato y por los suministros de voltaje y corriente para cada temperatura seleccionada. Estas se movieron en el rango de 37.9 a 95.4 ^oC y de -20^0C a 15^0C, respectivamente. El estado estacionario se alcanza de 24 a 48 horas cuando la entrada de calor, expresada por los valores de voltaje y corriente suministrados, y las temperaturas medias en ambas caras permanecen constantes. A partir de este momento, al alcanzar el mismo, se tomaron las lecturas de voltaje y corriente aplicados a la resistencia eléctrica y las temperaturas a cada lado de cada muestra. Con estos valores se calcularon las temperaturas medias de los lados calientes de ambas muestras, así como de sus lados fríos y la diferencia de temperaturas medias entre ambas caras. Entonces, la conductividad térmica **K** puede determinarse mediante la ecuación siguiente:

$$K = \frac{V * I / 2}{\quad}$$

(A/Δx)* ΔT,

donde, **V*I/2** es la potencia eléctrica a la entrada de la placa calefactora convertida en calor que fluye a través de cada espécimen, **A** es el área transversal de las muestras y **ΔT** es la diferencia de temperaturas medias entre las caras de las muestras de espesor **Δx**. Marciano (1980).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de la determinación obtenidos se muestran a continuación:

Tabla 1

T1m `(°C)	T2m `(°C)	ΔT `(°C)	V (Volt)	I (Ampere)	Tm `(°C)	K (Kcal/h-m-°C)
30.9	44.2	13.3	8.34	0.17	37.9	0.0249
33.4	58.0	24.6	11.33	0.24	45.9	0.0258
32.8	67.9	35.1	13.96	0.29	51.5	0.0269
36.0	108.0	72.0	20.50	0.43	73.2	0.0286
37.0	113.6	76.6	21.26	0.45	77.0	0.0292
38.1	129.2	91.1	23.50	0.49	85.5	0.0295
39.6	146.7	107.1	25.96	0.55	95.4	0.0311

Tabla 2

T1m `(°C)	T2m `(°C)	ΔT `(°C)	V (Volt)	I (Ampere)	Tm `(°C)	K (Kcal/h-m-°C)
-19.3	-9.8	9.5	6.25	0.130	-14.6	0.025
-9.8	4.8	14.4	8.38	0.181	-2.2	0.033
-4.0	12.9	16.9	9.75	0.210	4.4	0.037
1.2	20.6	19.4	10.70	0.233	10.9	0.039
6.0	22.5	16.5	10.30	0.218	14.3	0.042
11.3	34.5	23.1	12.60	0.268	22.9	0.045
16.8	39.2	22.4	12.70	0.268	28.0	0.046

Figura. 1. Valores de K a temp. mayores que la ambiente sobre

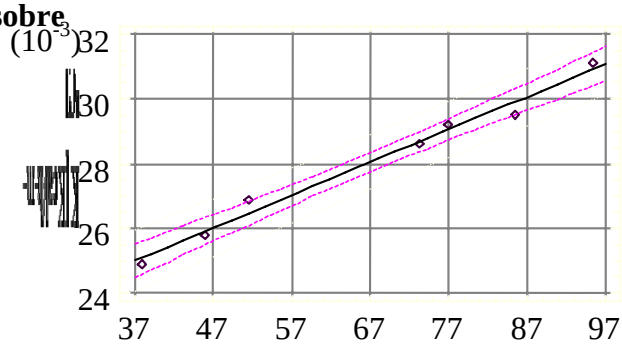
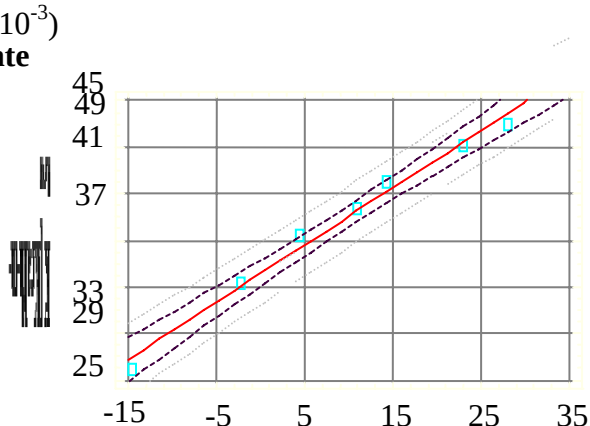


Figura. 2. Valores de K a temp. inferiores que la ambiente



Se observa que los valores obtenidos de **K** en su mayoría están en el rango de 0.020 a 0.040 Kcal/h-m-^{0}C, reportado para polímeros celulares comerciales, como el Poliuretano, las espumas a partir de fenol-formaldehido, la Perlita Expandida y el Poliestireno Expandido.

Se correlacionaron los valores de las temperaturas medias (Tm) en las muestras contra los valores de **K**; encontrándose los modelos lineales que describen el comportamiento del material en las muestras analizadas.

Los modelos son los siguientes:

K = 0.0212 + 0.000101*Tm (Tm > Tambiente).
K = 0.0341 + 0.000490*Tm (Tm < Tambiente).

para un 95 de confianza y el factor de correlación fue de 0.98 en ambos modelos..

CONCLUSIONES

- Los valores determinados de la conductividad térmica del nuevo aislante térmico obtenido a partir de alcohol furfurílico-formaldehído-urea están en el rango que muestran los polímeros celulares comerciales.
- Se obtuvieron modelos que describen el comportamiento del material como aislante para las diferentes temperaturas seleccionadas. El coeficiente de correlación de los valores de **K** contra las temperaturas medias tuvo un valor de 0.98 para un 95% de confianza.

REFERENCIAS

Kern, Donald. 1969. “Procesos de transferencia de calor”. Editora Revolucionaria. La Habana, pp. 19-28

Marciano, Jorge et.al. 1980. “Conductividad térmica de espumas plásticas. Métodos transitorios y estacionarios para su medición”. Instituto Técnico de Materiales. Universidad Mar del Plata. Argentina, pp. 1-4

Norma JIS A 1412. 1989. Japanese Standards Association. Japón. pp. 3-10

Zarr, R., Hahn, M. (1995).”Line-heat-source guarded-hot-plate apparatus”. National Institute of Standards and Technology. New York, pp 1–.

Zemanski, Mark. 1957. “Heat and thermodynamics” .4ta. edición. Mc Graw Hill Book. New York, pp. 80-83

DIETARY FIBER FOR HUMAN CONSUM FROM SUGAR CANE BAGASSE

Abril, A.
Valdés, M.
García, L.
Barquinero, E
Bordallo, E.

UIP CUBA-9 P.O. Box. 8 Quivicán 33500 P. Habana Cuba
E-mail: investc9@ip.etecsa.cu

ABSTRACT

In the last years, has been demonstrated, the importance of the intake of dietary fiber in the human health, in order to avoid the colon cancer, and other benefits as to avoid the obesity and in some cases, to reduce the arterial tension. It is recommended by the American Dietary Association and some European countries, the ingestion in adults of 35 40 grams per day of dietary fiber. It is difficult to achieve this high levels of ingestion trough the traditional foods rich in fibers. Because of this fact, several dietary supplements and dietary fibers obtained from wheat straw and bamboo have been developed, in order to be added to different foods. These dietary fibers, constituted mainly by cellulose and hemicellulose, can be mixed with a lot of foods as baked products, diary meats and many others. Taking into account these characteristics, a research project was started in order to obtain dietary fiber for human consume from sugar cane bagasse, which has high content of cellulose and hemicellulose.

In this paper, the preliminary results obtained are presented, which show good possibilities for sugar cane bagase for this goal.

INTRODUCCIÓN

Se ha demostrado en los últimos años (A.D.A 1997), la importancia de la ingestión de fibra dietética en la salud humana (Paniagua 1998), para prevenir la aparición del cáncer de colon (A.G.S. 2000) y otros beneficios como son evitar la obesidad, y en algunos casos puede reducir la tensión arterial. Se recomienda por las agencias de alimentación de Estados Unidos y de varios países Europeos, la ingestión en los adultos de 35 a 40 gramos por día de fibra dietética. Es difícil alcanzar estos altos niveles de ingestión a través de los alimentos tradicionales ricos en fibras, por lo que se han desarrollado diferentes suplementos dietéticos y fibra dietética para su adición a los alimentos a partir de paja de trigo y bambú (C.F.F. 1999). La misma, constituida fundamentalmente por celulosa y hemicelulosas, se puede mezclar con un gran número de alimentos como productos horneados, productos lácteos, cárnicos y otros.

La situación actual de la fibra dietética se puede caracterizar por los hechos siguientes:

- ***Amplio mercado en países desarrollados .Precio del orden de 3500-4000 USD/t***
- ***Aparición de productos obtenidos a partir de bambú y paja de trigo, comercializados por firmas alemanas y norteamericanas***
- ***Interés en diversificar los derivados de la caña y del bagazo. Obtención de productos de alto valor agregado***
- ***Existencia en Cuba-9 y otros Centros, de parte de las instalaciones requeridas de planta piloto e industriales para realizar este trabajo***
- ***Evidencias de las ventajas de una alimentación rica en fibras en la salud humana. 30-35g/dia***

Los objetivos del presente trabajo son los siguientes:

- ***Desarrollar a escalas de laboratorio y planta piloto, una tecnología para la obtención de al menos dos prototipos de fibra dietética para el consumo humano, en forma de polvo para mezclar con diferentes alimentos y en suspensiones como suplemento dietético, para el tratamiento de la obesidad y como laxante, a partir del bagazo de la caña de azúcar.***
- ***La tecnología desarrollada deberá ser integral(incluir el aprovechamiento de todos los componentes del bagazo), auto sostenible energéticamente, no contaminar el ambiente y emplear materias primas no tóxicas y renovables.***

A continuación se muestran los resultados preliminares obtenidos.

RESULTADOS

En la tabla 1, se muestran las propiedades generales que debe poseer la fibra dietética para su empleo como componente en la confección de diferentes alimentos.

Tabla 1. Propiedades químicas de las fibras dietéticas

Alta capacidad de absorción de líquidos por capilaridad.	**No poseer olor ni sabor.**
Alta pureza microbiológica	**Deben ser atóxicos.**
Excelente estabilidad térmica.	**Largo de la fibra inferior a las 300µm.**
Bajo contenido de sílice y ácidos orgánicos.	

Tabla 2 Ejemplos de aplicaciones

Productos a base de cereales	**Beneficio**
Productos extruidos	**Disminuye la absorción de grasa** **Reduce pérdidas por rotura**
Productos horneados, pan	**Aumenta el rendimiento de la masa.** **Aumenta la frescura.**

Obleas, barquillos	**Aumenta la frescura.** **Reduce la adhesión al equipo.** **Reduce pérdidas por rotura.**
Masa	**Aumenta la estabilidad al congelado/descongelado.** **Mejora el balance de agua.**
Todos los productos panificados	**Desmoldeante seco y sin aceite.**
Productos lácteos	
Quesos duros (rallados , en polvo)	**Mejora el balance de agua de superficie.** **Mejora el estándar microbiológico.**
Yogurt	**Aumenta el valor nutricional.** **Mejora la palatabilidad.**
Queso fresco, untable y procesable	**Aumenta la consistencia.** **Efecto sinérgico con emulsionantes.** **Reduce la sinéresis.**
Bebidas con fibra dietética y para adelgazar	**Aumenta el valor nutricional.Mejora la palatabilidad.** **Reducción de calorías.**
Productos cárnicos	
Hamburguesas	**Disminuye las calorías. Disminuye las roturas.** **Mantiene la forma y el tamaño luego de la cocción.**
Embutidos	**Aumenta el rendimiento por mayor absorción de agua.**
Secos (salames, etc.)	**Aumenta el rendimiento** **Disminuye la pérdida de peso luego secado** **Evita el secado excesivo del producto, y lo mantiene** **fresco por más tiempo.** **Retiene grasa y agua**

Tabla 3. Propiedades de la celulosa pura (microcristalina), a partir del bagazo

Pureza, %	**97**
pH	**5,67**
Cenizas, %	**0,01**
Humedad, %	**4,04**

Tabla 4 Distribución del tamaño de partículas

Tamices	**Retenido %**
250	**21.6**
125	**22.2**

63	**38.2**
45	**16.04**
Colector	**2.02**

Tabla 5 Pulpa química de bagazo, para la obtención de fibra dietética.

Propiedad	Valor
Celulosa, %	**79,76**
Lignina, %	**4,6**
Rendimiento: %	**50**
Cenizas, %	**1,2**
No. Permanganato	**10,3**
Cantidad obtenida: kg	**5**
Brillantez %	**63**
Amarillez %	**12,3**

En la tabla 3, se muestran las propiedades de la celulosa microcristalina obtenida a partir del bagazo. La distribución de tamaño de partículas aparece en la tabla 4. El tamaño promedio (microscopía óptica), se encuentra en el rango de 50 micras. Esta muestra se empleará en la confección de suspensiones para el tratamiento de la obesidad y el estreñimiento.

La tabla 5, muestra las propiedades de la pulpa de bagazo que se empleará como primer prototipo en la confección de diferentes alimentos. Principalmente productos horneados. .La pulpa se puede clasificar como una pulpa química semiblanqueda.

CONCLUSIONES

La definición más empleada de fibra dietética es la de “Polisacáridos no amiláceos y lignina”. Las propiedades físico-químicas de la fibra dependen de la fuente de la cual se extrae, del proceso de aislamiento y de la molida.

En la industria de elaboración de alimentos, la fibra dietética encuentra una amplia aplicación, por lo que este sector es un consumidor potencial de este producto. Además, la Industria Médico-Farmacéutica también puede ser un cliente fundamental para este producto.

Se obtuvieron muestras de celulosa pura (microcristalina) y de pulpa química semiblanqueada a partir del bagazo, para la realización de las primeras pruebas preliminares de mezclado con alimentos en el Instituto de Investigaciones de la Industria Alimenticia.

REFERENCIAS

American Dietetic Association. (1997), *J. Am. Diet. Assoc*. Vol. 97, pp. 1157-1159

Paniagua, M. (1998), Fibras Dietéticas, Nueva Terapéutica de la Gastritis Alcalina (Ed. Academia), La Habana, pp. 49-60

Cellulose-Füllstoff-Fabrik. (1999), La Alimentación Latinoamericana 229, pp. 46-49

American Gastroenterological Association. (2000), *Gastroenterology* Vol. 118, pp. 1233-1234

ECOMPOSITES FURAL CURADOS CON CATALIZADORES LATENTES

Dopico, Migdalia *
Galego, Norma **
Gómez, Andrés *
Martínez, Gehidy *
Hernández, Mercedes **
Bermello, Addiss *
Mieres, Gretel *

*Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar, ICIDCA.
Vía Blanca No. 804. Apartado 4026. CP 11000. La Habana. Cuba.
Tel: (537)99-4107. Fax: (537)33-8236. E-mail: migdalia@icidca.edu.cu
**Instituto de Materiales y Reactivos de la Universidad de La Habana, IMRE.
Zapata y G, Habana, Cuba.
Tel: 78-1182 Ext. 31.

ABSTRACT

In this paper citric acid (CA)-diethylenetriamine (DETA) salts (CADETA) by using a 4.5:1 molar ratio of DETA-CA and removing the DETA excess were prepared. The salts (CADETA) as Latent Curing Agents for epoxy and furan – epoxy resins were used. The structure of CADETA by using IR spectroscopy was analyzed. One-step formulations consisted on dispersions of CADETA (variable amounts) in an epoxy and furan – epoxy resin. Finally a study of cured process of resins by temperature variation was carried out.

INTRODUCCIÓN

Un catalizador latente es un sistema químico que se activa sólo cuando se alcanzan determinadas condiciones, por lo que el sistema permanece inactivo en condiciones normales como lo reporta González (1996).
Las poliaminas alifáticas son muy utilizadas como endurecedores. La modificación de una amina con un ácido orgánico, para obtener una sal de amina, se comporta como un catalizador o endurecedor “latente”. Galego (1996).
En este trabajo se estudia la obtención de la sal de la dietilentriamina (DETA) con el ácido cítrico para su utilización como endurecedor “latente” en sistemas poliméricos epoxídicos y furano-epoxídicos.

Los productos Fural son composiciones poliméricas derivadas de la caña de azúcar, de base furano-epoxídicas con rellenos y constan de dos componentes, la resina y el endurecedor, que una vez mezclados en las proporciones adecuadas, se adhieren con fuerza sobre todo tipo de superficie (metálica, madera, concreto, cerámica, cristal, algunos plásticos) y sobre sí mismas. La línea de productos comprende soldaduras metálicas en frío y recubrimientos especiales.

El objetivo del proyecto, al cual pertenece este trabajo, es estudiar otra forma de catalizar los productos Fural que permita diversificar o ampliar las aplicaciones de los mismos, además de aplicar los catalizadores latentes a nuevos productos. A continuación se expone la pretensión de trabajo y aplicación de estos Productos Fural:

Soldaduras:

•Aumentar la tenacidad mediante el aumento de la temperatura de transición vítrea (Tg).
•Evitar la sobrecatálisis al emplear menores cantidad de endurecedor.
•Disminuir la cantidad de endurecedor amínico importado.

Recubrimientos:

•Desarrollo de recubrimientos flexibles.
•Desarrollo de recubrimientos de alta resistencia al desgaste.
•Desarrollo de recubrimientos para esmaltado con bajo requerimiento de energía para su curado.
•Facilitar el empleo de diferentes tipos de pigmentos y cargas.

MATERIALES Y MÉTODOS

•Resina epoxi GY - 250 (Ciba - Geigy) •Ácido cítrico •Acetona
•Resina FAM (Tecnología ICIDCA) •Dietilentriamina (DETA)
•Etanol •Metanol

- Técnica de síntesis del catalizador latente, según lo reportado por Galego (1992).

Se mezclan homogéneamente la dietilentriamina (DETA) con el ácido cítrico, en la relación molar amina / ácido = 4.5, a 80^0C durante 0,5 h. El precipitado blanco obtenido se lava varias veces con etanol, se disuelve en agua, se precipita sobre un solvente orgánico, se decanta y se seca.

Se ensayan dos variantes para la precipitación: sobre metanol y sobre acetona.

La caracterización de los productos se realizó mediante la determinación del punto de fusión y por espectroscopía infrarroja (IR).

Los espectros Infrarrojo de las muestras se midieron, en el rango de 4000 a 400 cm^{-1} y en unidades de Absorbancia, en un espectrómetro modelo M-80 de la Carl-Zeiss-Jena, Alemania. Se ajustó la línea base del espectro. Las muestras se midieron en tabletas de KBr.

Los espectros infrarrojos (IR) de las muestras se asignaron utilizando el programa ASIR v2,0 [ICIDCA, 1997; García J. A.., 1996 y 1999], que es un sistema automatizado para la asignación de las absorciones características de los grupos funcionales químicos más relevantes en el espectro Infrarrojo, y literatura especializada, Colthup N.B. (1975).

Las muestras estudiadas fueron:

- Ácido cítrico: producto comercial de calidad reactivo
- Sal 1A: sal de amina del ácido cítrico precipitada sobre metanol
- Sal DETA: sal de amina del ácido cítrico precipitada sobre acetona
- Sal 3: sal de amina del ácido cítrico precipitada sobre acetona

RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

Tabla I Punto de fusión de las muestras.

	Punto de fusión (ºC)	
	Reportado	**Real**
Ácido cítrico	153	150
Producto final (Sal CIDETA)	142-146	144

Como se observa en la tabla I, en los datos anteriores tanto la materia prima de partida, el ácido cítrico, como el producto final obtenido tienen la pureza requerida pues sus puntos de fusión están en el rango de lo reportado en la literatura para ellos.

El espectro IR del ácido cítrico (tabla II) muestra las absorciones características de los grupos -COOH (bandas Nrs. 3, 7, 9, 14, 18, 25, 29), -OH alcohólico (bandas Nrs. 2, 16, 27, 28) y -CH_2 (bandas Nrs. 5, 14, 26).

En la molécula de ácido cítrico, los grupos -COOH terminales son equivalentes entre ellos, pero a su vez, diferentes del grupo -COOH central. Esto se refleja en la complejidad del espectro IR en la zona de la vibración de valencia del carbonilo acídico (banda Nr, 9), donde se observan dos absorciones, una de ellas en forma de doblete a causa de que la muestra se realizó en fase sólida.

Los espectros IR de las tabla II) muestran las absorciones características de los grupos -COO^- (bandas Nrs. 11 y 15), OH alcohólico (bandas Nrs. 1, 17, 19 y 27), -CH_2 (bandas Nrs. 4 y 13) y -NH_2^+ -NH_3^+ (bandas Nrs. 2, 8, 15 y 26) y otras bandas de alcoholes (banda Nr. 22).

Las vibraciones de valencia asimétrica y simétrica del grupo -COO^- exhiben una estructura compleja, pues provienen de los grupos –COOH del ácido cítrico.

En el espectro de la muestra SAL 1 se aprecia la indefinición de las bandas, lo que denota poca pureza de la muestra, así como la presencia de bandas ajenas a la estructura propuesta (banda Nr. 2) debida a restos del ácido cítrico.

Los espectros IR de las muestras permitieron diferenciar la pureza entre las mismas; las precipitadas en acetona (SAL DETA y SAL 3) exhibieron mayor definición de sus absorciones características que se correspondieron con la estructura propuesta y resultaron más puras y cristalinas que la obtenida en metanol (SAL 1). En la tabla II se presenta la asignación de las frecuencias de grupo características más importantes en los espectros Infrarrojo de las muestras.

Tabla II Asignación de espectros infrarrojos (cm^{-1})

Nr.	**ASIGNACIÓN**	**A. CÍTRICO**	**SAL DETA**	**SAL 3**	**SAL 1**
1.	a. NH_3^+		3361	3356	3214
	b. ν O-H grupo hidroxilo (intermolecular)		3217 3013	3220 3012	3014
2.	ν O-H grupo hidroxilo (intermolecular)	3364			
3.	ν O-H ácido (intermolecular)	3030			
4.	a. NH_2^+ asim. y sim.		2965-	2966-	2964-

	b. CH_2 asimétrica		2722	2760	2700
	c. ν CH_2 simétrica				
5.	ν CH_2 asimétrica	(2920)			
6.	Bandas de combinación de NH_3^+ y NH_2^+		2688-2360	2688-2360	
7.	Sobretonos COOH de ácido dicarboxílico saturado	2672 2564			
8.	γ NH_3^+ + δ_{asim} NH_3^+		2151	2151	2147
9.	ν C=O ácido	1755, 1726 1691			1708
10.	δ_{asim} NH_3^+		1638	1638	1638
11.	ν_{asim} CO_2^- (sal de ácido carboxílico)		1588 1556	1584 1556	1586 1557
12.	δ_{sim} NH_3^+		1488	1487	1490
13.	δ CH_2 (scissoring)		1455 h	1455 h	1455 h
14.	a. O-H + ν C-O (ácido dicarboxílico saturado)	1424			
	b. δ CH_2				
15.	ν_{sim} CO_2^- (sal de ácido carboxílico)		1410 h 1388	1410 h 1388	1410 h 1389
16.	δ O-H alcohol terciario	1392 1357			
17.	δ O-H alcohol terciario		1324	1324	1324
18.	ν C-O + δ O-H (ácido carboxílico alifático)	1317 1291			
19.	δ O-H alcohol terciario		1282	1282	1280
20.	ν C-O	1214			
21.	ν C-N amina secundaria		1160	1161	1160 h
22.	ν C-O alcohol terciario		1118	1118	1118
23.	ν C-O alcohol terciario	1112			
24.	ν C-N amina secundaria		1056	1056	1056
25.	γ O-H···O ácido carboxílico alifático	942			
26.	γ CH_2 (rocking)	780			

27.	δ O-H alcohol terciario	690	681	682	682
28.	γ C-OH	638			
29.	C-C=O ácido carboxílico alifático (vibración no precisada)	599 504			
30.	γ NH_3^+		509	510	509

Claves:
ν: Vibración de valencia del enlace
δ: Vibración de doblaje en el plano del grupo funcional
γ: Vibración de doblaje fuera del plano del grupo funcional
asim: asimétrico
sim: simétrico
h: hombro
( ): banda superpuesta u oculta

Se realizaron las pruebas preliminares de curado con el catalizador latente sintetizado y las resinas epoxi y FAM.

El estudio se llevó a cabo utilizando 19.8 g de la sal para 100 g de resina y variando la temperatura desde la ambiente hasta 175 ºC (cada 10 ºC).

En el caso de la resina epoxi a temperatura ambiente no se observa ningún cambio en el sistema, a temperatura de 140 ºC y tiempo de 2 horas se observa un cambio de coloración y al enfriar se endureció el sistema y a temperatura de 175 ºC y tiempo de 15 min. el sistema espumó, quedó gomoso y de color negro.

El estudio con la resina FAM arrojó que a temperatura ambiente no se observa ningún cambio en el sistema, mientras que a temperatura de 140 ºC y tiempo de 1 hora se observó el sistema gomoso y al enfriar se endureció.

CONCLUSIONES

- La sal CADETA más pura resultó la que se precipitó sobre acetona.
- Se asignaron los espectros de absorción Infrarroja de 3 sales de amina del ácido cítrico, corroborando la formación de la estructura esperada.
- Se apreciaron diferencias entre los espectros Infrarrojo que permitieron seleccionar un procedimiento de obtención como el más adecuado.
- Se recomienda continuar el estudio de curado de ambas resinas con el catalizador latente utilizando temperatura y presión.

REFERENCIAS

González F., (1996). Síntesis, caracterización y curado de sistemas epoxídicos. Tesis de Maestría. Facultad de Química, Universidad de La Habana

Galego, N., Vázquez, A, Riccardi, C. y otros. (1992). *Journal of Applied Polymer Science*, Vol. 45, pp. 607-610

Galego, N., González, F. (1996). *Polymer International*, Vol. 40, pp. 213-218

Colthup N. B., Daly, L. H , Wiberley, S.E (1975). Introduction to Infrared and Raman Spectroscopy, Academic Press, New York

García J. A.., A. Bermello y otros, (1996). The automated assignment of Infrared spectrum: ASIR 1,1. Software implementation. *Revista CIENCIA* (Venezuela), Vol. 4, Nr. 2. (Apr.-Jun.)

García J. A., Bermello, A. y otros, (1999). Algoritmo para la asignación automatizada de espectros infrarrojo. *Afinidad*, Tomo LVI, pp. 349 – 359

ICIDCA, (1997). Programa ASIR v 2.0

ECUACIONES PARA LA DETERMINACION APROXIMADA DEL COEFICIENTE DE ESCALADO EN INSTALACIONES DE BOMBEO

Pérez Hernández, J.A

U.I.P de la Celulosa del Bagazo Cuba 9, Central Pablo Noriega, Apartado 8, PC 33500, Quivicán, La Habana, Cuba.
E-mail: mailto:investc9@ip.etecsa.cu

ABSTRACT

A study was carried out for determining the scale coefficient of pumping systems, based on the process variables and components (pump-motor, piping and ancillaries). The results facilitate the cost estimation of each component of the system from known price information. The procedure accelerates the calculations for design and economic evaluation purposes, whenever no quotations are available on systems of different capacity.

INTRODUCCIÓN

Es necesario contar con herramientas que permitan agilizar los cálculos económicos, en los centros de proyectos relacionados con los diseños de sistemas de bombeo. Las ecuaciones actuales brindan esta información de carácter general para cada industria, sin particularizar.(Peters, 1968)

Para la determinación del coeficiente de escalado fue necesario conocer en cada elemento, cual es, el coeficiente de sensibilidad que permita brindar resultados con un adecuada nivel de incertidumbre.

Para la obtención del coeficiente se procedió al análisis de varias ofertas de diferentes suministradores de equipos, también se analizaron todos los catálogos de precios, que se tenían del montaje de la fabrica CUBA 9. Se observó que los coeficientes de escalado para la estimación de precios de hace 15 años coinciden con los actuales, porque los niveles de crecimiento han sido proporcionales.(Molina, 2001)

Determinación del elemento sensible o de referencia para determinar el factor de crecimiento.

En el conjunto de bomba motor existen varios elementos que influyen en el mismo, pero el factor más general en la determinación del coeficiente de escalado es la potencia del conjunto, en ella se involucra la eficiencia del conjunto, la carga del sistema, y el caudal. (Mariano, 1991)(Karassik, 1993)

En las válvulas, en las tuberías, en los accesorios, el elemento de que influyen en el escalado es el diámetro de los elementos.

La tabla siguiente refleja la ecuación para cada elemento del sistema de bombeo.

Tabla 1. Ecuación para la determinación del nuevo costo.

EQUIPO O ELEMENTO	ECUACIÓN
Conjunto bomba-motor	$C_1 = C_2\left(\frac{P_1}{P_2}\right)^x$
Valvulerías	$C_1 = C_2\left(\frac{D_1}{D_2}\right)^x$
Tuberías	$C_1 = C_2\left(\frac{D_1}{D_2}\right)^x$
Accesorios (codos, tee, uniones, bridas, bocinas)	$C_1 = C_2\left(\frac{D_1}{D_2}\right)^x$

Donde:

C_1 costo de la nueva inversión
C_2 costo de la inversión conocida
P_1 potencia de la nueva inversión
P_2 potencia de la inversión conocida
D_1 Diámetro de la nueva inversión
D_2 Diámetro de la inversión conocida.
X Coeficiente que depende del tipo de equipamiento

Determinación del análisis estadístico.

Para la determinación estadística se despejo los valores de X en cada equipo o elemento ($x = \frac{Ln\left(\frac{Ci}{C2}\right)}{Ln\left(\frac{D1}{D2}\right)}$)y se comenzó a realizar iteraciones con los diferentes diámetros y precios, según diferentes ofertas de suministradores.

Con los valores obtenidos se realizo el tratamiento estadístico para determinar el valor del coeficiente de escalado y conocer si el mismo garantiza tener valores con niveles adecuado de seguridad.

Para cálculos de costos estimado en el entorno de los parámetros de referencia el nivel de precisión es más ó menos 2.4 % (±2.4 %), es decir teniendo el costo del diámetro de tubería de 4 " y se desea tener el costo estimado del diámetro de tubería de 6".

Para estimación de costos entre diámetros muy notables es decir entre diámetro de tubería o accesorios de 2 " y 20 ", por ejemplo, los niveles de precisión disminuyen en la estimación de costos, pudiendo alcanzar rangos amplios entre más ó menos 7.2 % (±2.4 %).

Tabla 2. Coeficiente de escalado para diferentes equipos o elemento

EQUIPO O ELEMENTO	EXPONENTE X CALCULADO
Conjunto bomba-motor	0.6108
Valvulerías	1.3101
Tuberías	1.3551
Accesorios (codos, tee, uniones, bridas, bocinas)	1.3091

Tabla 3 Resumen de la ecuación con su coeficiente de escalado

EQUIPO O ELEMENTO	ECUACIÓN
Conjunto bomba-motor	$C_1 = C_2\left(\frac{P_1}{P_2}\right)^{0.6108}$
Valvulerías	$C_1 = C_2\left(\frac{D_1}{D_2}\right)^{1.3101}$
Tuberías	$C_1 = C_2\left(\frac{D_1}{D_2}\right)^{1.3551}$
Accesorios (codos, tee, uniones, bridas, bocinas)	$C_1 = C_2\left(\frac{D_1}{D_2}\right)^{1.3091}$

CONCLUSIONES

Se logró determinar el coeficiente de escalado para cada elemento del sistema de bombeo. Esto permitirá disponer de ecuaciones para conocer los costos aproximados de los sistemas de bombeo partiendo de una oferta conocida. Esto agilizará los cálculos preliminares en el análisis económicos a nuevas instalaciones o existentes.

La ecuación para la determinación de costos de los accesorios (codos, uniones, bocinas, etc), es muy parecido al de la valvulería, por lo que se puede utilizar con buena aproximación.

Estas ecuaciones tienen una elevada precisión cuando los análisis se realicen en rangos cercanos a las ofertas.

REFERENCIAS

Peters, M.S.; Timmerhaus, K.D. Plant Design and Economics for Chemical Engineers. Secund Edition, USA, 1968.

Marino Azcarraga, J.M. Manual de Eficiencia Energetica en Instalaciones de Bombeo. CADEM (Grupo EVE), Bilbao, España, 1991.

Karassik, I.; Krutzch, J.; William, C. Pump Handbook. 2da Edition, USA, 1993.

Centro Internacional de Estudios Grandfos. Suministro de Agua Doméstica. DK-8850 Bjerrinbro, Dinamarca, 1992.
Molina, M. Rafael. Base de datos del Departamento de Ingeniería utilizada en las evaluaciones económicas, 2001.

EFECTIVIDAD DEL PRODUCTO BIOLÓGICO GLUTICID EN EL CONTROL DE LOS HONGOS FITOPATOGENOS *CURVULARIA SENEGALENSIS Y CURVULARIA GUDAUSKASII* QUE ATACAN LAS SEMILLAS BOTÁNICAS DE LA CAÑA DE AZÚCAR .

Villa Gómez , Pilar *
Alfonso, Isabel **
Diaz de Villegas, Ma. E. *
Alfonso, Francisco **

*.Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA).Aptdo Postal 4026.Habana Cuba
E mail: mailto:villap@icidca.edu.cu
*.Instituto Nacional de Investigaciones de la Caña de Azúcar (INICA)

ABSTRACT

The objective of this work is the evaluation of biological product GLUTICID in the biocontrol of the fungus *Curvularia senegalensis, Curvularia gudauskasii* that dangerous the botanical seed of the sugar cane. The GLUTICID was obtained from strain of Pseudomonas *aeruginos*a PSS. It was cultivated in a system of fermentation Batch with conditions automatic controlate of pH, Temperature, and agitation during 30 hours, to obtain the secondary metabolites siderophores and antifungic. The biological product was evaluate in vitro, against to the fungus *Curvularia senegalensis, Curvularia gudauskasii.* The results obtained that the metabolites of strain *Pseudomonas aeruginosa* PSS contained in the bioproduct are effective in the control of the fungus were studied at the concentration of 200 ppm, that result promissory by the used in the biocontrol of this, and the permit to reduce the use of chemistry product and the preservation of environmental.

INTRODUCCIÓN

La obtención de nuevas variedades resistentes de caña de azúcar, en Cuba adquiere vital importancia por tratarse de un cultivo fundamental para la economía cubana. Muchos microorganismos de origen fungosos pueden afectar los Bancos de Semillas y los Programas de Mejoramiento Genético (PMG) de la caña de azúcar ocasionando pobre germinación y baja viabilidad en la semilla.

Se reporta en Cuba un numero importante de patógenos fúngicos que infectan la semilla botánica de la caña de azúcar (Alfonso, 1999; Mena y col, 1995, Fernández y col, 1989); entre los que se destacan por la frecuencia de aparición y patogenicidad los hongos pertenecientes a los géneros *Drechslera* y *Curvularia.* (Alfonso, 1999, Mena y col, 1995).

Las patologías presentes en la semilla botánica producen perdidas que oscilan entre 10 y 15% y su control mediante productos químicos resultaría de alto valor económico. Por

tal razón, la búsqueda de organismos antagonistas que sustituyan los medios químicos, que sean efectivos como estos, así como menos inocuos y costosos, se ha convertido en una línea de trabajo para muchos investigadores.

La tendencia a la aplicación de microorganismos y bioproductos para control fitosanitario se incrementa cada día más (Fernández Larrea, 1997); por lo que a partir de 1996 en el Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA) se realizaron las investigaciones dentro del Proyecto Nacional del Programa de Biotecnología Agrícola: Obtención de un producto biológico a partir de *Pseudomonas spp* efectivo en el control de microorganismos fitopatógenos y malezas, obteniendo el producto biológico GLUTICID que contiene metabolitos sideróforos del tipo pioverdin y antifúngicos que fue evaluado frente a diferentes hongos fitopatógenos como *Alternaria solani*, en tomate *Phythothora infestans*, en papa *Peronospora tabacina* y *Phytophthora nicoteanae* en tabaco entre otros, con buena efectividad sobre los mismos por lo que resulta una buena alternativa para controlar enfermedades fungosas en papa, tomate, pimiento y tabaco (Villa, P. y col, 2000, Stefanova *,y col ,* 1999, Stefanova, y col, 1995).

Dado estos antecedentes un equipo de investigadores del Instituto Nacional de Investigaciones de la Caña de Azúcar (INICA) , realizo los estudios, de evaluación del producto biológico cubano GLUTICID a partir de *Pseudomonas aeruginosa* PSS, en el control de los hongos fitopatógenos del género Curvularia que atacan la semilla botánica de la caña de azúcar con el fin de emplearlo en la desinfección de la semilla botánica, para disminuir el empleo de los químicos y por consiguiente proteger el ambiente.

MATERIALES Y MÉTODOS

Microorganismos: *Pseudomonas aeruginosa cepa PSS* aislada del suelo (ICIDCA)

Condiciones de cultivo

Inóculo

La cepa de *Pseudomonas aeruginosas sp PSS* fue desarrollada en Agar King B durante 24 horas e incubada a 30^0 C, para observar el crecimiento y la producción de sideróforos, se toman varias colonias y se transfieren al medio King B Caldo, incubando durante 8 horas, después se transfieren 30 mL a Erlenmeyers conteniendo 270 mL de Caldo King B para una relación de inóculo medio 1:10, se incuba durante 18 horas en zaranda rotatoria a 30^0 C y 175 r.p.m.

Obtención del producto biológico

Para la obtención se desarrollo un sistema Batch de fermentación, según el procedimiento diseñado por Villa et al, (1991) bajo Patente. (Solicitud de Patente 10-2000)

Características del Producto Biológico GLUTICID

Polvo grisáceo fino, soluble en agua que contiene metabolitos secundarios, entre ellos Pioverdin (Budzikiewicz,1999, comunicación personal; Díaz de Villegas, 1999), con un pH 5,6 y una humedad relativa entre el 7 y el 5%. No irrita los ojos ni la dermis, no se debe ingerir pues es tóxico.

Determinación de la efectividad del producto biológico

Ensayos in vitro

Se estudió la capacidad biocontroladora de los metabolitos contenidos en el producto biológico (PB) de *Pseudomonas* aeruginosas cepa PSS, libre de células, sobre las especies de hongos:

1.*Curvularia senegalensis y Curvularia gudauskasii,* aisladas de semillas botánicas de caña de azúcar del cruce B6368 xJa 64-1 de la Estación experimental de Jovellanos, Matanzas, Cuba.

Para ello, se sembraron discos de 5 mm de diámetro, de cultivos monospóricos de cada una, en placas Petri de 90 X 15 mm, conteniendo medio PDA, las cuales fueron empleadas como testigo. Siguiendo el mismo procedimiento, se sembró igual número en el medio de cultivo conteniendo 200 ppm del producto biológico libre de células. Esta misma concentración fue la empleada por Stefanova M, y col., (1995), quienes obtuvieron una reducción del crecimiento micelial de diferentes hongos patógenos foliares de tabaco, papa, tomate y pimiento. Las placas se incubaron a 28 ± 2ºC de temperatura. El crecimiento micelial se midió cada tres días, hasta que el testigo cubrió totalmente las placas.

Análisis estadísticos:

Los datos obtenidos fueron procesados mediante Análisis de Varianza y Test de Duncan.

RESULTADOS Y DISCUSION

En la evaluación del GLUTICID a una concentración de 200 ppm (200 mgL^{-1}) de los metabolitos antimicrobianos presentes en el mismo, sobre las especies *Curvularia senegalensis* (Speg) Subram y *Curvularia gudauskasii* Morrena Jones & Kandel , se observó que los valores de los diámetros de las colonias para ambas especies disminuyeron de forma significativa en el medio envenenado (figuras 1 y 2) hasta los 18 días de aplicado en comparación con el testigo, lo que corrobora lo planteado por Alfonso y col. (1998), quienes probaron este producto biológico frente a *Drechslera spicifera* y *Curvularia trifolii*, hongos también aislados de la semilla botánica de la caña de azúcar, y obtuvieron reducción del crecimiento micelial al combinar el medio de cultivo con el producto biológico. El producto GLUTICID mostró mas efectividad frente a *Curvularia gudauskasii*.

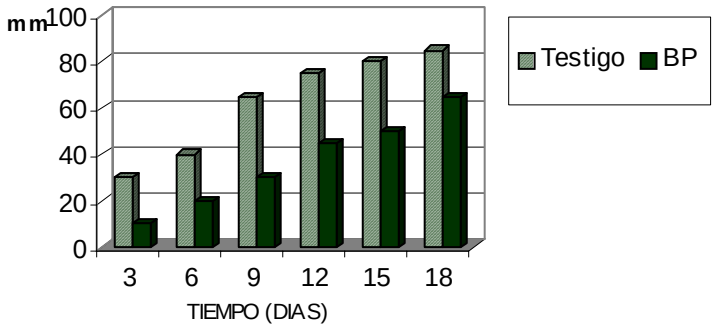


Figura.1: Comportamiento de *Curvularia senegalensis* frente al GLUTICID

Los ensayos in vitro demuestran que el GLUTICID , a la concentración estudiada, ejerce un efecto marcado en la inhibición del crecimiento micelial de las dos especies, (figuras 1 y 2) lo que indica la factibilidad del producto para el control de dichos hongos lo que es importante si se considera que los mismos fueron aislados de la semilla botánica y, constituyen una fuente potencial de enfermedades este cultivo.

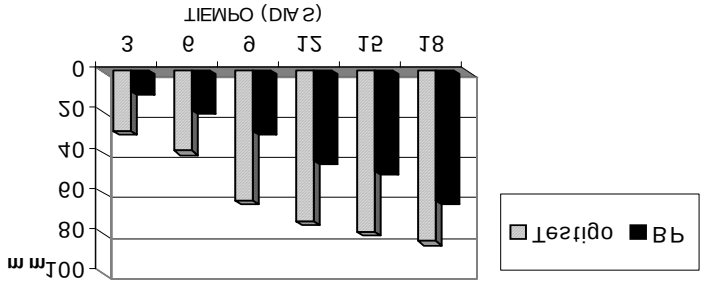


Figura .2: **Comportamiento de *Curvularia gudauskasii* frente al GLUTICID**

El papel de los metabolitos secundarios como sideróforos y antibióticos a partir de *Pseudomonas sp* ha sido estudiada por diferentes investigadores como un mecanismo de estas cepas para el control biológico de hongos fitopatógenos de las raíces de las plantas como trigo, tabaco, maíz, papa tomate entre otros.(Villa y col, 2000, Villa P, 1999, Díaz de Villegas M.E, 1999, Stefanova y col, 1999, Nielsen, y col, 1998 Weller y Thomashow, 1993 Weller y Thomashow, 1993 ,Keel y col, 1992, Défago y Haas, 1990.,) por lo que el control de los hongos in vitro de *Curvularia senegalensis* (Speg) Subram y *Curvularia gudauskasii* Morrena Jones & Kandel con un producto biológico conteniendo metabolitos solamente de *Pseudomonas aeruginosa* PSS constituye el primer informe de inhibición de estos hongos con éstos.

El empleo de los metabolitos de Pseudomonas *aeruginosa* cepa PSS en el control de enfermedades producidas por hongos fitopatogenos, implica el mejoramiento de los

cultivos, a la vez protege a las plantas del deterioro producido por estos agentes por lo que el contar con un producto biológico para el control de las enfermedades ocasionadas por los diferentes hongos sobre la semilla botánica de la caña de azúcar permite ser utilizado en la desinfección de las mismas para disminuir las enfermedades producidas por estos e incrementar el número de posturas y la población de plantas en el campo, a la vez que protege al suelo, el ambiente al no utilizar productos químicos en la protección de las semillas y a la vez mejora la salud del hombre.

CONCLUSIONES

- El uso del producto biológico GLUTICID conteniendo metabolitos de *Pseudomona aeruginosa* cepa PSS, a una concentración de 200 ppm, constituye un método eficaz para combatir a los agentes fungosos *Curvularia senegalensis* (Speg) Subram y *Curvularia gudauskasii* Morrena Jones & Kandel que infectan la semilla botánica de la caña de azúcar.
- Al comparar el comportamiento de las dos especies analizadas ante el GLUTICID fue más efectivo en *C. senegalensis*.

RECOMENDACIONES

Se hace necesario probar el producto biológico GLUTICID en el control de los hongos fitopatógenos que atacan las semillas botánicas de la caña de azúcar, en condiciones controladas y de campo.

REFERENCIAS

Alfonso, F.(1999) Informe final de proyecto de investigación, INICA, 58 pp

Défago, G. and Haas, D. (1990) Pseudomonads as antagonists of soilborne plant pathogenes. Mode as action and genetic analysis in Soil Biochemistry, J.M. Belag and G. Stotzky eds. Marcel Dekker p. 249-291

Díaz de Villegas M.E. (1999) Tesis para optar por el grado de Maestro en Microbiología Universidad de La Habana

Fernández, L.; V. Suárez; R. Castañeda; S. Rodríguez y N. de la Rosa (1989).. IV Jornada Científica del INICA. Tomo I. p. 72.

Fernández L. O. (1997). Conferencias y Resúmenes Corto. Encuentro Nacional Científico Técnico de Bioplaguicidas. C. Habana, pp.9-5

Keel, C., Schnider, V., Maurhofr, M., Vaisord, C., Laville, J., Bynger, V., Wirthner, P., Hass, D., Défago, G., (1992). *Mol. Plant-Microbe Interact* 5 pp.. 4-13

Mena, J.; M. O. López; A. Mercado; A. Hernández; I. Sandoval; K. Rodríguez y G. González (1995). *Revista Iberoamericana de Micología*, Vol. 12: pp. 31-35

Nielsen N. M., Sorensen, Fels J. Pendersen H.C. (1998) *Applied and environmental microbiology*, Vol. 64, No 10, pp. 3563-3569

Stefanova M.(2000) *Informe Interno*. INISAV, 36 p

Stefanova, M, Pérez, E, Cañizares L, Almendro J, (1999). *Informe interno*. INISAV

Stefanova, M.; B. Muiño; M. Espino y H. Pérez (1995) *Biotecnología Ha*bana 95. Avances en la Biotecnología Moderna, T. 3:p. 41.

Villa P, (1999). Tesis para optar por el titulo de Maestro en Microbiología. Universidad de La Habana

Villa P, Stefanova M. Palma S. Gómez, D. 2000. *Informe de Investigación*. ICIDCA. C.Habana 10p

Weller, D. M.; Thomashov. L. S. (1993). In Pest Management; Biologically Based Technologics. Proccedings of Beltsville Symposium XVIII. Belsville, Md, C. pp 173-180

EMPLEO DE LOS EFLUENTES DEL HONGO *Verticillium lecanii* CON FINES BIOCONTROLADORES

Gómez, Álvarez, R.M*
San Juan A. N
Zayas, M. A*
Cruz , X**
Fraga, R*
Hernández, Y*
Lemes, T*.
Reyes,I*
Croche,G.**

*Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar. (ICIDCA-CUBA-10).Vía Blanca 804 y Carretera Central. P.O. Box 4026, Ciudad de la Habana, Cuba.
E-mail: cuba10@quivican.esihabana.cu
** Instituto Nacional de Investigaciones Fundamentales de Agricultura Tropical. (INIFAT).

ABSTRACT

To introduce alternatives to reduce the need for synthetic chemical pesticides, the Integrated Pest Management(IFP) is an important tool for a sustainable agriculture, assuring conscious utilization of the natural resources minimizing the use of agrochemicals. During the fermentation of the fungus *Verticillium lecanii* in submerged culture are excreted metabolites,which have been characterized and employed as biocontrol agents. Presently work is shown the technology production of an enzymatic raw product obtained from the residuals of fungus fermentation, dry powdered, stable in the time up to 1 year under environmental conditions. Its chemical characterization for SDS-PAGE showed that the proteolytic enzymes were is in a range from 30 to 94 kDa. The biological activity were carried out at laboratory level and field, using eggs and second-stage juveniles of *Meloidogyne incognita*, being obtained 100% of mortality in 24 hours with a dose of 10%. For the evaluation under production conditions (green house) it was obtained that for a dose of 10 Kg/ha after the 40 days the effectiveness was of 90.4%. By other hand, the phytotoxical activity was evaluated on different test weeds , results showed that with monocotiledoneous species means damage were observed,with plant death after 30 days for *Echinochloa colona*(L)Link and *Digitaria sanguinalis*(L)Scop. However, dicotiledoneous species *Bidemspilosa*(L) and *Amaranthus dubius(Mort)* were the most sensitive with plant death after 20 days of exibition. Also, the product shown fungicidal action on five phytopathogenic fungi, the results showed positive effects on all of the studied fungi, being observed the biggest with *Fusarium oxysporium* and *Colletotrichum linduchcum* with 75 inhibition%.

INTRODUCCIÓN

Una respuesta positiva y concreta a la campaña mundial de limpieza del planeta, es la utilización de microorganismos y sus metabolitos para la protección de los cultivos, contra plagas y malezas. Dentro de las especies parásitas de plantas que más serios daños económicos causan a las cosechas agrícolas en todo el mundo se encuentran los nemátodos del género Meloidogyne, ya que ellos pueden infestar casi todo tipo de cosechas: vegetales, frutas, flores, árboles y arbustos. (Devidas, Crovetti,1990). Se ha planteado que 100 gramos de suelo pueden contener cientos de nemátodos, por lo que el control de la plaga mediante productos químicos puede ser muy costoso, además de los problemas asociados a ellos, como son: efectos adversos sobre los humanos y el ambiente. (Meyer, 1998). Entre los nematicidas químicos más ampliamente utilizados se encuentra el bromuro de metilo, sin embargo, el uso del mismo ha sido prohibido en muchos países, por ser altamente tóxico para la salud humana y dañar la capa de ozono. Varios autores han reportado la eficacia del hongo entomopatógeno *Verticillium lecanii* en la colonización de los huevos de nemátodos que atacan al frijol de soya. (Meyer, 1998a), siendo este aspecto de gran importancia ya que el hecho de parasitar los huevos causa un efecto más drástico en sus poblaciones. Por otro lado, Meyer (1998) también plantea que el hongo produce una sustancia dañina a estos y que por tanto sería de gran interés desarrollar métodos seguros para emplearlo como biocontrolador. El objetivo del presente trabajo es el diseño de un proceso para la utilización de los efluentes del cultivo del hongo *V. lecani*i, así como la evaluación de la actividad biocontroladora del mismo sobre plagas y malezas.

MATERIALES Y MÉTODOS

El hongo *Verticillium lecanii* fue suministrado por el Instituto Nacional de Investigaciones Fundamentales de Agricultura Tropical, (INIFAT). Su producción se realizó en un fermentador de 500 L de capacidad empleando un medio compuesto por miel final de caña 15 g/L ART (azúcares reductores totales) y $(NH_4)_2HPO_4$ 18g/L. Las condiciones de operación fueron: 30 ^{0}C, 1 v.v.m y (300– 400) r.p.m, y una relación de inóculo del 10%. Se empleo un sistema batch incrementado, con dos adiciones de miel a concentraciones de 15g/L ART. La biomasa fue separada por centrifugación y los efluentes fueron concentrados en un evaporador de calandria de película descendente a una temperatura entre 45^0 y 55 ^{0}C. Al concentrado se le añadió sulfato de amonio al 10 % y se secó en un secador por aspersión a una temperatura de entrada de 120 ^{0}C y de salida de 70 ^{0}C. Se realizaron las siguientes determinaciones analíticas: Actividad proteolítica por el método de Anson modificado (Keay, 1973). Para el análisis electroforético se emplearon muestras al 20% resuspendidas en buffer Tris-HCl 0.05 M, pH 6.8 y dializadas contra 5 L del propio buffer durante 24 horas. La separación de las proteínas fue llevada a cabo en geles de poliacrilamida al 15% en presencia de SDS. (Laemmli, 1970). Los zimogramas fueron realizados bajo las mismas condiciones, con la excepción de que el gel contenía gelatina al 0.1%. La actividad proteolítica se determinó *in situ* por medio de una tinción negativa con amido black 0.1% (Saksirirat, 1991). Para las determinaciones de ácidos orgánicos y fenólicos se utilizó la técnica de cromatografía líquida de alta resolución (HPLC), equipo KNAUER con detector UV de longitud de onda variable con inyección de 20µL, columna Hypersil 5 ODS a flujo de 6 mL/min, detector UV 210 nm para ácidos orgánicos y 280nm para los fenoles.

La actividad nematicida se realizó *in vitro* con los caldos libres de células, los que fueron añadidos a las masas de huevos de *Meloidogyne incognita*, determinándose el porciento de reducción de la eclosión de las ootecas al cabo de 24 horas. Para la evaluación del crudo enzimático en polvo se emplearon concentraciones de 5, 10 y 20%, los cuáles fueron añadidos a masas de huevos y larvas juveniles (Taylor,.1957). Este último fue evaluado en condiciones de producción, en organopónico sobre cultivo de pepino, empleando diferentes dosis de aplicación (5, 10 y 15 Kg/ ha) y la efectividad del producto sobre *Meloidogyne incognita* se determinó al cabo de 40 días de aplicación.

La actividad fitotóxica se realizó por el método de muestreo biológico de productos herbicidas del INIFAT. durante 1 mes, empleando dosis de 10, 15 y 20g de producto por $0.5m^2$ en malezas indicadoras. La acción fungicida del crudo enzimático se evaluó sobre hongos fitopatógenos de a concentración de 1%, determinándose el % de inhibición al cabo de los 5 días. (Zavaleta, 1994)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El crudo enzimático en polvo presentó las siguientes características: humedad: 4 – 6 %, actividad proteolítica: 3.32 mg/g y estable a temperatura ambiente durante 1 año; aspecto importante en el almacenamiento de productos de uso agrícola. La caracterización del mismo en geles de poliacrilamida mostró que las enzimas proteolíticas se encuentran en el rango de 30 a 94 kDa. Estos resultados son similares a lo reportado por Saksirirat (1991).

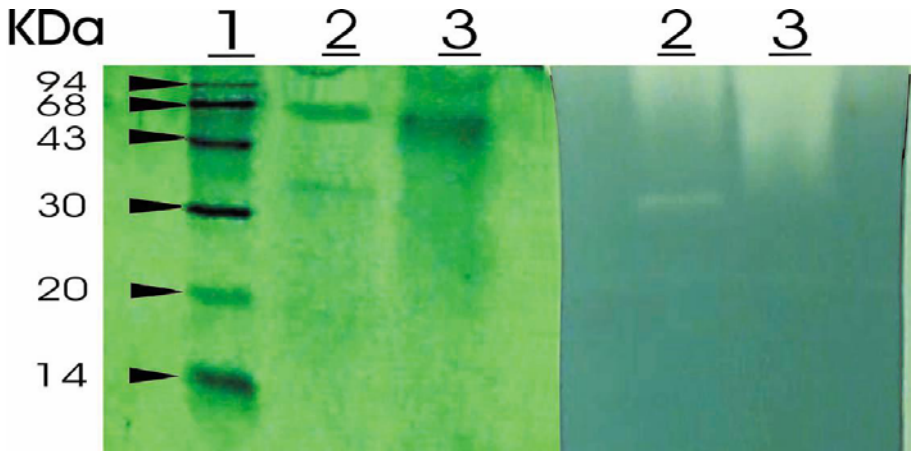


Fig.1. **Electroforesis en gel de poliacrilamida en presencia de SDS y Zimograma. Proteínas extracelulares de *P. fumosoroseus* (Línea 2)(control +), *V.lecanii* (Línea 3) y marcador de peso molecular (Línea 1). Proteasas extracelulares de *P. fumosoroseus* (Línea 2)(control+), *V.lecanii* (Línea 3).**

Los ácidos orgánicos determinados fueron: Acido Glicólico 8.1580 mg/m y Acido Cítrico 0.2909 mg/mL y los fenólicos: Ac. Gálico 0.842mg/mL, Furfural 0.006 mg/mL, Aldehído Protocateíco 0.303 mg/mL, Ac. P-H

benzoico 2.632 mg/mL, Ac Vainillinico 0.791 mg/mL, Ac. Siringico 0.75 mg/mL, Ac. P-Coumárico 0.153 mg/mL y Ac. Ferúlico 0.249 mg/mL. Estos resultados no han sido reportados por otros autores en la literatura.

Los estudios de dosificación del producto sobre las masas de huevos y larvas juveniles de *Meloidogyne incognita* mostraron que una concentración del 10% era la más adecuada para lograr una elevada reducción de la eclosión de los huevos y el 100% de necrosis para las larvas juveniles a las 24 horas de exposición.

Tabla 1- Acción nematicida del producto enzimático sobre *Meloidogyne incognita.*

Concentración del producto enzimático (%)	**Masas huevos (24 h)**	**Concentración del producto enzimático (%)**	**Larvas juveniles (24h)**
1	97 larvas eclosionadas	5	100 % de mortalidad
5	84 “ “	10	100 % “
10	22 “ “	20	100 % “
Testigo	104 “ “	-	-

En las condiciones de producción (organopónicos) los resultados mostraron que la mejor dosis fue 10 Kg/ha, con una efectividad de 84.4%. Experiencias realizadas sobre *Meloidogyne incognita* en condiciones de producción, en tuneles de cultivos protegidos en áreas del INIFAT y Organopónico. “Nguyen Van Troi”, BOYEROS muestran los siguientes resultados:

En Organopónico.(3 campañas de producción de Pepinos en 320 m^2)
10 Kg/ha Índice de infección = 4.66 % % de efectividad = 90,4 %

Testigo Índice de infección = 42.0 %

En tuneles del INIFAT (3 campañas de producción de Pepinos en 240 m^2) los rendimientos fueron superiores a la tonelada métrica del producto/tunel con una efectividad del 95%. Estos resultados son comparables a los obtenidos con el bromuro de metilo, pero es de destacar que para este último se emplean dosis superiores (300kg/ha).

Se evaluó la acción fitotóxica del producto en malezas indicadoras y los resultados mostraron que las especies monocotiledóneas presentan daños medios con el tratamiento, llegando a la muerte de la planta al cabo de los 30 días para *Echinochloa colona*(L)Link y *Digitaria sanguinalis*(L)Scop. Sin embargo las especies dicotiledóneas *Bidemspilosa*(L) y *Amaranthus dubius* (Mort) fueron más sensibles a este producto llegando a necrosis y muerte de la planta a los 20 días de exposición con la dosis media. Por otro lado, el producto mostró efectividad fungicida sobre los hongos fitopopatógenos estudiados, obteniéndose un 75 % de inhibición para (*Fusarium oxysporium* y *Colletotrichum linduchcum*).

CONCLUSIONES

- Factibilidad de diseño de un procedimiento para la producción comercial de un producto seco en polvo a partir de los efluentes del hongo *Verticillium lecanii*, a escala industrial o semi-industrial.
- El producto obtenido tiene una actividad proteolítica de 3.32 mg/g, una humedad entre 4 –6 % y es estable a temperatura ambiente hasta 1 año. Por otro lado, la caracterización química del producto por electroforesis en geles de poliacrilamida mostró que las enzimas proteolíticas se encuentran en el rango de 30 a 94 kDa.
- Los ensayos mostraron que el producto tiene una fuerte actividad nematicida contra *Meloidogyne incognita*, obteniéndose en condiciones de producción (organopónico) una efectividad del 90.4% para una dosis de aplicación de 10 Kg/ha.
- Por otro lado, se demostró el efecto marcado del producto como herbicida en tratamientos a malezas indicadoras, produciendo necrosis, retención del crecimiento y muerte de parte de la planta, así como acción fungicida con inhibición del crecimiento sobre los microorganismos estudiados.

REFERENCIAS

Devidas, P., Crovetti, A. (1990). European Patent EP 0363897.

Keay, L. (1973). Enzyme Engineering. Mac Nillan. New York. p 63.

Laemmil, U. (1970). *Nature* Vol. 227, pp. 680 – 685

Meyer, S. (1998). *Journal of the Helminthological Society of Washington* Vol. 65, pp. 82 - 86.

Meyer, S., Wergin, W., Steenberg, T.y otros (1998). *Journal of Nematology* Vol., 30, pp. 451-460

Saksirirat, W., Hoppe, H (1991). *Phytopathology* Vol. 131, pp. 161-173

Taylor, A.,Feldmesser, J, Feder, W. (1957). *Plant. Dis. Rept*. Vol. 41, pp. 527-530

Zavaleta, M. (1994). Memorias V Curso de Control Biológico. Sociedad Mexicana de Control Biológico. pp 115-125

EMPLEO DE VARIEDADES DE CAÑA DE AZÚCAR CON ALTO CONTENIDO DE FIBRAS PARA LA PRODUCCIÓN DE DERIVADOS Y GENERACION DE ENERGÍA

Pérez, M.
Abril A.
Pérez D.

UIP de la Celulosa del Bagazo Cuba-9, aptdo 8, CAI Pablo Noriega, Quivicán, La Habana, Cuba,
E-mail: investc9@etecsa.ip.cu

ABSTRACT

In this paper is evaluated complex mill implementation to produce many by products from sugar cane with high content fiber (ACF) or energetic cane sugar. This complex will produce sugar or alcohol and cellulose by products, also produce energy by satisfing the complex necessity and sale to national red.

INTRODUCCIÓN

La caña de azúcar es una de las plantas de mayor conversión de energía solar en biomasa.

En especial las variedades de alto contenido de fibra pueden producir de 80-150 T/año de biomasa con alto contenido de fibras de 20-25 %, casi el doble de las variedades tradicionales.

Estas variedades son menos eficientes en cuanto a su producción de azúcar, pero como compensación poseen amplias perspectivas en cuanto a la diversificación de los productos derivados y al máximo aprovechamiento de los cultivos de la gramínea PPI (1992).

MATERIALES Y MÉTODOS

La siguiente tabla compara las variedades normales con las variedades con alto contenido de fibra en los aspectos fundamentales FAO (1984)

Tabla 1. Comparación de propiedades de la caña ACF con las normales

ASPECTOS	NORMAL (%)	ACF (%)
Contenido de azúcar	11.9	5.9
Bagazo	26	48

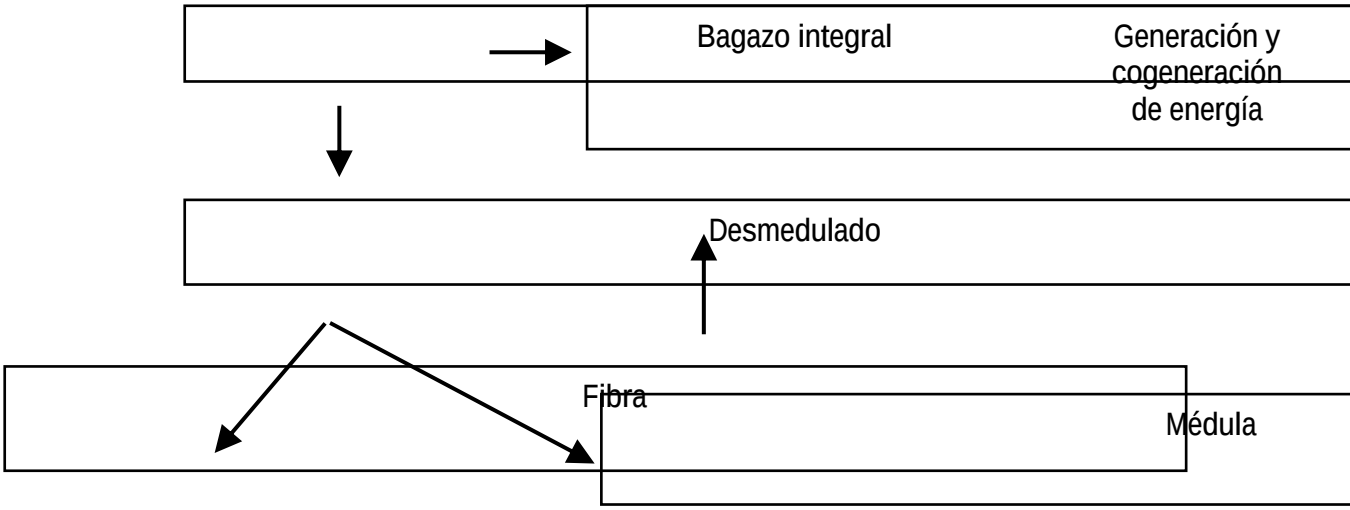
Cachaza	4.1	4.1
Melaza	3.2	3.2
Cenizas	1.5	1.5
Agua	53.3	37.0

ACF: Caña con alto contenido de fibra

Esto permite la concepción de un complejo de producción de derivados integrado al Central Azucarero, con la obtención de productos de alto valor agregado y que permitiría una revalorización grande del bagazo.

RESULTADOS

Una propuesta general para el proyecto integrado de utilización de los componentes del bagazo se muestra a continuación:



Leyenda:
CMC: Carboximetil Celulosa
MCC: Celulosa Microcristalina

ESQUEMA INTEGRADO PARA LA PRODUCCIÓN DE ALCOHOL, ELECTRICIDAD Y SALES MINERALES A PARTIR DE VINAZAS

Garrido Carralero, Norge A.
Pérez Bermúdez, Indira

Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA)
Vía Blanca #804 esq. Carretera Central. San Miguel del Padrón.
Ciudad Habana. Cuba
E-mail: ngarrido@icidca.edu.cu, iperez@icidca.edu.cu

ABSTRACT

In the present work is analyzed the alternative of eliminating a alcoholic distillery wastewater of 500 hl/d that generates 900 m^3/d of alcoholic distillery wastewater (vinasses). These will be concentrated on a multiple - effect evaporator system that will work at pressure using the steam of the last body to feed the distillation column. The concentrated product at 60 ºBx will be fed to an incineration boiler where the obtained outlet steam will be supplied to the turbine generator, producing the low pressure steam and the necessary electric energy for the plant installation as well as a surplus to the national net.

This process allows the residual total elimination and obtain salts rich in potassium which can be used in the agriculture as fertilizer. Also in the study an analysis is carried out of the investment behavior as well as the recovery time of the same depending on the distillery capacity. The present analysis is for an installation where the whole equipment is new.

INTRODUCCIÓN

Es preocupación mundial la preservación del medio ambiente, sobre todo en aquellas zonas como Cuba que por su configuración geográfica (estrecha y alargada) no dispone de grandes fuentes hídricas, lo que hace que todos los residuos tanto industriales como los de la población sean vertidos al mar, lo que provoca grandes contaminaciones y por lo tanto la destrucción de la flora y la fauna.

En el caso particular de nuestro país, que se proyecta como una potencia turística esto cobra mayor importancia, de aquí, la necesidad de la eliminación de los residuales industriales. La industria Azucarera y en particular las Destilerías, cuyos residuos son altamente contaminantes, le es de suma importancia la eliminación de estos para preservar el medio, basta decir que una destilería de 500 HL/d, genera aproximadamente, el equivalente al contaminante de una población de 250 000 habitantes.

Partiendo de la necesidad de buscar producciones limpias que sean económicamente factibles es que se propone el presente trabajo ,el que permite la eliminación de las vinazas de una destilería de 500 HL/d concentrando e incinerando los residuales para generar el

vapor y la electricidad que se consumirá en la instalación , produciendo adicionalmente sales ricas en potasio para utilizarlas como fertilizante.

Además se realiza el análisis económico de la instalación, calculándose el costo de la inversiones, tiempo de recuperación (TIR) y el valor actualizado neto (VAN).

DESARROLLO

Descripción del proceso integrado

La instalación propuesta consta de 4 etapas fundamentales, destilación, concentración, incineración y generación de electricidad, las que trabajan de forma dependiente. El sistema está soportado en base Excel lo que nos permite simular el proceso integrado de los distintos módulos conociéndose la capacidad de la destilería.

Se considera una destilería de 500 HL/d de capacidad, la cual genera aproximadamente 900 m^3/d de vinazas. Este residual se alimentará a un sistema de evaporación de 4 efectos trabajando el último vaso a presión, lográndose de esta forma concentrar las vinazas desde 6 ºBx hasta aproximadamente 60 ºBx. Del primer vaso se realiza una extracción para el calentamiento de las vinazas a alimentar al múltiple, aproximadamente 92.16 t/d hasta 110 ºC.

El producto concentrado es bombeado a una caldera de incineración de productos líquidos, generando 360 t/d de vapor a 8 atm (man) a una temperatura de 182 ºC, el cual se alimentará a un turbo generador de 1000 KW de capacidad, generando 708 KW-h. La electricidad obtenida será utilizada para satisfacer la demanda de la instalación, aproximadamente 250 KW-h y el resto se venderá a la red nacional.

De esta etapa se obtienen 222 t/d de vapor de baja a 2 atm (man) y una temperatura de 122 ºC, empleándose este en el sistema de evaporación. El vapor sobrante pasa por un reductora para utilizarse en otras instalaciones de derivados y en caso necesario para compensar el que se alimentará a la columna de destilación.

El vapor del último efecto, 174 t/d y una temperatura de 120 ºC se alimentará al fondo de la columna de destilación, la que consume 152 t/d. El resto del vapor se empleará en la destilería para la esterilización y la limpieza del área de fermentación y tratamiento de mieles.

Las sales obtenidas en el proceso de incineración de las vinazas, ricas en potasio, aproximadamente 0.8 t/d, se almacenarán para ser utilizadas como fertilizante en la agricultura cañera.

En el esquema objeto de estudio se considera una destilería existente agregándosele un sistema de evaporación de tubos largos y película descendente, un turbo generador y una caldera de incineración. Los equipos que se agregan son de nueva adquisición.

Análisis Económico

Para la realización de este estudio se tomaron en cuenta los índices económicos fundamentales como son, costo de producción del alcohol técnico B, el de levadura Sacharomyce seca, el de las sales y el de electricidad y costo de inversión de los equipos nuevos a adquirir considerando un por ciento para la remodelación de la destilería existente. Con estos datos y aplicando como herramienta el flujo de caja se determinó el tiempo de

recuperación de la inversión , la tasa de retorno (TIR) y el valor actualizado neto (VAN). En el mismo no se considera la penalización por efecto de la contaminación ambiental. En el caso del costo de producción del alcohol técnico B hay una disminución de un 7 % por efecto de no haber consumo de petróleo para la generación de vapor.

Para el cálculo del costo de inversión de la instalación se tomaron en cuenta, el costo del equipamiento tecnológico, los costos directos y los indirectos, obteniéndose un valor total de la inversión de **$ 5 066 346.25**. De las fichas de costo se obtiene el costo de producción anual para los productos antes mencionados y los precios de venta, obteniéndose una ganancia anual de **$ 3 430 383** y tomando en consideración el ahorro de petróleo producido esta sería de **$ 4 550 962.24**.

Con la información anterior se conforma el flujo de caja de donde se obtienen los siguientes resultados:

- - Tiempo de recuperación de la inversión sin descuento **3.11 años**.
- - Tiempo de recuperación de la inversión considerando un 12 % de descuento **3.35 años**.
- - Tasa de retorno de la inversión (TIR) **68.46 %.**
- - Valor actualizado neto (VAN) **positivo a partir del cuarto año**.

Estos resultados nos indican la factibilidad técnico - económica de la inversión.

CONCLUSIONES

- • Los procesos propuestos (concentración, incineración y generación eléctrica) son conocidos favoreciendo esto la operación de los mismos.
- • Con esta instalación se logra convertir a las destilerías, industria altamente contaminante en una producción limpia debido a la eliminación total del residual, convirtiéndose este en un producto útil como portador energético fundamentalmente.
- • Los residuos de la incineración son utilizados como fertilizantes agrícolas.
- • Es viable la inversión desde el punto de vista técnico y económico.

REFERENCIAS

Blattner, P., Ulrich, L., Cook, K., Dyck, T., (2000), Microsoft Excel 2000. Ediciones ANAYA MULTIMEDIA. Madrid. España.

Garrido, G. (1982). Anteproyecto tecnológico para la concentración de vinazas para la destilería José Antonio Echeverría.

Garrido, G. (1985). Análisis de alternativas en la concentración de vinazas en la destilería Habana. *Informe interno*

Garrido, N. (2001). SIDEL: Sistema de Simulación y Diseño de Destilerías.

Kern, DQ. (1986), Procesos de transferencia de calor. Edición revolucionaria. La Habana.

Luna, N., Bedolla, E, Brown, A. (1990). Propiedades físico química de las vinazas de destilerías. Componentes inorgánicos En: *Seminario Iinternacional de azúcar y derivados*, 2do.

Luna, N., Bedolla, E, Valdés Z. (1990). Constituyentes y propiedades químico físicas de las vinazas de destilerías cubanas. *Informe interno*.
Perry, H J. (1992), Manual del Ingeniero químico. Editorial Hispanoamericana. España.

ESTABILIZACIÓN DE INVERTASA POR MODIFICACIÓN QUÍMICA DE SUS CADENAS DE AZUCARES CON CARBOXIMETILCELULOSA

Ramírez, Héctor L.
Chico Belkis ,
Hoste, Katty**
Schacht, Etienne H**
Villalong, *

*Grupo de Tecnología Enzimática. Centro de Estudios Biotecnológicos. Universidad de Matanzas. Autopista a Varadero Km 3 1/2. Matanzas. C.P. 44740. Cuba. Tel: (53) (52) 261251, Fax: (53) (52) 25 3101,

E-mail: villa@cdict.umcc.cu

**Grupo de Investigación de Materiales Poliméricos, Departamento de Química Orgánica, Universidad de Gent, Krijgslaan 281, S-4, B-9000 Gent. Belgica.

ABSTRACT

Invertase from *Saccharomyces cerevisiae* was activated by periodate treatment and further reaction with ethylenediamine/sodium borohydride. Carboxymethylcellulose was further attached to ethylenediamine-modified invertase using 1-ethyl-3-(3-dimethylaminopropyl) carbodiimide as coupling agent. The modified enzyme contains 3.5 mol of polysaccharide per mol of holoenzyme, and retained about 56 % of the initial invertase activity. The thermostability of invertase was increased from 64 °C to 70 °C. Thermal inactivation at different temperatures ranging from 60 °C to 70 °C was markedly reduced for polymer-modified enzyme. An increase of 9.1 kJ mol^{-1} in activation free energy of inactivation was determined for invertase after modification. Functional stability was increased for carboxymethylcellulose-invertase complex in the range of pH between 2.0 - 12.0. The conjugate was also more resistant to denaturation by 6 M urea solution.

INTRODUCCIÓN

La obtención de enzimas que posean una alta estabilidad para trabajar en sistemas homogéneos constituye una prioridad en el campo de la tecnología enzimática. Entre los métodos más utilizados para la estabilización de estas, la modificación de su superficie proteica con sustancias macromoleculares hidrosolubles constituye uno de los mas prometedores (Inada y col., 1994). Con este fin se han utilizado polímeros como: dextrana (Srisvatava, 1991), sacarosa polimerizada (Venkatesh y Sundaram, 1998),

carboximetilcelulosa (Villalonga y col., 2000), quitosana (Darias y Villalonga, 2001) y alginato de sodio (Gómez, Ramírez y Villalonga, 2001), entre otros.

Este método de modificación se basa fundamentalmente en la formación de enlaces covalentes entre los grupos químicos del polímero y los grupos funcionales específicos de las enzimas (Inada y col., 1994). En el caso de las glicoenzimas este proceso se ve limitado por el impedimento estérico que ejercen sus cadenas oligosacarídicas sobre los aminoácidos de su estructura proteica. Tomando en cuenta este aspecto sería de mucho interés el desarrollo de métodos alternativos que permitan su modificación, empleando como sitios de reacción las cadenas de carbohidratos del biocatalizador.

En el presente trabajo se describe un método para el acoplamiento de la carboximetilcelulosa (CMC) a las cadenas de carbohidratos de la invertasa externa de *Saccharomyces cerevisiae* (INV) (EC. 3.2.1.26) previamente activadas con etilendiamina.

MATERIALES Y MÉTODOS

La carboximetilcelulosa empleada en este trabajo fue suministrada por la BDH. Para su caracterización se le determinó el peso molecular por: GPC y viscosimetría (Tricot, 1984), además se le determinó el grado de carboximetilación por RMN (Ho y Klosiewics, 1980). En el caso de Invertasa de *Saccharomyces cerevisiae* fue suministrada por la Flucka y el resto de los reactivos empleados eran de calidad analítica.

Para la preparación del biocatalizador modificado se mezclaron 400 μL de etilendiamina con 15 mg de invertasa oxidada con periodato de sodio (Gómez, Ramírez y Villalonga, 2000) disueltos en 50 mL de solución tampón de acetato de sodio pH 5, 20 mM. Posteriormente se le añadió borohidruro de sodio hasta lograr una concentración de 40 mM y se dejo con agitación en frio y oscuro por 4 horas. La solución resultante se dializó contra solución tampón de fosfato de potasio pH 6, 20 mM y se concentró con polietilenglicol 4000. Para la reacción de acoplamiento con el polímero se disolvieron 140 mg de carboximetilcelulosa y se mezclaron con 15 mg de proteína modificada, añadiéndose 40 mg de EDAC. La reacción se agitó durante 1 hora a temperatura ambiente y 16 en frío, posteriormente se dializó el producto obtenido contra solución tampón de fosfato de sodio pH 6, 20 mM. Para la purificación del biocatalizador modificado este se aplicó a una columna de filtración en gel Fractogel EMD BioSEC (S) (2.6 x 60 cm) utilizado como solución tampón de corrida el fosfato de sodio pH 6, 100 mM en cloruro de sodio.

La actividad enzimática de la invertasa nativa y modificada se determinó por el método del ácido 3,5 Dinitrosalicílico (Berfenld, 1955). El contenido de carbohidratos por el método del Fenol-Sulfúrico (Dubois y col., 1956). La cantidad de grupos aldehídos presentes en la invertasa oxidada por el método de Berfenld (Berfenld, 1955) y el contenido de proteína por el método de Lowry (Lowry y col., 1951). El grado de modificación del conjugado se determinó por el método del o-phtalaldehido (Bruneel y Schacht, 1993). Para comprobar el efecto que ejerció la modificación sobre las propiedades funcionales del biocatalizador modificado este se sometió a la acción de diferentes factores estresantes :

- - Se sometió la enzima nativa y modificada a la acción de diferentes temperaturas durante 10 minutos. posteriormente se enfriaron y se le determinó la actividad remanente.

- - Se incubaron la enzima nativa y modificada en urea 6 M., a determinados intervalos de tiempo se extrajeron alícuotas las cuáles se diluyeron en solución tampón de acetato de sodio pH 5, determinándose la actividad posteriormente.
- - Se incubó la enzima nativa y modificada en diferentes soluciones tampón de pH en un intervalo de 2 a 12, a los 30 minutos se extrajeron alícuotas las que se disolvieron en solución tampón de acetato de sodio pH 5 y se les determinó la actividad enzimática

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las propiedades de la CMC utilizada en esta síntesis se muestran en la tabla 1.

Tabla 1 Propiedades estructurales de la CMC

Propiedad	Valor (Método)
Peso Molecular	3.0×10^4 (viscosimetría) 2.5×10^4 (GPC)
Grado de Sustitución	67% (RMN-H^1)
Grado de Polimerización	149 (viscosimetría)

Como resultado de la reacción entre la etilendiamina y la invertasa oxidada existen en la estructura de esta enzima 22 moles adicionales de grupos amino por mol de holoenzima. La reacción de la Inv-etilendiamina con la CMC produjo un conjugado con un grado de modificación del 63 % de sus grupos aminos, lo que significa que 31 grupos aminos por mol de holoenzima están envueltos en este proceso de unión. En el caso de los carbohidratos, el incremento fue de 526 moles de monosacáridos (como glucosa) por mol de invertasa, lo que representa que un promedio de 3.5 moles de CMC se unieron a cada mol de holoenzima. La enzima modificada retuvo el 56 % de su actividad original.

La modificación de la INV-etilendiamina con la CMC incrementó la estabilidad funcional de éste biocatalizador, lo que se reflejó en una mayor termotolerancia como se puede apreciar en la figura 1. La T_{50} (temperatura a la cual la enzima retiene el 50 % de su actividad original) se incrementó de 64 °C a 70 °C para la enzima modificada. Este incremento puede estar originado por el alto grado de entrcruzamiento intramolecular presente en este conjugado, el cuál alcanzó un valor de 9. Se ha reportado que este constituye un factor determinante en la estabilización de estas enzimas frente a la acción de la temperatura. (Srivastava, 1991).

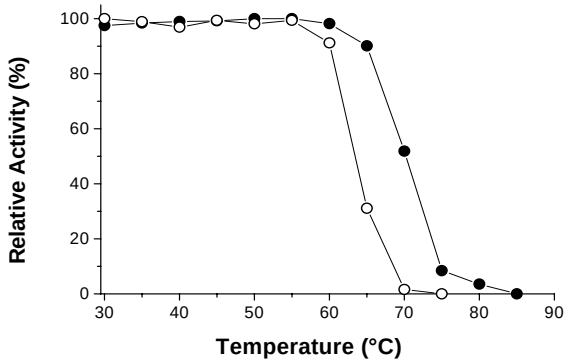


Figura 1. Perfil de estabilidad térmica de la invertasa nativa (○) y modificada con CMC (●).

Las enzimas oligoméricas como la invertasa se inactivan en presencia de altas concentraciones de agentes desnaturalizantes como urea, dodecilsulfato de sodio y cloruro de guanidio. La figura 2 muestra el proceso de desnaturalización de la invertasa nativa y modificada en una solución de urea 6 mol/L. En este caso el tiempo de vida medio para la enzima modificada se incrementó en 98 min. con respecto a su contraparte nativa.

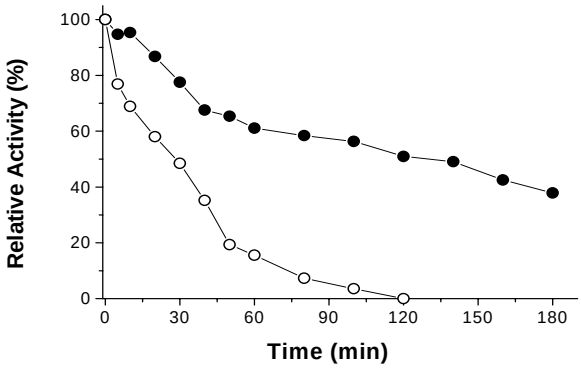


Figura 2. Efecto de la urea 6 M en la estabilidad de la invertasa nativa (○) y modificada con CMC (●).

En la figura 3 se muestra el efecto que ejerce el pH del medio sobre la estabilidad de la enzima. Se puede apreciar que para todo el rango de pH estudiado la enzima modificada resultó ser más estable, siendo más acentuado este efecto en la zona de pH básico, donde se encontró un incremento en la estabilidad de la enzima modificada de un 59 % con respecto a su contraparte nativa. Comparando estos valores con resultados anteriores (Gómez, Ramírez y Villalonga, 2000), podemos decir que la unión de la CMC a la invertasa incrementa de manera apreciable su resistencia frente a la acción desnaturalizante del pH.

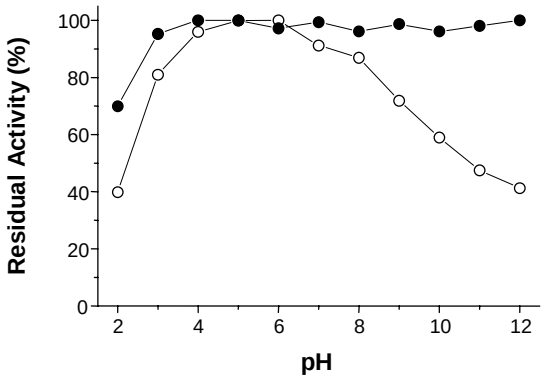


Figura 3. Estabilidad al pH de la invertasa nativa (○) y modificada con CMC (●).

CONCLUSIONES

En el presente trabajo se obtuvo un conjugado de invertasa-etilendiamina-CMC el cuál presentó mejores propiedades estructurales y funcionales que su contraparte nativa. Podemos plantear que la unión covalente de la CMC a las cadenas de azúcares de las glicoenzimas es una herramienta eficiente para mejorar sus propiedades.

REFERENCIAS

Bernfeld, P., (1955). *Method. Enzymol.*, T. 1. p. 149
Bruneel, D. and Schacht, E., (1993). *Polymer*, Vol. 34, pp. 2633
Darias, R., Villalonga, R., (2001). *J. Chem. Technol. Biotechnol.*, Vol. 76, p. 489
Dubois, M. K., Gilles, A., Hamilton, J. K., Rebers, P. A., Smith, F. (1956). *Anal. Chem.*, Vol. 28, p. 350.
Gómez, L. H., Ramírez, L., Villalonga, R., (2000). *Biotechnol. Lett.*, Vol. 22, p. 347
Gómez, L., Ramírez, H. L., Villalonga, R., (2001). *Acta Biotechnol.*, 21: 265.
Ho, F. F. L., Klosiewics, D. W., (1980). *Anal. Chem.*, Vol. 52, p. 913
Inada, Y., Matsushima, A., Hiroto, M., Nishimura, H., Kodera, Y., (1994). *Method. Enzymol.*, 242: 65.
Li, S., Yang, H. P., Zhou, H. P., (1998). *J. Pept. Res.*, Vol.51, p. 45.
Lowry, O. H. , Rosebrough, N., Farr, J. A. L., Randall, R., (1951). *J. Biol. Chem.*, Vol.193, p. 265.
Srivastava, R. A. K.., (1991). *Enzyme Microb. Technol.*, Vol.13, p. 164
Tricot, M., (1984). *Macromolecules*, Vol. 17, p. 1698
Venkatesh, R. P., Sundaram V., (1998). *Protein Eng.*, Vol.11, pp. 691
Villalonga, R, Villalonga, M. L., Gómez., L., (2000). *J. Mol. Catal. B-Enzym.*, Vol. 10, p. 483

ESTRATEGIA PARA EL RECOBRADO DE MICROORGANISMOS PROBIÓTICOS.

Oscar Almazán del Olmo
Daniel E. Rodríguez Fernández
Paulina Serrano Méndez
María A. Brizuela Herrada
Ana N. Sanjuán.

Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA).
E-mail: almazan@icidca.edu.cu

ABSTRACT

It was studied the downstream process for the production of a probiotic from an strain of *Lactobacillus sp*, considering centrifugation and drying as unit operations. It was determined that the angular velocity has a very important influence in the centrifugation process and that it can be employed temperatures as high as 140°C during the drying. It was obtained a viability of the order of 10^{10} UFC/g product.

INTRODUCCIÓN

El desarrollo de preparados probióticos responde a la necesidad de sustituir el empleo de antibióticos en la dieta animal. Los probióticos sustituyen los antibióticos y restablecen la flora intestinal en su plena capacidad protectora (Ouwehand y otros, 1999; Mattila-Sandholm y otros, 1999; Reid, 1999). La tecnología de obtención de productos probióticos incluye diferentes etapas íntimamente relacionadas entre sí. Una de las etapas más importantes para lograr un producto microbiano de alta viabilidad y económicamente viable lo constituye el proceso de recobrado del microorganismo. Para la obtención de un preparado probiótico a partir de bacterias lácticas se presenta en este trabajo como estrategia una separación inicial por centrifugación y un posterior secado por aspersión.

OBJETIVOS

Los objetivos trazados en este trabajo están encaminados a conocer el efecto provocado por las gravedades y el tiempo de residencia sobre la supervivencia del microorganismo y la eficiencia de recuperación de la biomasa durante la operación de centrifugación, así como, la influencia del efecto térmico sobre la viabilidad del producto, para su obtención como producto seco.

MATERIALES Y METODOS

Microorganismo empleado:

Cepa LB-103-1-5 de *Lactobacillus sp* procedente del banco de cepas del ICIDCA.

Características del Caldo Probiótico a procesar

Concentración celular	10^{12} UFC / mL
ART (g/ L)	0.5 - 1.0
Acido Láctico (g/L)	14 - 18
Materia seca (g/L)	40 - 45
pH	6.4 - 6.6
Densidad a 25°C (g/mL)	1.022 - 1.030
Viscosidad (mPascal)	1.15 - 1.55

Condiciones de operación

Centrifugación

En la etapa de centrifugación se trabajo con una centrífuga de disco Westfalia SA-1-02-175 de 10 000 rpm y con otra del tipo Sharpless discontinua de 13 000 rpm.

En la centrifugación con la centrífuga de disco Westfalia se probaron tres variantes de flujo de salida del líquido claro:
Q_1= 1,9 L/min.
Q_2= 0,9 L/min.
Q_3= 0,6 L/min.

Con la centrífuga Sharpless discontinua se probaron también tres variantes en el flujo de alimentación:
Q_1= 5,0 L/min.
Q_2= 6,0 L/min.
Q_3= 4,0 L/min.

Secado

Para la etapa de secado se empleó un secador el secador del tipo Spray Dryer móvil Nyro. Se trabajo con 4 variantes combinando el flujo y la temperatura.

Condición 1
F=5,4 L/h, Tc=185 ^{0}C y Ts=80 ^{0}C.

Condición 2
F=3,5 L/h, Tc=185 ^{0}C y Ts=67 ^{0}C.

Condición 3
F=3,5 L/h, Tc=164 ^{0}C y Ts=55 ^{0}C.

Condición 4
F=2,8 L/h, Tc=140 ^{0}C y Ts=50

$$Gt = \frac{\omega^2 \cdot Ro}{g} t \qquad \text{(a)}$$

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tomando como punto de partida los valores del tiempo de residencia en la centrífuga (Gt) según la ecuación (a) (Moo-Young, M., 1985; Schweitzer, Ph. A., 1997; Humphrey, J. L, 1997) , se obtiene para bacterias un valor de $1,8*10^{7}$seg.
Donde:

Gt: tiempo de residencia (h^{-1})
w: Velocidad angular (rpm).
Ro: Radio exterior de la centrífuga (m).
g: aceleración de la gravedad (m/s^2).
t: tiempo de centrifugación (s)

En las tablas 1 y 2 donde se exponen los resultados de la centrifugación se aprecia como la velocidad angular es determinante para lograr alcanzar buenos niveles de eficiencia en la separación, donde se observa que son necesarias velocidades angulares del orden de las 13 000 rpm, nótese que al trabajar con una centrífuga de 10 000 rpm los valores de separación son extremadamente bajos. La dificultad de trabajar con la centrífuga Sharpless radica en que al ser un proceso discontinuo, donde el resultado es una pasta que debe ser redisuelta en parte del sobrenadante para lograr una concentración de 170 g/L.

Tabla 1. Centrifugación en la centrífuga westfalia

Flujo de líquido claro (g/L)	M.S.G. en la alimen. (g)	M.S.G. en la pasta. (g)	M.S.G. en el claro. (g)	% Eficiencia	UFC en la alimem. (UFC/L)	UFC en la pasta. (UFC/L)	UFC en el claro. (UFC/L)
1,9	4580,1	2158,1	2421,9	47,12	$1,12.10^{12}$	$1,84.10^{10}$	$1,73.10^{13}$
0.9	2389,1	870,0	1216,0	36,44	$2,08.10^{12}$	$3.0.10^{10}$	$>10^{10}$
0,6	2070,6	1082,5	1019,9	52,28	$2,81.10^{12}$	$5,6.10^{9}$	$>10^{10}$

Tabla 2. Experiencia en la centrífuga Sharpless.

Experiencia	Flujo (L/min)	C. celular en la alimentación (UFC/L)	% Eficiencia	Viabilidad en el sedimento. (UFC/L)	%Materia seca en la pasta (g/L)
1	5,0	$2,6 \times 10^{9}$	90,3	$5,8 \times 10^{13}$	65,1
2	4,0	$2,6 \times 10^{9}$	93,5	$> 6,0 \times 10^{12}$	60,8
3	5,0	$2,6 \times 10^{9}$	88,1	$> 6,0 \times 10^{12}$	64,9
4	6,0	$2,6 \times 10^{9}$	91,1	$> 6,0 \times 10^{12}$	62,5

En la tabla 3 se reportan los resultados obtenidos en la operación de secado. En cuanto al mismo, se partió como condiciones iniciales de trabajo de la experiencia que se posee en el secado de bacterias utilizadas como preservante de bagazo, observándose que en todas las condiciones de trabajo se alcanzaron niveles altos de viabilidad celular, excepto en la condición 1, donde posiblemente el flujo de alimentación provoca un tiempo de residencia demasiado breve en el secador originando una humedad final resultante elevada, lo cual va en prejuicio del objetivo propuesto en el trabajo.

Tabla 3. Resulatados obtenidos durante la operación de secado secado.

Condición	% Humedad	Viabilidad (UFC/g de producto)
1	35,09	$2{,}2.10^{8}$
2	11,37	$2{,}6.10^{9}$
3	10,15	$4{,}8.10^{9}$
4	12,39	$4{,}5.10^{10}$
4'*	15,67	$1.64.10^{10}$

La condición 4* fue la réplica que se efectúo a las condiciones de operación.

Es necesario aclarar que este proceso de recobrado no está optimizado, estas son condiciones que se tomaron inicialmente como punto de partida o referencia para su posterior optimización.

CONCLUSIONES

En este trabajo se demostró la posibilidad de realizar un proceso de recobrado, utilizando técnicas tradicionales de la industria química, para alcanzar altos niveles de viabilidad. La centrifugación como operación de separación, debe de ser trabajada a velocidades angulares alrededor de las 13 000 rpm. El secado del producto puede llevarse a cabo a temperaturas altas (no sabemos si es la temperatura límite de supervivencia), donde no se observan afectaciones en la viabilidad del microorganismo.

REFERENCIAS

Ouwehand, Arthur C..; Pirkka V. Kirjavainen.; Colette Shortt.; and Seppo Salminen (1999). *International Dairy Journal* Vol. 9, pp. 43-52.

Mattila-Sandholm, Tiina; Jaana Mätö and María Saarela (1999). *International Dairy Journal* Vol. 9, pp. 25-35.

Reid, Gregor (1999). *Appied and Enviromental Microbiology* pp. *3763-3766*

Moo-Young, M. (1985). *Comprehensive Biotechnology*, Vol. 2,

Schweitzer, Ph. A. (1997). *Hanbook of separations techniques for chemical engineers*, Ed. McGrawhill, 3rd Edition. NY.

Humphrey, J. L. and Keller II, G. E. (1997). *Separations Process Technology*. Ed. McGrawhill, 3rd Edition. NY.

ESTRATEGIAS PARA ENFRENTAR LA INHIBICIÓN DE LA FERMENTACIÓN EN HIDROLIZADOS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR

Martín , Carlos [1]
Jönsson, Leif J.[2]
Marcet, Marcelo [1]
Almazán , Oscar [3]

[1]Departamento de Química e Ingeniería Química, Universidad de Matanzas, Matanzas 44 740, Cuba;
[2]Division for Chemistry, Karlstad University, Sweden;
[3]Departamento de Bioingeniería, ICIDCA, Cuba
E-mail: carlos.martin@umcc.cu

ABSTRACT

A drawback of lignocellulose-to-ethanol processes is the low fermentability of the hydrolysates caused by fermentation-inhibiting compounds generated during hydrolysis. In this work, three strategies for overcoming the inhibition with *Saccharomyces cerevisiae* were investigated: (i) decreasing inhibitor formation during hydrolysate preparation, (ii) removal of inhibitors from hydrolysates, and (iii) selection of inhibitor-tolerant yeast strains. The hydrolysates were prepared by steam pretreatment of bagasse followed by enzymatic hydrolysis. The hydrolysates produced by pretreatment at 205°C contained lower levels of fermentation inhibitors than the hydrolysates produced at 215°C. Ethanol yield in fermentation increased from 0.04 g/g of bagasse in hydrolysates obtained by pretreatment at 215°C to 0.08 g/g in hydrolysates obtained at 205°C. The effect of detoxification with $Ca(OH)_2$, so-called overliming, and with the enzyme laccase on inhibitor removal and on the fermentability of the hydrolysates was evaluated. Approximately 75 % of the phenolic compounds were removed by laccase treatment, whereas overliming removed 17-25% of different inhibitors, such as furfural, 5-hydroximethylfurfural, acetic acid and phenols. The fermentability of the hydrolysates was improved by both detoxification treatments and the ethanol yield increased to 0.16-0.18 g/g. A yeast strain, selected by inhibitor tolerance, was adapted to bagasse hydrolysates. The adapted strain gave an ethanol yield similar to the yield achieved in detoxified hydrolysates and gave a productivity more than twice as high as the productivity of the non-adapted strain. The increase in the ethanol productivity implies a decrease in the length of the fermentation and that expensive detoxification step can be avoided.

INTRODUCCIÓN

Durante los últimos ha aumentado el interés en el etanol carburante debido a razones ecológicas. El bagazo es un material lignocelulósico que por su alto contenido de carbohidratos, su bajo costo y su disponibilidad podría ser una opción para la producción de etanol, lo que contribuiría a la diversificación de la industria azucarera, una necesidad

urgente para los países, cuyas economías dependen de la caña de azúcar. Una etapa importante del proceso de producción de etanol a partir de materiales lignocelulósicos es la hidrólisis, la cual permite convertir los polisacáridos de la materia prima en azúcares fermentables. La hidrólisis puede ser catalizada por ácidos o por enzimas. La hidrólisis ácida es rápida, pero requiere la recuperación del ácido y el uso de materiales anticorrosivos costosos. La sacarificación enzimática presenta una serie de ventajas sobre la hidrólisis ácida, pero requiere de un pretratamiento previo para que la celulosa resulte accesible por las enzimas. La explosión con vapor es reconocida como el método más eficiente entre las diferentes técnicas de pretratamiento estudiadas (Saddler *y otros*, 1993). No obstante, con este método ocurre la formación de sustancias que inhiben la fermentación alcohólica (Palmqvist, 1998). Entre los inhibidores formadas en el pretratamiento se encuentran los ácidos acético y fórmico, los furaldehidos furfural y 5-hidroximetilfurfural (HMF) y un amplio espectro de compuestos fenólicos (Larsson, 2000). El presente trabajo está dirigido a evaluar algunos de los procedimientos que se pueden seguir para atenuar el efecto de los inhibidores de la fermentación de hidrolizados de bagazo.

MATERIALES Y MÉTODOS

El bagazo fue pretratado por explosión con vapor a 205 y 215 ^{o}C durante 5 y 10 min en un reactor presurizado de 2.4 l, al cual se le suministró vapor saturado desde una caldera. Posteriormente, el material pretratado se diluyó con agua y se sometió a hidrólisis con una mezcla de celulasas durante 96 h a 40ºC, pH 4.8 y con agitación (Martín *y otros*, 2001a; Martín *y otros*, 2001b; Martín *y otros*, 2002). La composición química de los hidrolizados obtenidos se analizó por HPLC. Finalmente, se estudió la fermentabilidad de los hidrolizados con *Saccharomyces cerevisiae*.

La metodología seguida para la investigación de la segunda estrategia consistió en la detoxificación de los hidrolizados por vía enzimática y química, seguida del análisis de la remoción de inhibidores y de la evaluación de la fermentabilidad de los hidrolizados detoxificados. Para la detoxificación enzimática, el hidrolizado fue mezclado con una preparación de lacasa obtenida del hongo *Coriolus versicolor*. La mezcla del hidrolizado con la preparación enzimática, a un pH de 5.3, fue incubada a 30°C durante 12 horas con agitación. La detoxificación química se realizó ajustando el pH del hidrolizado a 10 con una solución de $Ca(OH)_2$, seguido de filtración al vacío y neutralización con H_2SO_4 (Martín *y otros*, 2001b).

Para la investigación de la tercera estrategia, se examinó la resistencia de 13 cepas de levadura a una mezcla de inhibidores encontrados en hidrolizados lignocelulósicos, luego la cepa más resistente fue adaptada por cultivo continuo en hidrolizados de bagazo con concentración creciente de inhibidores. Finalmente, el comportamiento fermentativo de la cepa adaptada fue evaluado en hidrolizados.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El contenido de los azúcares glucosa, xilosa, arabinosa y manosa fue mayor en los hidrolizados obtenidos en condiciones menos severas de pretratamiento (tabla 1). Esos

hidrolizados contienen cantidades bajas de todos los inhibidores de la fermentación. El aumento de la temperatura y del tiempo de pretratamiento provoca una disminución del contenido de azúcares y aumenta el contenido de inhibidores.

Tabla 1 Composición química de los hidrolizados, g l^{-1}

Temp., ^oC	Tiempo, min	Glucosa	Xilosa	Arabinosa /Manosa	Ácido acético	Ácido fórmico	HMF	Furfural	Fenoles
205	5	21.8	9.0	2.3	3.6	0.3	0.18	0.6	3.7
205	10	24.1	8.1	2.1	4.0	0.9	0.25	1.2	4.2
215	5	21.8	7.1	1.5	4.3	1.1	0.35	1.5	4.5
215	10	22.3	5.4	1.4	4.4	1.4	0.60	1.9	4.5

Tabla 2. Fermentabilidad de los hidrolizados obtenidos por pretratamiento a diferentes temperatura y tiempo de residencia. $Y_{E/G}$, rendimiento de etanol por g de glucosa; $Y_{E/B}$, rendimiento de etanol por g de bagazo; Q_{max}, productividad volumétrica máxima de etanol.

Hidrolizado	Consumo de glucosa, g $l^{-1}h^{-1}$	Etanol final, g l^{-1}	$Y_{E/G}$, g g^{-1}	$Y_{E/B}$, g g^{-1}	Q_{max}, g $l^{-1}h^{-1}$
205-5	0.96	8.5	0.26	0.07	0.40
205-10	0.88	9.1	0.24	0.08	0.38
215-5	0.83	8.2	0.19	0.06	0.28
215-10	0.79	8.1	0.13	0.04	0.23
Referencia	1.55	8.7	0.42	-	1.05

La fermentación de los hidrolizados con levadura panadera comercial estuvo inhibida en comparación con la fermentación de referencia. La inhibición más fuerte se observó en los hidrolizados obtenidos del bagazo pretratado a 215^oC durante 10 min (tabla 2), lo que se debió a las altas concentraciones de compuestos inhibidores de la fermentación. En los hidrolizados obtenidos por pretratamiento a 205^oC la glucosa fue consumida más rápidamente y el rendimiento y la productividad de etanol fueron mayores que en los hidrolizados obtenidos bajo condiciones más severas. Aunque la velocidad de formación de etanol fue afectada proporcionalmente a la severidad del pretratamiento, la concentración a las 24 h no fue apreciablemente afectada.

Tabla 3. Resultados de la fermentación de hidrolizados detoxificados y sin detoxificar. $Y_{E/AT}$, rendimiento de etanol por g de azúcares totales; $Y_{E/B}$, rendimiento de etanol por g de bagazo seco; q, productividad específica máxima de etanol.

Método	$Y_{E/AT}$, g g^{-1}	$Y_{E/B}$, g g^{-1}	q, g $g^{-1}h^{-1}$
$Ca(OH)_2$	0.35	0.18	0.26

Lacasa	0.32	0.16	0.25
Ninguno	0.22	0.10	0.13
Referencia	0.38	-	0.30

La detoxificación de los hidrolizados con la enzima lacasa eliminó más del 75% de los inhibidores fenólicos, mientras que la detoxificación con $Ca(OH)_2$ disminuyó en un 17-25% el contenido de furfural, HMF, ácido acético y compuestos fenólicos. La fermentabilidad de los hidrolizados fue mejorada con ambos métodos de detoxificación, especialmente por el tratamiento con $Ca(OH)_2$, el cual incrementó el rendimiento de etanol en 39-60% en comparación con los hidrolizados sin detoxificar (tabla 3).

Luego de un monitoreo de la resistencia a inhibidores de 13 cepas de levadura, la más resistente fue seleccionada y posteriormente adaptada a hidrolizados de bagazo con concentraciones altas de inhibidores.

Tabla 4. Fermentabilidad de los hidrolizados con las cepas adaptada y sin adaptar. $Y_{E/B,}$ rendimiento de etanol por g de bagazo seco a las 24 h; $Y^{max}_{E/B}$, rendimiento máximo de etanol por g de bagazo seco; Q_{max}, productividad volumétrica máxima de etanol; q_{max}, productividad específica máxima de etanol.

Cepa	$Y^{24}_{E/B,}$ g g^{-1}	$Y^{max}_{E/B,}$ g g^{-1}	Q_{max}, g $l^{-1}h^{-}_{1}$	q_{max}, g $g^{-1}h^{-1}$
Adaptada	0.18	0.18	0.51	2.55
No adaptada	0.08	0.18	0.23	1.15

La productividad de etanol en la fermentación de los hidrolizados sin detoxificar con la cepa adaptada fue más de dos veces superior a la alcanzada con la cepa sin adaptar y se disminuyó de 36 a 24 h el tiempo requerido para alcanzar el rendimiento máximo de etanol, lo que permite reducir el volumen de los fermentadores y el costo de producción (tabla 4). La fermentación con la cepa adaptada condujo a un rendimiento de etanol similar al obtenido en la fermentación de hidrolizados detoxificados con $Ca(OH)_2$, por lo que con el uso de esa cepa se puede prescindir de la etapa de detoxificación, la cual es muy costosa.

CONCLUSIONES

Se demostró que la correcta selección de las condiciones de pretratamiento permite disminuir la formación de inhibidores de la fermentación y que la detoxificación reduce el contenido de inhibidores en los hidrolizados. Ambas estrategias conducen al mejoramiento de la fermentabilidad de los hidrolizados.

La selección de una cepa de levadura por su tolerancia a compuestos inhibitorios y su posterior adaptación a los inhibidores de los hidrolizados es, entre las estrategias estudiadas, la más eficiente para mejorar la fermentabilidad de los hidrolizados de bagazo.

REFERENCIAS

Saddler, J., Ramos, L., Breul, C. (1993) Steam pretreatment of lignocellulosic residues. Bioconversion of forest and agricultural residues (Saddler, J.N. ed.). CAB International, Wallingford, pp. 73-91

Palmqvist, E. (1998) Fermentation of lignocellulosic hydrolysates: inhibition and detoxification. PhD Thesis. Lund University, Sweden

Larsson, S. (2000) Ethanol from lignocellulose-Fermentation inhibitors, detoxification and genetic engineering of for enhanced resistance. PhD-thesis. Lund University, Sweden

Martín, C., Almazán, O., Marcet, M., Hernández, E. (2001) *Revista ATAC* Vol. 62(2)

Martín, C., Wahlbom, F., Galbe, M., Jönsson, L.J., Hahn-Hägerdal, B. (2001) *Proc Brazilian Symp Chem Lignins Wood Comp* 7, pp. 361-367

Martín, C., Galbe, M., Nilvebrant, N.-O., Jönsson, L.J. (2002) *Appl Biochem Biotechn* 98/100. En prensa

ESTUDIO BIBLIOGRÁFICO DE LA PRODUCCIÓN DE XILOSA Y XILITOL

Coronado, Caridad
Nápoles Solenzal, Ana Irene

Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar, (ICIDCA). Vía Blanca 804 y Carretera Central.
E-mail caridadc@icidca.edu.cu

ABSTRACT.

Xylitol is a five-carbon atom polyol, commercially produced by hydrolysis of xylan hemicellulosic part used to obtain D-xylose. It is converted into Xylitol by catalytic hydrogenation.

The objective of this work is to compile present information about the production of this product, raw materials, etc.

INTRODUCCIÓN

El xilitol es un constituyente natural que se encuentra en muchas frutas y vegetales (Washuttl, J.,1973), se presenta en bajas concentraciones usualmente menores de 1 %, siendo antieconómica su extracción a partir de estas, posee un amplio espectro de aplicación en la industria química, farmacéutica y alimenticia (Emodi, 1978, Mans y col. 1973, Hyvonen, 1982, Pepper,1988).

Los productos farmacéuticos a partir de xilitol disfrutan de una buena venta en más de 20 naciones y distritos de Asia, Europa y América. En la actualidad la fábrica de Yucheeng en la provincia de Shandong esta preparada para realizar un proyecto que procesa 100 000 t. de maíz en la cual se invertirán 240 millones (ROCHEM Internacional, 2001).

El objetivo de este trabajo es actualizar la información sobre las tecnologías de producción de xilosa y xilitol, materias primas utilizadas, etc.

CARACTERÍSTICAS

El xilitol (Xyrofin, 1991), es una sustancia inodora, blanca cristalina con propiedades edulcorantes, de alta pureza por encima del 98.5 % con dulzor similar a la sacarosa, es dos veces más dulce que el sorbitol y tres veces más dulce que el manitol. Estos sustitutos del azúcar, presentan un valor calórico de 4,06 cal/g al igual que la sacarosa y de baja higroscopicidad.

- **Aplicaciones del xilitol**

El xilitol se emplea en una amplia gama de productos:

- **Para la higiene oral** como limpiador y como dentrifico antibacterial y antiplaca (Scheinin 1976), reduce la gingivitis y las caries (Kontio, 1995) , es efectivo en las fisuras (Makinen, 1992) ,en colutorios (enjuagues) y gomas de mascar (Makinen, 1971).

- E**n aplicaciones medicas**: como spray nasal para prevenir las infecciones del oído (Uhari, M. 1998), para los senos frontales, alergias y asma, en pacientes con fibrosis quistica para prevenir infecciones pulmonares, para pacientes con diabetes mellitus (Asanot, 1973; Natahss,1997) y nutriente para diabéticos; tiene efecto curativo en la cirrosis y la hepatitis; se utiliza como terapia de infusión para la nutrición parenteral (Makinen,K.K.,1978), en operaciones quirúrgicas, por ser mas estable que la glucosa; tiene tratamiento suplementario para el control del peso (Lyons D.C. 1972), en personas de la tercera edad (Mans y col 1973) y mal funcionamiento de los riñones.

- **Uso alimenticio:** los alimentos se pueden mantener frescos por mayor tiempo que el normal, prolonga el periodo de almacenamiento de los alimentos(Pepper y col, 1988, Hyvonen,1982, Emodi, A.1978).

MATERIAS PRIMAS

Las materias primas empleadas en la producción de xilitol son (Kuhad, 1993, du Toit,1984):
Bagazo de caña de azúcar, cáscara de arroz, cáscara de semilla de algodón, cáscara de coco, tusa de maíz, pulpa de Abedul, semilla de girasol, los efluentes de la producción de pulpa y papel, industria de la elaboración de la madera, residuos de la producción de etanol.

Trabajos investigativos realizados en el ICIDCA para la obtención de xilosa y xilitol a partir de bagazo de la caña de azúcar

En nuestra institución se han realizado investigaciones de sacarificación de bagazo y de otros residuos de la cosecha cañera a escala de laboratorio y planta piloto con resultados satisfactorios (Nápoles y otros,1986, 1987). En el año 1974 en el combinado de Kirof Bulgaria, se llevó a cabo una prueba industrial con bagazo cubano donde se demostró la factibilidad técnica del proceso de sacarificación; con los hidrolizados ricos en xilosa, glucosa y arabinosa, donde se obtuvo levadura para alimento animal.

Desde 1993 en el ICIDCA se estudia la obtención de xilosa y/o xilosa cristalina a partir de bagazo al nivel de laboratorio y de planta piloto (1993, 1997, 1998, 2000, 2001), lográndose altos rendimientos de xilosa en la etapa de la hidrólisis química. En estos momentos se trabaja en la Tarea Técnica para la proyección de una planta industrial de 9 000 t/a de sirope de xilosa a 43° Bx, para la obtención de 3 000 t/a de xilitol en la planta de sorbitol, ubicada en Florida, Camagüey anexa al CAI Carlos M. Céspedes el cual suministraría el bagazo necesario para su ejecución.

- **Tecnologías para la obtención de siropes de xilosa.**

- Tecnología cubana para la obtención de siropes de xilosa.

Se esta confeccionando la Tarea Técnica para una Planta industrial de 9000 t/a de licores de xilosa.
La planta esta concebida como una empresa industrial independiente, que dispone de los servicios y facilidades necesarias para su operación.

El proceso para la obtención de siropes de xilosa consta de las siguientes etapas:

- Pretratamiento y almacenamiento del bagazo
- Hidrólisis química del bagazo
- Neutralización de hidrolizado
- Concentración del hidrolizado neutralizado
- Purificación del sirope de xilosa

- Proyecto de inversión foránea de producción de xilosa.

Existe un proyecto de inversión para producir xilosa en la planta australiana de la Firma Xyrofin ubicada en Lenzing, que es la materia prima para la producción de xilitol. Las facilidades de producción fueron construidas en conexión con la fábrica de pulpa existente en Lenzing AG S (Proyecto, 2000) .

El proyecto fue administrado y contratado mediante la división Xyrofin.
Nombre: Proyecto de inversión de Cooperación Jianping County para la Producción de Xilosa.
Xilosa = 1000 ton

- **Predicción del mercado de xilosa**

La xilosa es un azúcar nuevamente desarrollada a finales de 1980 en el mercado internacional. Esta clase de azúcar es de buen gusto, bajo valor calórico, no aumenta la corpulencia, no tiene efecto sobre los diabéticos, es bien recibida en el mercado y se utiliza en las industrias alimentarias, química y médica**.**

TECNOLOGÍAS EMPLEADAS PARA PRODUCIR XILITOL

En China.

China oferta la tecnología para producir xilitol disponible a través de Centre for Transfer of Technology the Asian & Pacific (APCTT). (Soumitra y Namaia, 1998). Que emplean como materia prima desechos agrícolas como bagazo o tusa de maíz, el proceso tiene pequeño impacto sobre el medio ambiente y no produce ningún desecho gaseoso. Este es dragado y puede ser usado como combustible o cultivo para hongos comestibles. Después se neutraliza y el deshecho acuoso puede ser eliminado o tratado anaeróbicamente si contienen sustancias orgánicas. Este proceso ha sido comercializado en China.

Otro proceso tecnológico Chino ofertado a través de APCTT para producir xilitol involucra un proceso en línea seguro y flexible de simple operación y baja inversión. Todas las descargas de deshechos de la planta están de acuerdo con las normas internacionales.

El Instituto Shandong es el único que investiga este producto. Esta fábrica posee la más alta automatización. Su avanzada tecnología de producción es avalada por el comité chino. La producción de xilosa es de 2000 t, y su calidad corresponde con la norma británica. La producción anual de xilitol es de 1500 t y toda se comercializa en América.

La firma Rochem International,(ROCHEM International, 2001), es la exclusiva distribuidora de xilitol grados FCC y USP, producido por Tangshon Longxiang Chemical Co Ltd. Esta firma tiene un mercado de xilitol FCC en Norteamérica desde 1994. La misma plantea que realizó recientemente un acuerdo exclusivo con Shandong Yucheng Futian Pharmacy Ltd para xilitol FCC 4/USP - 24. Esta fábrica esta modernizada. Ella produce su propia xilosa grado alimenticio, la cual es la principal materia prima para xilitol y satisface los estándar FCC4/USP - 24 y lo certifica Kosher, siendo el xilitol uno de los productos que más se vende.

En Taiwan

El Instituto de Investigaciones de Taiwan Sugar desarrolló un extensivo trabajo de investigación sobre las posibilidades de explotación comercial de xilitol de bagazo mediante un proceso de producción continuo. Este procedimiento requiere bagazo desmenuzado para incrementar el rendimiento de xilitol con un tamaño de partícula (máximo 1.5 cm de longitud) y remoción de meollo, esto es a través de lavados con agua para eliminar las materias minerales disueltas. El bagazo se seca para reducir su humedad a un contenido de 10 % y las cenizas a un máximo de 1 %.

La mezcla de bagazo con licor ácido se prehidroliza continuamente sobre un tamiz transportador donde la mezcla es rociada con agua caliente a 100 °C y lixiviado el licor. El mismo es colectado en un recipiente de superficie cónica colocado bajo el tamiz transportador y reciclado.

La etapa posthidrólisis extrae completamente toda la xilosa contenida en el bagazo. El hidrolizado, colectado en el recipiente de fondo cónico contiene de 17- 20 % de xilosa, puede ser además fermentada por la producción de alcohol o reducido por la separación de xilosa. El agua se remueve del bagazo agotado en una prensa de tornillo y el residuo se usa para la producción de pulpa.

- **Producción Mundial de xilitol**

A finales de 1980, 28 países emplean xilitol en productos comerciales y a principio de los años 90 se reportó una producción mundial de alrededor de 5000 toneladas. Cerca del 95 % de la producción mundial pertenecen a dos firmas de Finlandia y el mayor número se distribuye entre cuatro firmas en Japón, una en China y dos en Suiza.

Varias compañías de Estados Unidos muestran interés en producir xilitol a gran escala en el futuro, similar interés se persigue en Suiza, Finlandia y Alemania entre otras.

CONCLUSIONES

- El xilitol tiene un amplio espectro de aplicaciones, aunque su mayor uso es en la preparación de gomas de mascar.

- Hay un número de compañías en los Estados Unidos que se encuentran interesadas en la producción de xilitol a gran escala en el futuro, similar interés lo muestra Suiza, Finlandia y Alemania.
- La producción mundial de xilitol a principios de los años 90 estaba aproximadamente en los 5000 t/a
- La fabrica Yuncheng de China produce 1500 ton/año de xilitol y toda la producción se envía a América.
- El Instituto de Investigaciones "Taiwan Sugar" desarrolló un extensivo trabajo de investigación sobre las posibilidades de explotación comercial de xilitol de bagazo mediante un proceso de producción continua.
- Puede considerarse como un ingrediente o alimento funcional porque tiene un efecto beneficioso en el sistema orgánico.

REFERENCIAS

Asano, T., Levitt M. D. (1973). *Diabetes,* april vol. 22 (4),p 279-281

Emodi, A.(1978). Xilitol its Properties and food applications. *Food Technology*, Chicago, Jan.,p28-32

Hyvonen, L., Koivistoinen, P, Voirol, F. (1982). Food Technological Evaluation of Xylitol. *Advances in Food Research*, (New York), Vol. 28, pp. 373-403

Información INTERNET. (2001)

du Toit, P.J., Oliver, S.P. (1984). Sugar Cane Bagasse as a Possible Sourse of Fermentable Carbohydrates I. *Biotechnology and Bioengineering* (New York), Vol.26, pp. 1071-1078

Kontio Kari ,T. Uhari, M.(1995) *Antimicrob Agents Chemother*. Aug. Vol. 39(8), pp. 1820-1823

Kuhad, R.C., Singh, A.(1993). *Critical Reviews in Biotechnology*. Cleveland, Vol.13(2). pp. 151-172

Lyons, D. C. 1972). The dog mouth adverse reaction Syndrome in the geriatric patient. *J. Oral Med*. Vol. 7, pp. 110-111

Manz, U., Vanninen, E.(1973). Xylitol its Properties and Use as a Sugar Substitute in Foods. Food R.A. Symp. Sugar and Sugar Replacements. London, 10 oct.

Makinen, K.K., Scheinin, A. (1971).The effect of the consumption of varius sugars on the activity of plaque and salivary enzymes*. International Dent.* Vol..21, pp. 331-337

Makinen, K.K., (1978). Biochemical Principles of use of Xylitol in Medicine and Nutrition with special considerations of dental aspects. *Experientia*. Suppl.30, pp. 7-160

Nápoles, A.I. y otros. (1987). "Hidrólisis y tratamiento químico a los materiales celulósicos" La Habana,. Editorial Científico técnico

Nápoles, A.I. y otros (1993). Memorias del II Taller Internacional de Escalado de Tecnología Química, Biotecnología y Productos Naturales, p 29. C. Habana

Nápoles, A.I. y otros (1996*). Revista ICIDCA*. N.o. 3, Vol.XXX, pp. 62-67

Nápoles, A.I. y otros (1997a). Second Symposium on Carbohydeates as Vaccines, Diagnostics and Therapeutics. C. Habana

Nápoles, A.I. y otros (1997b) Memorias del I Congreso Iberoamericano de Aprovechamiento de Desechos y Tecnologías Limpias. Costa Rica. pp. 36-37

Nápoles, A.I. y otros (1998). Aplication of ion-exchange resins to Upstream Processing of Sugar cane Bagasse Hydrolisate for its utilization in Bioprocesses. *European Symposium on Biochemical Engineering Science*, II, Portugal

Nápoles, A.I. y otros (2000*). Revista Cañaveral*, vol 6, N.2, abril- junio. pp. 9-11

Nápoles, A.I. y otros (2001). Certificado de autor de invención N. 22698. Proceso para la obtención de xilosa

Nápoles, A.I. y otros (2001). Concepción de planta industrial de licores de xilosa a partir de bagazo de caña para su conversión a xilitol. I Forum Tecnológico Especial de Química del MINAZ

Natahss, Hussien K.R., (1997), Helsinki University Central Hospital, Depatment of Medicine. Finland. *Am.J.Clin.Nutr.Ape*. vol. 65(4) pp. 947-950

Proyecto de inversión foránea de producción de xilosa. (2000)

Pepper, T., Olinger, P. M.(1988) Xylitol in Sugar-free Confections. Food Technology, Chicago, v.42, n.10

ROCHEM Internacional Inc. New York (2001).

Scheinin, A., Makinen, K.K. (1976).*Acta Odontol Scang* Vol. 34(4), pp. 179-216

Soumitra Biswas; Niamaia Vashishtha.(1998) .Xilitol : Technology & Business opptunities. *Chemical Engineering world* Vol. 33 (1) January

Uhari, M., Kosskela M, Niemela M. (1998*). Pediatrics*.Oct.,102 (4), pp. 879-884

Washuttl, J., Riederer, P. (1973). Qualitative and Quantitative Study of Sugar-alcohols in several foods. *Journal of Food Science*, Chicago, vol..38, pp. 1262-1263

XYROFIN. (1991). Xilitol. Technical properties

ESTUDIO COMPARATIVO DE LOS TABLEROS DE PARTÍCULAS Y DE FIBRAS DE DENSIDAD MEDIA (MDF) PARA LA INDUSTRIA DEL MUEBLE

Carvajal Cabo, Ofelia

Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar. (ICIDCA)
Vía Blanca No. 804. Apartado 4026. CP 11000. La Habana. Cuba.
E-mail ofelia@icidca.edu.cu

ABSTRACT

Particleboards (PB) and Medium density fiberboards (MDF) are among products more used at present for the furniture industry. The latter, due to their characteristics, have experimented a fast expansion, because they allow higher quality furniture elaboration regarding variety and complexity in design. In the comparative study carried out, it could be observed, from a technological point of view, that it exists more severity in the preparation of the particles in MDF boards than in PB, it has better properties and have other atributes that make them more competitives for the production of higher quality furnitures.

INTRODUCCIÓN

La industria del mueble fue el primer consumidor de los tableros aglomerados de partículas, en combinación con los tableros de fibras de espesores finos, para ser utilizados en los respaldos, fondos de gavetas, etc. La Serna (1982), Carvajal (2000). No es hasta finales de la década del 60, que surge una nueva tecnología, el tablero de fibras de densidad media, conocido por las siglas MDF, este tipo de tablero tiene la ventaja con respecto a los anteriores que presenta un excelente acabado y la posibilidad de ser maquinado en sus cantos, lo que ha permitido una mayor versatilidad en los diseños. Carvajal (1998).

En el presente trabajo se exponen resumidamente, los resultados del estudio comparativo efectuado entre estos dos tipos de tableros, desde el punto de vista tecnológico, de las propiedades, así como de las capacidades instaladas a nivel mundial. También se hace mención a la producción de estos paneles a partir del bagazo.

Tecnología de producción. Propiedades

Con el desarrollo de la tecnología de producción de los tableros aglomerados en general, se ha ido tratando de ampliar la gama de fuentes de materias primas lignocelulósicas, por esto en la actualidad, además de utilizar residuos, productos de la explotación de los bosques y de la ulterior elaboración de la madera en los aserrios se ha

potenciado el interés por incorporar los residuos agrícolas de las plantas anuales, entre ellos el bagazo de la caña de azúcar.

Para la producción de tableros de partículas (TP) se han desarrollado diferentes procesos y tipos de tableros, pero en cualquier alternativa, se sigue la siguiente secuencia tecnológica:

Preparación del material lignocelulósico, secado y clasificación, a continuación se realizan las operaciones de encolado con resinas aglutinantes, que para la industria del mueble las mas empleadas son las del tipo de urea formaldehído y posteriormente se lleva a cabo la formación de los colchones, el preprensado y el prensado y por último las etapas de acabado que incluye el canteado, la climatización y el recubrimiento.

Para los tableros MDF, el proceso tecnológico es una combinación de los tableros de partículas y de los de fibras, ya que la preparación del material lignocelulósico se realiza mediante el desfibrado con tratamiento térmico y una posterior refinación. Posteriormente antes del secado se aplica la resina y otros aditivos, siendo el resto de las operaciones las que normalmente se emplean para la industria de TP con algunas particularidades de acuerdo al tipo que se vaya a producir.Para el recubrimiento de ambos tipos de tableros, pueden emplearse laminados base papel, chapillas de madera, etc. lo que le aporta a éstos mayor protección y estética.

Los principales índices de consumo para producir 1 m^3 de tableros, pueden observarse en la tabla 1 Sunds Defibrator (1993)

Tabla 1 Insumos fundamentales para la producción de 1 m^3 de tableros TP y MDF

Materias Primas	Índices de consumo	
	TP	MDF
Material fibroso (t)	0.8	0.93
Resina UF líquida (55% sólidos) (kg)	89	93
Cloruro de amonio (sólido) (kg)	0.8	-
Parafina sólida (kg)	4.0	4,2 –12,7
Ácido esteárico (kg)	0.2	-
Electricidad (kw-h)	230	300
Fuel Oil (kg)	43.4	-
Aire comprimido (Nm^3)	72	110
Agua (m^{-3})	0.066	-
Vapor	-	2 600

De acuerdo al valor de la inversión y a los insumos, los costos de los tableros MDF, son superiores a los TP, lo cual se compensa en las empresas productoras del mueble, al comercializarse estos a un precio mayor por tener diseños de mayor variedad y calidad.

Las propiedades físico – mecánicas de los TP y los MDF, Carvajal (1998), se reportan a continuación:

Tabla 2 Propiedades físico mecánicas de tableros TP y MDF.

Propiedad	TP	MDF

Densidad (kg/m^3)	650 ±50	760 – 730
Resistencia a la flexión (MPa)	16 (min.)	28 (min.)
Módulo de elasticidad (MPa)	1600 (min.)	2500 (min.)
Resistencia a la tracción (MPa)	0.35 (min.)	0.60 (min.)
Dilatación del espesor por inmersión en agua 24 h (%)	18 (máx.)	8 (max.)
Humedad (%)	8 ± 3	8 ± 3

Como puede observarse de la tabla II, las propiedades físico – mecánicas de los tableros MDF, son superiores a los de TP, además los tableros MDF poseen la ventaja de que pueden ser torneados, ribeteados, moldeados y tienen una alta resistencia a la abrasión y al desgaste por rozamiento.

Capacidades instaladas

Las capacidades instaladas por regiones para la producción de tableros de partículas, se pueden observar en la tabla 3. Focus (2002)

Tabla 3 Capacidades instaladas por regiones de plantas de TP.

Región	**Capacidad '000 m^3/año Enero 2002**
Norte América	14833
Europa (UE)	35621
Europa (no UE)	11405
América Latina	5791
Asia	15513
Oceanía	1384
Africa	1262
Total	**85909**

El número de plantas y las capacidades instaladas por regiones de los tableros MDF, se reportan en la tabla 4. Focus (2000)

Tabla 4 Número de plantas y capacidades instaladas por regiones de Plantas de tableros MDF.

Regiones	**Número de plantas**	**Cap. Instalada 00m^3/año**
África	3	197
Asia – Pacífico	155	9 077
Europa	48	9 068
América Latina	8	989
Medio Oriente	1	86
Norte América	29	4 714
Ex URSS	11	777

Total	**255**	**24 908**

Las nuevas capacidades que se proyectan para este otro tipo de tableros están en alrededor de 3 404000 m^3, fundamentalmente en las regiones de Europa y América Latina.

En la actualidad, aunque en cantidades mucho más discretas, la industria de TP continua una tendencia ascendente, proyectándose los esfuerzos hacia una mayor calidad de los productos, ampliación de los surtidos, introducción de nuevos usos y mejoras en los procesos productivos mediante la mecanización y la automatización de los procesos y el desarrollo de equipos nuevos y eficientes.

Los tableros MDF, a pesar de haber aparecido en el mercado posteriormente su ritmo de crecimiento es más vertiginoso, existiendo en la actualidad alrededor de 255 plantas de este tipo de aglomerados.

Tableros de partículas y MDF a partir del bagazo de la caña de azúcar

Con relación a la producción de TP con bagazo de la caña de azúcar, existen referencias del establecimiento de cerca de 37 plantas con una capacidad instalada total del orden de las 546 mil m^3/año.

En la tabla 5 se reportan por regiones el número de plantas y las capacidades instaladas de tableros de partículas de bagazo:

Tabla 5 Número de plantas y capacidades instaladas de plantas de TP de bagazo

Región	No. de plantas	Capacidad '000 m^3/año
África	1	27
Asia	26	221
América Latina	10	298
Total	**37**	**546**

Algunas de las fábricas de tableros a partir de bagazo han confrontado dificultades, entre las que se encuentran insuficiente conocimiento sobre el comportamiento del bagazo, utilización de esquemas tecnológicos similares a los empleados con madera, inadecuada selección del equipamiento tecnológico, problemas de mercado por el desconocimiento de las características y usos de este producto entre otras, lo cual ha motivado el bajo aprovechamiento de las capacidades y la paralización de otras.

Los países con mayor capacidad instalada para la producción de TP de bagazo son China y Cuba. En los últimos años Asia ha sido el continente con mayor incremento en la producción de tableros de bagazo, por el número de plantas que han entrado en operación.

Sobre la producción de MDF con bagazo, en 1984 se puso en marcha la primera planta en Tailandia, con una capacidad de 25 000 m^3/año, posteriormente se instalaron plantas con esa materia prima en China, donde se han construido más de 5 plantas con capacidades superiores a los 155 000 m^3/año y también en Pakistán.

Los tableros de partículas y los MDF con bagazo, cumplen con los requerimientos internacionales más exigentes en cuanto a propiedades físico – mecánicas y aspectos externos y comparan perfectamente con los tableros producidos a base de madera.

CONCLUSIONES

- Las características y propiedades de los tableros MDF permiten una mayor calidad y versatilidad en los diseños de los muebles que los que se producen a partir de los TP.
- En la actualidad existe un ritmo de crecimiento mayor de las capacidades instaladas en los MDF con relación a los TP.
- Después de la madera, el bagazo es la materia prima, más utilizada para la producción de estos aglomerados.
- Las propiedades y aspecto externos de los TP y MDF con bagazo cumplen con las exigencias internacionales.

REFERENCIAS

Carvajal, O. (2000) Tecnología de producción de tableros de fibras de densidad media (MDF) de bagazo. VI Congreso Diversificación.

Carvajal , O. (1998) La fibra de bagazo en la producción de tableros y de productos moldeados Congreso de Diversificación, V

Focus on Particleboard. (2002) Wood Based Panels International Vol. 21, pp. 9-18

Focus on MDF (2000). Wood Based Panels International Part I and II pp. 9-12, 7-12

La Serna, N. Y. otros (1982) Monografía sobre Productos Aglomerados a partir del bagazo de la caña de azúcar. Editorial Científico – Técnico , 67 – 71

Sunds Defibrator (1993) Novedades de la Industria del MDF. Directorio Mundial, 1-31

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA PRODUCCIÓN DE NITROFURAZONA

Díaz de Arce Pereira
Calixto, Garay Gutiérrez, Gilberto *
Lamí Izquierdo, Laura
Dorta Rodríguez, Mario
Coro Bermello, Julieta.

ICIDCA, Vía Blanca 804 y Carretera Central, S.M.P., Apartado Postal 4026, La Habana, Cuba. Fax (537) 338236.
E-mail calixto@icidca.edu.cu
*Empresa Productora de Sueros y Hemoderivados Adalberto Pessan. Ave. 51 No. 33235. Km. 19 ½. Arroyo Arenas, La Lisa. La Habana. Cuba. Teléfono 202 0390.
E-mail: tecnico@hemod.sld.cu , Fax 204 0504.

ABSTRACT

Information about Nitrofurazone production technology, their consumption index and the installations to produce it at industrial scale, were located. Share price of the active principle in the last five years, starting materials and intermediates costs were looked. All national market data and another were compiled.

General chips of intermediates and final product costs were actualized; and an analysis of Cuban market was carried out. We induce that ICDCA´s technology of Nitrofurazone production is on a level of Chinese market and European offer.

We recommend restoring Nitrofurazone production technology in concordance with standing pharmacology regulations, in systematic form, and it must culminate with the transfer of the technology to GEQF of MINBAS.

INTRODUCCIÓN

En el primer trimestre del año 2001 el Consejo de Estado y el MINBAS decidieron la producción de productos auxiliares, principios activos y medicamentos mediante un proyecto priorizado, y así eliminar los faltantes de fármacos en la red minorista y hospitales (MediCUBA, a, 2001). En este proyecto se incluye a la nitrofurazona. A finales del segundo trimestre de ese año comenzaron las reuniones de trabajo entre el Grupo Empresarial Químico Farmacéutico (GEQF) y el MINAZ para la posibilidad de satisfacer esa demanda con productos desarrollados por nuestro Ministerio, sus Institutos de Investigación y Empresas Productivas y en la cual participaron especialistas del ICIDCA.

En nuestra Institución se dispone de las tecnologías de producción de Nitrofurazona, y sus intermediarios elaboradas en 1989 por Castro y otros (1992 a, b y c) según la metodología vigente en esos momentos, las que fueron validadas ese año con la producción industrial de lotes experimentales que cumplieron con los requerimientos de pureza

similares a los de sus análogos que se ofertan en el mercado internacional. Con el principio activo se hicieron las formas terminadas pertinentes, las que se sometieron a pruebas farmacológicas con resultados positivos.

En la literatura mundial se reporta que las patentes que amparan las tecnologías de producción de la nitrofurazona ya caducaron (introducido en 1944 por la Norwich Pharmaceutical Co.) y que este fármaco no ha perdido su eficiencia según Grigat y Stein (1996) por lo que está programada su producción en los próximos cinco años, aunque hay que señalar, que ha disminuido su consumo en el país por la introducción en el mercado de la sulfadiazina de plata.

Dada la disposición por parte de la Industria Farmacéutica de introducir la tecnología desarrollada en Cuba y que están identificados los Centros Productivos para ejecutarla, se ha trabajado con el objetivo de solicitar un proyecto al MINAZ para actualizar la documentación existente y preparar la tecnología lista para transferir al GEQF y/o sus Empresas.

MÉTODOS DE TRABAJO

Sobre la base de los datos aportados por la tecnología de producción de Nitrofurazona elaborada en 1989 se actualizaran las fichas de costo de los intemediarios 5-nitrofurfural diacetato y clorhidrato de semicarbazida y con las mismas se elaborará la relativa a la de Nitrofurazona, considerada la producción de los mismos en el Combinado de Fertilizantes Revolución de Octubre en Nuevitas, teniendo como guía la Metodología CFRO-MINBAS y los precios reportados (CMR, 2001)(MINAZ, 2001).

También deberá realizarse un análisis del comportamiento del mercado cubano teniendo en cuenta las condiciones económicas y políticas existentes en ese momento y de los precios de la Nitrofurazona en el mercado mundial

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Actualización de la Ficha de Costo General de la Nitrofurazona

A continuación se relacionan en la tabla I los datos más significativos de las fichas de costo elaboradas:

Tabla I

PRODUCTOS ----> (ENVASADOS EN SACOS DE 50kg)	**CLORHIDRATO DE SEMI-CARBAZIDA Sintetizado en batch de 50 kg.**	**5-NITRO-FURFURAL DIACETATO Sintetizado en batch de 100 kg.**	**NITRO-FURAZONA Sintetizado en batch de 50 kg.**
Partidas del costo	**Importe (USD)**		
Materias primas y materiales	3.7957	2,9167	7,9940
Gastos de elaboración	0,0253	0,0253	0,0253

Otros gatos directos			
Salarios y seguridad social	0,0125	0,0125	0,0125
Otros gastos de salarios	0,0028	0,0028	0,0028
Gastos indirectos de producción	0,0100	0,0100	0,0100
Gastos generales de dirección			
Gastos de distribución y venta			
Costo total por kg	3,82	2,942	8,0193
Tasa de utilidad	0.0051	0.0051	0.0051
Precio Empresa	3,83	2,947	8,0244
VALOR (Costo en divisas + 10%)	**4,21**	**3,27**	**8,916**

Hay que señalar que el mayor componente en el costo es el de las materias primas. En el caso del Clorhidrato de Semicarbazida el 70% corresponde al del Hidrato de Hidrazina y en el 5-Nitro-furfural diacetato el 73% corresponde al Anhídrido Acético. Es importante mencionar que estos valores se arrastran e intervienen de modo principal en el costo del producto final.

Análisis del mercado nacional cubano

El mercado cubano a finales del año 2001 con relación a la Nitrofurazona se puede caracterizar del modo siguiente:

- - valor del producto cubano menor que la oferta del mercado Chino, que es él más bajo en el mundo (8,92 vs. 11,04 USD)
- - valor del producto cubano a la mitad o por debajo de las compras que se realizan en Europa (8,92 vs. 32,90 en Suiza y 22,00 o 23,50 USD en España, ya que por otros criterios de mercado no se compra en China (MEDICUBA a , 2001)
- - Producto establecido en el mercado mundial desde 1944 y que se utiliza en Cuba amparado por el Registro de Medicamentos. No esta superado por la técnica, aunque su consumo y producción mundial se han reducido por el empleo de otros antibióticos más recientes y caros (Sulfadiazina de Plata, 94,56 USD/kg)
- - Calidad del producto en correspondencia con los requerimientos establecidos por la Farmacopea Británica y de Estados Unidos de América, es decir análoga a la de los mejores productos del mercado mundial
- - Posibilidad de oferta de formas terminadas a otros mercados del tercer mundo a precios más competitivos
- - Existe la decisión política de producir antibióticos en el país ante la monopolización de la producción por países desarrollados
- - La Nitrofurazona (8,92 USD) brinda una solución alternativa al empleo de la Sulfadiazina de Plata, minimizando su importación teniendo en cuenta su elevado valor (94,56 USD y consumo de 210 kg/año) (MEDICUBAb, 2001)
- - Por su escala es factible de producir sin contratiempos en las instalaciones cubanas existentes.
- - Puede satisfacerse la demanda potencial de fármacos de uso veterinario y que no está contemplada en la demanda anual sin faltantes del GEQF

- - La demanda anual sin faltantes del GEQF se estableció de forma tentativa debe estar por debajo de la demanda real, ya que por el tiempo que se encuentra el mercado cubano deprimido a causa del Periodo Especial no existe una base de cálculo más exacta
- - -. La tecnología de producción propuesta por el ICIDCA se caracteriza por:
- - empleo de equipamiento convencional no sofisticado
- - no se utilizan temperaturas extremas en el proceso
- - elevado rendimiento
- - obtención de nitrofurazona validable con los estándares comerciales
- - se utilizan materias primas de fácil acceso en el mercado
- - Escala de producción muy baja.
- - Deben importarse algunas materias primas de libre acceso en el mercado mundial.

La transferencia de la tecnología de producción de la Nitrofurazona tiene, entre otras, una importancia estratégica para el país dado que permitiría mayores facilidades y garantías en la disponibilidad de un medicamento que en la actualidad se importa del extranjero revalorizando al mismo tiempo la producción nacional del Furfural, una materia prima derivada de la caña de azúcar. Otro aspecto importante es que no es necesario realizar inversiones previas para producir este fármaco y a sus intermediarios estando identificadas las instalaciones y el equipamiento en el país; las entidades productoras solo erogarían el monto correspondiente al valor de la tecnología según acuerdo entre ambas partes: (ICIDCA-GEQF).

CONCLUSIONES

- El valor de la producción es inferior al precio del Mercado Chino del 2001 (11,04 USD) y muy favorable con relación a los precios del producto técnico que se importa en la actualidad de Europa (32,90 en Suiza y 22,00 o 23,50 USD en España).
- Existe en el valor final de la Nitrofurazona un elevado componente de materias primas.
- Las materias primas que más aportan a ese componente son el Hidrato de Hidrazina y el Anhídrido Acético.
- Sería muy provechoso en el futuro estudiar las condiciones tecnológicas que propicien utilizar menores cantidades de los mismos, buscar ofertas a menor precio y reutilizar y/o recuperar los mismos.
- Son propicias las condiciones del mercado actual cubano para transferir la tecnología de Nitrofurazona, ya que esta identificado el cliente y esta hecha la solicitud de la misma.
- Deben analizarse las condiciones para propiciar el aumento de la producción de este producto para mejorar la economía de escala.

REFERENCIAS

Castro, I. y otros (1989).. Protocolo de Sustancias Activas y Precursores. NITROFURAZONA. *Informe Interno ICIDCA* 20 pp.

Castro, I y otros. (1989Protocolo de Sustancias Activas y Precursores. 5-NITROFURFURALDIACETATO.). *Informe Interno ICIDCA*. 21 pp.

Castro, I. y otros (1989). Protocolo de Sustancias Activas y Precursores. CLORHIDRATO DE EMICARBAZIDA. *Informe Interno ICIDCA* 15 pp.

Chemical Market Reporter, (2001) Vol. 259, No. 14. April 2.

Grigat, H. und Stein,. M. (1996). Therapy and toxicology in human and animal. *Dtsch. Apoth. Ztg.*, Vol. 136(6), pp, 28-30, 33-34, 37.

MEDICUBA, (2001). Comunicación Personal.

MEDICUBA, (2001). Listado de Productos a Comprar en el 2001. MEDICUBA, (2001).

MINAZ, (2001). Ficha de Costo de Furfural.

ESTUDIO DE LA CARGA SUPERFICIAL APARENTE DE CELULOSAS RECICLADAS

Álvarez, Osvaldo
González , Elsa
Abril , Alejandro

Email : investc9@ip.etecsa.cu

ABSTRACT

The use of different kinds of recycled paper has reached great development at present, due to the scarcity of virgin pulps originated by an extensive exploitation of natural forests. In addition to that, the use of recycled fiber matches well with the targets of productive efficiency and environmental protection.

The apparent surface charge of several types of recycled fiber as determined by the results of the present paper serves as basic tool for the efficiency in the use of those fibers in different kinds of paper, which deserves importance for the paper printing industry.

The knowledge of the apparent surface charge of cellulose makes it possible to design accepted strategies for the introduction of chemical additives leading to improved efficiency and enhanced paper properties, thereby satisfying the quality goals as well as confering competitive advantages in the marketing of the paper products.

INTRODUCCIÓN

El empleo de fibras recicladas acomplejan de cierta forma el sistema fibroso coloidal en su tratamiento para la producción de un nuevo tipo de papel, lo que hace necesario un mayor conocimiento de su demanda catiónica y su carga superficial aparente de la celulosa, para realizar definiciones encaminadas a abaratar los costos en la dosificación de aditivos químicos y obtener una eficiente optimización de la química de parte húmeda en el proceso de producción. Carrasco (1992), Other (1981), Pescantin (2000)

El conocimiento de la carga superficial de la celulosa reciclada abre marcos científico-técnicos muy definitorios en la acción de polielectrolitos de alta densidad de carga catiónica en la neutralización de dicha carga. Qin Yong (1996), Stenins (1994), Gratton (1994)

Existen varias vías y métodos que permiten la determinación de la carga superficial aparente de la celulosas vírgenes incluso con elevado grado de automatización en su equipamiento, pero por definición se conoce que el fundamento general está basado en una tradicional valoración potenciométrica ácido-base. Qin Yong (1996)

El trabajo tiene como objetivo la extensión del procedimiento de determinación de a carga superficial aparente de celulosas vírgenes a celulosas recicladas, para enriquecer el conocimiento de las características químico-físicas de estos tipos de sistemas reciclados.

DESARROLLO EXPERIMENTAL

El procedimiento está basado en una valoración potenciométrica ácido-base, presentando una extrapolación de la metodología de determinación de la carga superficial de celulosas vírgenes a la determinación de la carga superficial de celulosas recicladas. Qin Yong (1996)

Para el desarrollo del método se parte de la condición de neutralidad eléctrica durante la valoración de un ácido HA con hidróxido de sodio [H+] + [Na+] = [OH-] + [A-], se tiene en cuenta el coeficiente de actividad del ión hidrógeno a 25ºC en solución (fH), el coeficiente de actividad del ión hidróxido a 25ºC en solución (fOH), así como otros factores como volumen en mililitros de hidróxido de sodio gastados en la valoración sin la pulpa en estudio (V1), concentración del NaOH como valorante (cB), volumen inicial de la solución (Vo), volumen gastado en la valoración de la pulpa (V2), contenido de moles del ácido clorhídrico en solución (ηHCL), producto iónico del agua de la solución de NaCl a 25ºC. Por convenientes y justificadas sustituciones en ecuación 1 se llegó a la expresión matemática que permite el cálculo de la carga superficial aparente (ΓA) por tanto

$\Gamma A = (V2 - V1) \cdot cB \cdot F/W$ donde: W- masa de fibra seca, F=96500 Coulomb/mol (constante de Faraday) Se obtiene ΓA en Coulomb/gramos. Qin Yong (1996), Stenins (1994)

Desarrollo del procedimiento

Se pesan entre 0.5-0.8 gramos base seca de pulpa virgen o reciclada preparando una dispersión a una consistencia en el rango de 0.2-0.4% P/P. Dispersar entre 15-30 minutos (en dispersor de laboratorio) en agua destilada libre de dióxido de carbono. Qin Yong (1996), Blanco (1997)

Todo el instrumental de laboratorio usado antes y posterior a las determinaciones debe ser lavado con etanol al 96% de pureza y secado en estufa a 105 ± 2ºC.

El volumen de dispersión correspondiente a los gramos base seca de pulpa para cada determinación debe ser neutralizado, determinándose el PH inicial de la dispersión, PH de neutralización y registrar la temperatura de trabajo que debe oscilar en los 25 ºC.

La adición de ácido y sal correspondiente debe ejecutarse según se refleja en la tabla 1.

Tabla 1 Adición de ácido clorhídrico HCl y de cloruro de sodio NaCl según el tipo de pulpa a estudiar

Tipo de pulpa	Mililitros de HCl 0.1 N	Mililitros de NaCl 2 N	Mililitros de HCl 0.2 N	Mililitros de NaCl 2 N
Virgen	1	1	-	-
Reciclada	-	-	5	5

Valorar potenciométricamente con electrodo de vidrio-Calomel y Plata/Cloruro de Plata la pulpa virgen con hidróxido de sodio (NaOH 0.02 N) y la pulpa reciclada con (NaOH 0.04 N). Stenins (1994), Gratton (1994)

Las adiciones de NaOH en ambos casos se realizaron cada 2 minutos después de establecer un tiempo de contacto de 5 minutos entre la celulosa-ácido-sal.

Realizar muestras como blanco en ausencia de pulpa para ambos casos.

Una vez establecido el punto de equivalencia filtrar la pulpa al vacío y llevar a peso constante introduciendo la misma en estufa a 105 ± 2ºC. Stenins (1994), Qin Yong (1996), Gratton (1994), Blanco (1999)

RESULTADOS Y DISCUSION

Para el desarrollo del procedimiento se escogieron cuatro tipos de pulpas denominadas P1, P2, P3 y P4. Las pulpas P1 y P2 fueron escogidas por su condición de pulpas vírgenes así como P3 y P4 como pulpas recicladas apareciendo su composición fibrosa y carga superficial determinada en la tabla 2. Bailey (1996)

Tabla 2 Determinación minúscula de la carga superficial aparente de pulpas vírgenes y recicladas

Tipos de Pulpas	**Composición fibrosa**	**$\Gamma \pm \delta\Gamma$ (C/g)**
P1-virgen	- 85% de pulpa química de conífera al sulfito blanqueada. - 15% de pulpa química de madera dura al sulfito blanqueada	-4.31 ± 1.40
P2-virgen	100% de pulpa de algodón	-3.70 ± 1.40
P3- Reciclada de oficina con impresión láser (destintada a nivel de laboratorio por flotación).	- 75% de pulpa química al sulfito blanqueada Eucalipto - 25% pulpa química al sulfito blanqueada de pino.	-93.39 ± 1.40
P4- Reciclado de oficina con impresión ligera. (láser)	- 50% de pulpa química de madera dura al sulfito. - 50% de pulpa química de conífera al sulfito.	-83.40 ± 1.40

En la tabla 2 se puede apreciar la diferencia entre los valores de la carga superficial aparente de las pulpas vírgenes y recicladas al parecer debido a la presencia en esta última de las llamadas trazas aniónicas; estos tipos de impurezas disueltas en la dispersión fibrosa favorecen el proceso de estabilidad de la dispersión motivo a que enriquecen la carga superficial negativa aumentando las posibilidades de interacción por enlace químico de las partículas favoreciéndose las fuerzas de repulsión de las mismas y dificultándose el grado de neutralización de dicha carga, aspecto no conveniente para lograr características adecuadas de la dispersión fibrosa coloidal con fines productivos competitivos. Blanco (1997,1999), Bailey (1996), Canigan (1998), Gibbs (1999), Alice (1999), Lindstrőm (1992), Zhus (1999), Charles (2001), Pescantin (2000)

CONCLUSIONES

Este procedimiento permite cuantificar el desarrollo de la carga superficial aparente de las pulpas vírgenes o recicladas ya que esta carga superficial presenta una elevada

contribución a la denominada carga efectiva o carga promedio electrostática del sistema fibroso coloidal en estudio determinada mediante el Z potencial como parámetro gobernante dentro de todos los fenómenos que se ponen de manifiesto en la dispersión fibrosa.

El conocimiento de la carga superficial aparente contribuye a consolidar el grado de optimización de la química de parte húmeda a través del alcance de la neutralización de la doble capa eléctrica de la dispersión, provocado por electrolitos de alta densidad de carga catiónica que propicia la pérdida de estabilidad y garantiza un rango óptimo de Z Potencial tendiente a cero y donde es posible obtener producciones de papeles con adecuada calidad en sus propiedades físicas, eficiencia y bajos costos productivos.

REFERENCIAS

Carrasco F. Recuperación y reciclado del papel. *Ingeniería Química*. Abril 1992.

Ortner A.E. Recycling of papermaking fibers. Flotation Deinking. Tappi Press 1981.

Qin Yong Z. Studies on the surface charge of eucalipt by potentiometric titration. *Australian Pulp and Paper Institute 1*996.

Stenins P. Laine J. Studies of cellulose surfaces by titration applied surface science 75. 1994.

Gratton R. Cationic Demand. Annual meeting 80th CPPA B 79-89 febrero 3-4 1994.

Blanco A. Modelling drainaje in the wire section of the fourdrinier machine pira international ISB N1 85 802 1997.

BlancoA. Negro C. Floculation and wet end phenomena. Memorias*. Evento papelero*. Suecia julio 1999.

Bailey J. *Pulp and paper. Canadá* Vol. 97 No. 10 1996.

Canignan A. *Pulp and paper Sci* Vol 24 No 3 March 1998.

Gibbs A. *Pulp and paper Sci* Vol 25 No. 7 July 1999.

Kratochvild, Alice B. *Pulp and Paper Sci* Vol. 25 No. 9 sept 1999

Lindstr\mt. Nordic *Pulp and paper research* Vol.7 (4) 1992.

Zhus, S. *Colloids Polymin Sci* Vol 277, 1999.

Charles, E.S; Química del extremo húmedo *Papermakers Mari-Papel* Vol 9 No 3. 2001

Pescantin, M; *Papermakers Mari-Papel* Vol 8 No 5 pp 34-37 octubre 2000.

ESTUDIO DE LA DESTILACIÓN EXTRACTIVA CON PROPILEN GLICOL PARA OBTENER ALCOHOL ANHIDRO

Ramil, Marlen,
Valverde, Jose L *

ICIDCA. Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar.
Vía Blanca y Carretera Central Apdo. 804 San Miguel del Padrón, C. Habana
E-mail : ramil@icidca.edu.cu
*UCLM. Universidad de Castilla La Mancha.
E-mail: jlvalver@inqu-cr.uclm.es . España

ABSTRACT

The traditional way to break the water-ethanol binary azeotrope has been through azeotropic distillation; however, many of the entrainers are either proven or suspected carcinogens. Extractive distillation offers a safer way to break azeotropes to recover low-boiling chemicals.

This article examines the requirements of extractive distillation, using propylene glycol as the extraction agent. This extractive distillation process uses Propylene Glycol to separate a mixture of ethanol and water. The anhydrous ethanol is taken off the overhead of the first column and the bottoms product, mainly Propylene Glycol and Water, is fed to the second column. The second column recycled from the bottoms the solvent to the first column.

A simulation study of extractive distillation using HYSYS software package is reported; the simulation results showed that to reach optimal operations condition the solvent feed must be near to the top and over to the feed.

INTRODUCCION

Las técnicas de destilación convencional para separar componentes con puntos de ebullición cercanos no son prácticas, ni económicas ya que requieren un gran número de platos y alta velocidades de reflujo; por tanto un consumo mayor de energía.

El camino tradicional para romper un azeótropo ha sido durante mucho tiempo la destilación azeotrópica. Debido a que la mayoría de los entrantes a utilizar en esta destilación, son sustancias cancerígenas o clasificadas de contaminantes nocivos, se ha utilizado la destilación extractiva como un camino seguro para romper un azeótropo, datos según Scholowsky (1995).

La destilación extractiva, a diferencia de la destilación azeotrópica, utiliza solventes que no son peligrosos y que no tienden a contaminar el producto final.

El etanol y el agua son completamente miscibles y cuando se destilan forman un azeótropo homogéneo de punto de ebullición mínimo, esto hace que sea necesario separarlos para poder obtener etanol anhidro.

El presente trabajo consiste en simular (utilizando el software Hysys) un proceso de destilación extractiva para obtener etanol anhidro, partiendo de datos existentes a nivel industrial de columna de destilación azeotrópica.

El objetivo es conocer las condiciones a las cuales debe trabajar la columna de destilación extractiva para lograr la separación del etanol así como conocer el comportamiento de diferentes variables a lo largo de la columna.

DESARROLLO

Para la deshidratación de etanol el propylene glycol ha sido un agente ideal para la destilación extractiva ya que es miscible en agua a todas las concentraciones, posee mayor punto de ebullición que el agua, no forma azeótropo con el agua o solventes orgánicos y tiene una afinidad molecular por el agua permitiendo al agua exhibir una desviación negativa para un comportamiento ideal, datos según Scholowsky (2000).

El simulador HYSYS es una potente herramienta que nos permite simular en estado estacionario el proceso de destilación extractiva ; para esto utiliza varios paquetes de propiedades , donde se ha escogido para trabajar el modelo de actividad NRTL, que es una extensión de la ecuación de Wilson, la cual emplea mecanismos estadísticos y la teoría de la celda líquida para representar las estructuras de los líquidos y es capaz de incorporar el comportamiento de las fases en ELV, ELL, ELLV.

Partiendo de que la columna de destilación extractiva puede ser dividida conceptualmente en tres secciones; la sección tope donde es mínima la concentración de propylene glycol y máxima la de etanol , la sección del medio donde rectifica al etanol apartándolo del agua y la sección del fondo que despoja al etanol del agua; se comienza la simulación con datos existentes a nivel industrial de una columna de destilación azeotrópica.

Tabla 1. Datos de entrada para comenzar la simulación

Datos de entrada:	**Alimentación**	**solvente(Propylene Glycol)**
Temperatura (°C)	77	90
Flujo molar (Kg mol/h)	300	500
Composición		
Etanol	0.9	0
Agua	0.1	0
Propylene Glycol(12-C3diol)	0	1

RESULTADOS

En la siguiente figura, se muestra la simulación del proceso de destilación extractiva, con los balances de masa y energía correspondientes a la columna de destilación extractiva y a la recuperación de solvente.

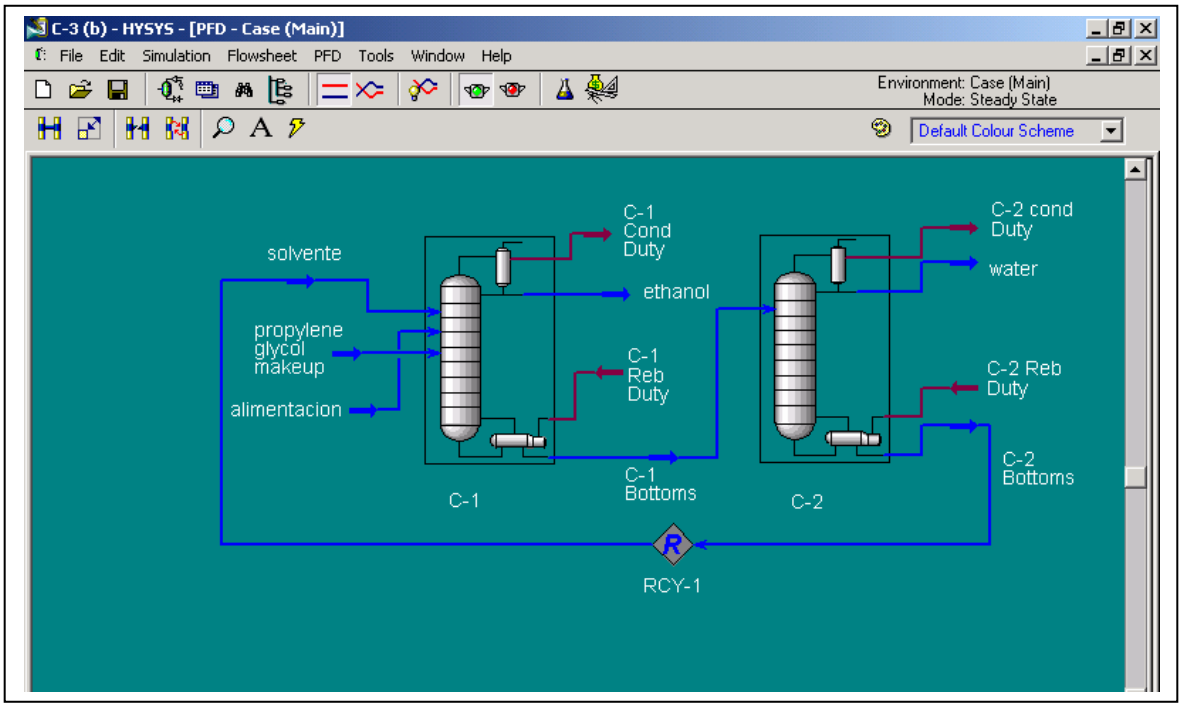


Figura 1. Proceso de obtención de etanol anhidro mediante destilación extrac

En la siguiente tabla se muestra la fracción molar en fase líquida y vapor de cada compuesto a lo largo de la columna de destilación extractiva.

Tabla 2. Perfil de la fracción molar en fase líquida y vapor en cada plato de la columna de destilación extractiva

C-3 (b) - HYSYS - [Profile Table: Composition Profile]

File Edit Simulation Flowsheet Tools Window Help

Environment: Case (Main)
Mode: Steady State

Stages	H2O (Vap)	12-C3diol (Vap)	Ethanol (Vap)	H2O (Light)	12-C3diol (Light)	Ethanol (Light)
Condenser	0.00063281	0.00014164	0.99922555	0.00061430	0.00937771	0.99000799
1_Main TS	0.00061430	0.00937771	0.99000799	0.00133032	0.45872388	0.53994579
2_Main TS	0.00129416	0.43603249	0.56267335	0.00022313	0.96740492	0.03237196
3_Main TS	0.00024342	0.91770418	0.08205240	0.00002390	0.99704528	0.00293081
4_Main TS	0.00022508	0.88916757	0.11060736	0.00002266	0.99593842	0.00403892
5_Main TS	0.00021506	0.86625292	0.13353202	0.00002211	0.99501065	0.00496724
6_Main TS	0.00021347	0.84584221	0.15394432	0.00002238	0.99415252	0.00582510
7_Main TS	0.00021711	0.83390424	0.16587865	0.00002303	0.99363175	0.00634522
8_Main TS	0.00023110	0.82272628	0.17704262	0.00002480	0.99313221	0.00684299
9_Main TS	0.00026389	0.81183327	0.18790284	0.00002864	0.99263360	0.00733776
10_Main TS	0.00033291	0.80072814	0.19893896	0.00003656	0.99211229	0.00785115
11_Main TS	0.00047471	0.78875860	0.21076669	0.00005279	0.99153412	0.00841309
12_Main TS	0.00076868	0.77490288	0.22432844	0.00008673	0.99084091	0.00907236
13_Main TS	0.00139720	0.75728591	0.24131689	0.00016060	0.98991780	0.00992159
14_Main TS	0.00281810	0.73191396	0.26526794	0.00033274	0.98850008	0.01116719
15_Main TS	0.00636495	0.68846898	0.30516607	0.00078774	0.98582546	0.01338680
16_Main TS	0.00660603	0.68941324	0.30398073	0.00081772	0.98583724	0.01334505
17_Main TS	0.00717146	0.69505961	0.29776894	0.00088329	0.98609110	0.01302561
18_Main TS	0.00837874	0.71033249	0.28128877	0.00101632	0.98682911	0.01215457
19_Main TS	0.01062503	0.74249926	0.24687572	0.00124772	0.98836592	0.01038636
20_Main TS	0.01389258	0.79589111	0.19021630	0.00154983	0.99078305	0.00766712
21_Main TS	0.01699410	0.86097535	0.12203055	0.00178894	0.99352632	0.00468473
22_Main TS	0.01820089	0.91708883	0.06471028	0.00182954	0.99578104	0.00238942
23_Main TS	0.01700438	0.95343740	0.02955822	0.00166245	0.99727139	0.00106616
24_Main TS	0.01405166	0.97381270	0.01213565	0.00135415	0.99821339	0.00043246

Properties...

En la tabla anterior se puede analizar que es conveniente trabajar con altas concentraciones del disolvente en cada plato para maximizar la diferencia de volatilidades entre los componentes a ser separados. Además el comportamiento de la razón de equilibrio a lo largo de la columna refleja que el Propylene Glycol hace que la volatilidad relativa del etanol se incremente mas que la del agua, logrando así la separación. Además por encima de la alimentación del solvente la concentración del 12-C3diol, cambia con rapidez de forma tal que disminuye la concentración del solvente en los vapores que ascienden hasta convertirse en una cantidad despreciable antes de retirar el etanol del tope de la columna.

Tabla 3 Tabla resumen del proceso de simulación

C-3 (b) - HYSYS - [Workbook - Case (Main)]

File Edit Simulation Flowsheet Workbook Tools Window Help

Environment: Case (Main)
Mode: Steady State

solvente

Name	solvente	alimentacion	ethanol	C-1 Bottoms	water	C-2 Bottoms	propylene glyco
Vapour Fraction	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Temperature [C]	187.6	77.00	75.43	187.4	85.32	187.6	90.00

En la tabla anterior se puede ver los flujos molares y masicos a los que debe trabajar la columna, así como el flujo volumétrico de solvente que hay que mantener, para lograr una concentración de Propylene Glycol elevada en todos los platos de la columna de destilación extractiva y poder lograr la separación.

En la siguiente figura se presenta el perfil de temperatura a lo largo de la columna de destilación extractiva.

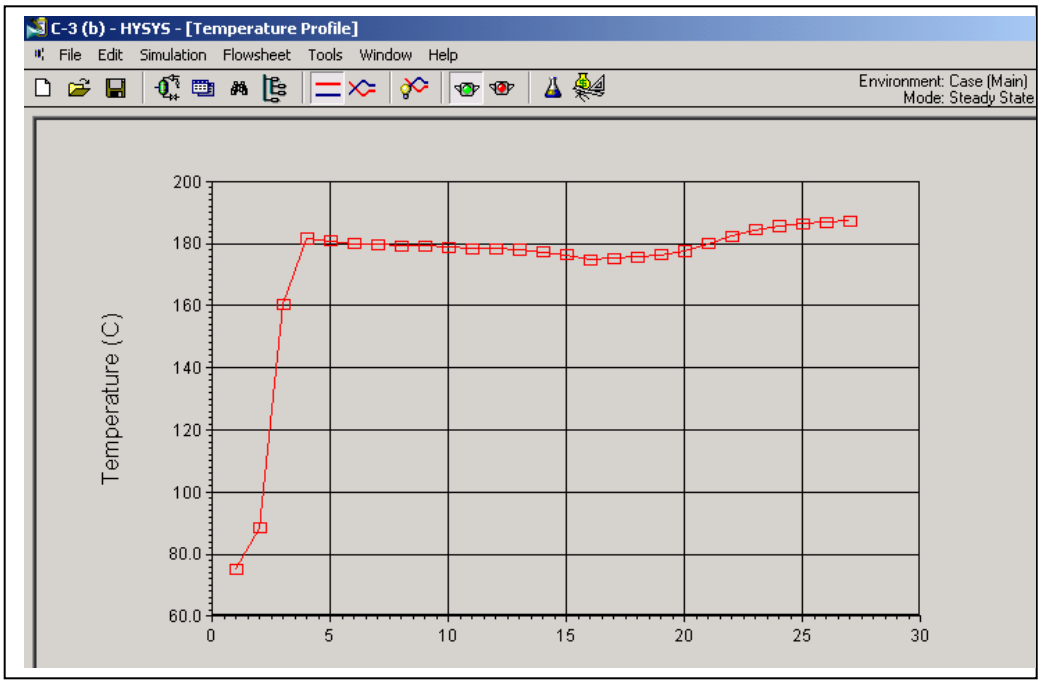


Figura 2. Perfil de temperatura por etapa en la columna de destilación extractiva

En el grafico anterior se muestra el comportamiento de la temperatura en los platos de la columna de destilación extractiva, pudiendo apreciar que a partir del quinto plato la temperatura oscila alrededor del punto de ebullición del Propylene Glycol, demostrando la presencia de altas concentraciones de este a lo largo de la columna.

CONCLUSIONES

- Con el solvente Propylene Glycol, se logra que la volatilidad relativa del etanol se incremente mas que la del agua, lográndose así la separación.
- Se debe alimentar el solvente por encima de la alimentación y cerca del tope de la columna de destilación extractiva para reducir la concentración del solvente en los vapores que ascienden y así lograr alcohol anhidro.
- Con la recirculación del Propylene Glycol se ayuda a aumentar la concentración de este a lo largo de la columna de destilación extractiva y por tanto lograr una mejor separación.

REFERENCIAS

Schlowsky, G., Loftuskoch,B. (2000), *Chemical Engineering*, pp.. 96-98.
Schlowsky, G., Erickson, A. (1995*), Chemical Engeering*, (3), pp. 139-142

ESTUDIO DE LA FERMENTACIÓN ALCOHÓLICA A PARTIR DE UN MUTANTE DE *SACCHAROMYCES CEREVISIAE* PARA LA PRODUCCIÓN DE AGUARDIENTE.

Alvarez, X. Valdés
I.García, R.
Hernández, L M.

Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA). Vía Blanca 804. Apdo Postal 4026, C.P. 1100, La Habana, Cuba.
E mail: patri@icidca.edu.cu

ABSTRACT

Starting from *Saccharomyces cerevisiae A3, a* mutant strain *XA3-1* auxotrophic for (leucina/valine/isoleucine) obtained by UV irradiation. was studied. In the comparative study with the parental strain in related with their fermentation behavior in molasses medium this mutant showed a significatively smaller growth and fermentation rates being observed fermentations up to 164 hours . Gas chromatographyc analyses of *XA3-1* must showed a decrease more than 10 and 20 % in isobutyl and isoamyl alcohols concentration respectively. .Negative efects were not appreciated as for ethyl acetate and acetaldehyde level. The alcoholic fermentation of molasses was characterized on the bases of volatiles components other than ethanol, such as higher alcohols, aldehydes, esteres and total acidity.These results confirm that the use of strain with mutation in genes, encoding for specific amino acids synthesis key enzymes could represent an important factor to disminish higher alcohols formation, requirement that give credits the organoleptic quality of aguardiente. It is showed a 25 liters volume, fermentation using molasses medim, with *XA3*-1 strain with determination of congeneres in aguardiente by gas chromatographic.

INTRODUCCIÓN

En la fermentación alcohólica, junto con el etanol muchos componentes minoritarios son producidos, entre ellos se encuentran los alcoholes superiores separados en columnas rectificadoras en forma de aceite de fusel.

En la producción de algunas bebidas destiladas, esos compuestos se consideran impurezas y su concentración puede ser lo suficientemente considerada como para rendir un desagradable sabor y olor penetrante en el producto (Posada, 1968) así como aportar una sensación de aspereza al paladar (Benvenisty Eden, 2000). Algunos autores lo responsabilizan de ser los causantes del dolor de cabeza irritación malestar que aparecen después de ingerir grandes cantidades de bebidas alcohólicas (Sussy et al 1998,).

Los alcoholes superiores son producidos por las levaduras durante la fermentación alcohólica, ya sea catabólicamente (Vía Erlich mediante una conversión de la cadena de los

aminoácidos relacionados estructuralmente presentes en el medio o de *novo* a partir de ceto ácidos en este caso, las levaduras emplean en parte, la misma vía biosintética usada en la formación de los aminoácidos correspondientes (Rous y Snow, 1983; Ingledew, 1995; Alexander 2000)

En este trabajo se caracteriza a nivel de laboratorio y en fermentadores de 25 litros. La fermentación de mieles en función de los componentes volátiles no-etanol, tales como alcoholes superiores, aldehídos, ésteres, y acidez total, para lo cual se empleó una cepa auxotrófica para aminoácidos..

MATERIALES Y MÉTODOS

Cepas. *Saccharomyces cerevisiae A3* , productora eficiente de alcohol y la cepa mutante de *Saccharomyces cerevisiae XA3-1 (leucina/isoleucina/valina)* obtenida por mutagenesis con luz ultravioleta a partir de la cepa *A3*.

Medios de cultivos y soluciones empleadas. Medio YPG (g/L) peptona 20, extracto de levadura 10, glucosa 20, agar 22, (para medio sólido), pH 4,6.

Medio de Producción (g/L) miel diluída 1:1 defangada, Azúcares Reductores Totales (ART) 150 +-1p/v, $(NH_4)_2SO_4$ 1,8, $(NH_4)_2HPO_4$ 0,8, agua corriente c.s, pH ´5.0

Medio Mínimo GO (Galzy y Slonimsky, 1959).

Suero Fisiológico; NaCl 0,9% (P//V).

Fermentación a nivel de laboratorio. A partir de crecimientos de 24 horas en cuñas de YPG, las cepas en estudio fueron inoculadas en matraces de 500 mL conteniendo 100 mL de medio de YPG y se incubaron en zaranda orbital a 30 ^{0}C durante 24 horas con el objetivo de propagar el cultivo. Posteriormente se inocularon frascos conteniendo 200 mL del medio de producción a una concentración inicial de 10^8 cel/mL y se incubaron a 30^{0}C durante 72 horas.

Determinación del curso de la fermentación por pérdida de peso. Siguiendo las condiciones de propagación descritas anteriormente se inocularon las cepas en estudio en 100 mL del medio de producción. Estos matraces fueron incubados a 30^0 C determinándose el curso de la fermentación por pérdida de peso.

Fermentadores de 25 litros. Transcurrida la fermentación durante 120 horas a 30 ^{0}C, se procedió a la inoculación de los fermentadores en la relación de 1:10 y se incubaron durante 120 horas a 30^{0}C.

Análisis químicos y cromatográficos.

Azúcares Reductores Totales (ART): Método de Eynon Lane modificado para mieles oscuras (Biart, 1975).

Alcohol: Por oxidación del dicromato de potasio en presencia de H_2SO_4 (Dietrich 1933).

Determinación de Congéneres. Se cuantificó la presencia de compuestos minoritarios (acetato de etilo, acetaldehido, alcohol propílico, isobutanol y alcohol isoamílico) en la batición mediante cromatografía gaseosa, empleando una columna SP 1000, oomo gas portador argón a un flujo de 30 mL/min, con detector FID siguiendo la técnica desarrollada por González y cols en 1997.

Acidez: Se analizó la acidez como ácido acético en las baticiones, empleando el método potenciométrico (González y cols en 1997).

Procesamiento estadístico. Todas las muestras se evaluaron por triplicado y procesados mediante un ANOVA unifactorial aplicando el estadígrafo t de Student para la

comparación de medias con un criterio de confianza del 95% de probabilidad empleando para ello el paquete de programa STATGRAPHICS .

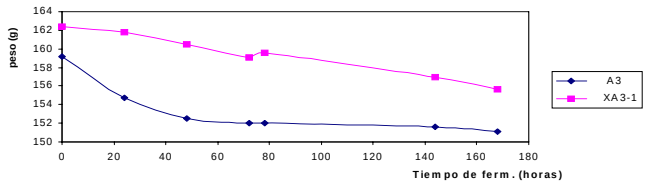


Figura 1 Estudio de pérdida de peso durante la fermentación

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados ponen de manifiesto una marcada diferencia en cuanto a la velocidad de fermentación entre la cepa patrón y la mutante durante 164 horas que duró el ensayo, ya que la cepa mutante en ese tiempo continua fermentando (figura 1).

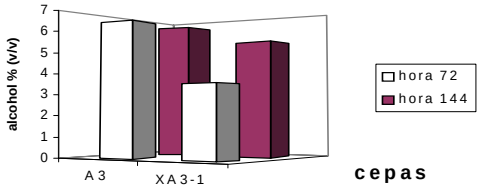


Figura 2 Producción de alcohol

Por otra parte, se observa en la cepa mutante *XA3-1* una afectación en la velocidad de crecimiento, pero no parecen haberse ocasionado lesiones en los genes que codifican para la biosíntesis de enzimas claves relacionadas con la producción de alcohol pues llegan a alcanzar valores de este que no difirieron estadísticamente de los reportados para la cepa patrón a la hora 164 , según se muestra en la figura 2. En esta figura además se demuestra el ciclo fermentativo de la cepa patrón *A3* la cual mantiene una concentración estable en el medio a partir de la hora 72 .

Se ha reportado por numerosos autores la existencia de una estrecha correlación entre la velocidad de crecimiento celular y la producción de alcoholes superiores, observándose niveles elevados de los mismos en fermentaciones que emplean levaduras con altas velocidades de crecimiento (Alexander, 2000b; Meeker, 2000) Al respecto en la figura.3 se muestra el estudio comparativo del perfil aromático a la hora 72 de fermentación entre la cepa patrón *A3* y el mutante *XA3-1* en la batición, donde se evidencia que este mutante, que presentó una baja velocidad de crecimiento mostró una disminución de más del 30% de los alcoholes superiores isobutílico e isoamílico.

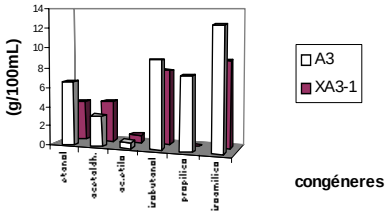


Figura 3 Generación de congéneres (hora 72 de fermentación)

Fermentadores de 25 litros. Los resultados de los congéneres del aguardiente crudo, obtenido con la cepa mutante *XA3-1* se muestra en la tabla 1, los que se pueden comparar con los obtenidos por (Jjover J 1999), tabla 2., aunque los alcoholes superiores en la cepa mutante son inferiores.

Tabla. 1 Resultados de los congéneres en el aguardiente crudo (cepa mutante *XA3-1*) g/100 L AA (74.84^{0}GL)

N acidez Total	20,5
Acetat de etilo	24,42
Acetaldehido	22,11
Isobutanol	58,63
Isoamílico	108,71
Propanol	83,11
Total Alch Iso	167.44
Total Alch. Sup	250,5

Expresado: g/100 **L A.A.**

Tabla 2. Resultados del Aguardiente Crudo en función de los componentes volátiles.

^{0}GL	**Esteres**	**Aldeh**	**Alch Sup**	**Acidez T**
75,5	20,4	1,6	300	22
74,5	26,2	1,0	300	35
75	18,5	1,4	320	25
74,5	17,8	1,1	350	27
75,5	27,5	1,1	290	32
75,1	21,4	1,7	330	28
75	28	1,0	300	30

Expresado: g/100 **L A.A.**

CONCLUSIONES

El perfil aromático de la cepa mutante *XA3-1,* cuando se comparó con la cepa patrón , *A3*,el mutante mostró una disminución de más del 10 y 20% en la concentración de alcoholes isobutílico e isoamílico respectivamente, resultando.

La concentración de alcoholes superiores es menor en la cepa mutante, cuando se compara con los valores reportados para el aguardiente crudo-

REFERENCIAS

Alexander, S. (2000). Postig 6:http://hbd.arg/mbas.

Benvenisty, NL , y Eden, A. (2000). http: ///www. Vissum.co.II

Biart, J. R. (1975). Subdirección de Fermentaciones ICIDCA.

Dietrich, R.R. (1933). *zz Spirriitusindustrtie*: 20-222.

Galzy, P. y Slonimsky, P.P.Compt. Rend. Acadd. Scvi(Paris), 245, 2423.

González, M. D. Y Porto, O. (1997). Manual de Técnicas Analíticas para la ronera. ICIDCA.

Ingledew,W. M. 1955. Edd Textbook Ethanol Production by fermentation and Distillation. Por: Lyons T. P., Kelsalll, D. R. y Murtagh, J. E. Nottingham University Press, Nottingham, 55-79.

Lover de la Prida, JJ., Estévez R.. Martínez LL., Facultad de Química y Farmacia UCLV *Centro Azúcar* 1/1999.

Meker, A. 2000. Posting 1: http//hbd.arg/mbas

Posada, E .D. (1968). *Revista Cuba Azúcar*, marzo/abril

Rous, C. V. y Snow, R. 1983. *J. Inst. Brew*., July-August, 89, 274-278

Sussy, G.: Romano, . y oissinell, M. 1998. *World Journal of Microbiology and Biotechnology* Vol.14, pp. 243-246

ESTUDIO DE LA INFLUENCIA DEL AMILOFAST Y EL CARBONATO DE CALCIO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL PAPEL PARA IMPRENTA Y ESCRIBIR

León, T
Leal, J
González, E.
Álvarez, O.
Ballester, A
Taquechel Y
Agüero C.

UIP de la Celulosa del Bagazo Cuba -9 Central Pablo Noriega Apdo 8 Quivicán
e- mail: Investc9@ip.etecsa.cu

ABSTRACT

Due to the development of the science and the technology, the industry of the paper has experienced progressive changes in the course of its history. The paper demand has also been in constant increase, that which has resulted in difficult moments for the shortage of matters cousins, the saturation of the market, environmental problems, etc.

To solve these difficulties it is been in constant search of variants, to obtain productions at lower cost with high added value. Product of the half environmental situation caused by our papel mills, it has been seen in the recycle of fibers a viable and more economic alternative compared with productions starting from virgin fibers.

In this work we are going to combine the doses of starch anfoteric Amilofast and Carbonate of Calcium together other chemical aditives with the objective to observe the influence of the same envelope the final properties printing and write paper with high content of recycled material.

INTRODUCCIÓN

El uso de fibras secundarias se incrementa cada día pues las mismas ofrecen una gran flexibilidad en término de romper volúmenes de producción, el papelero debe tener mucho cuidadoso con las proporciones entre fibra reciclada y fibra virgen, para que las propiedades del papel permanezcan estables.

El reciclaje trae como consecuencia la reducción de las propiedades de resistencia mecánica de las fibras, lo que afecta la longitud de ruptura, la resistencia al estallido y al rasgado, por lo cual en algunos casos, se requiere refinación, el uso de aditivos de resistencia y otros en la etapa de preparación de pasta, con el objetivo de mejorar estas y otras propiedades. Higgs (1997), Lumiainen (1995)

La química de la parte húmeda en la fabricación del papel es fundamental. Se debe establecer a partir de corridas experimentales un sistema de aditivos para cada tipo de producción, analizando para ello las características de la máquina, el proceso productivo y

las propiedades a obtener, con lo cual se logre un control efectivo del proceso. Abril (1997)

Para la selección de los mismos, se debe tener en cuenta su compatibilidad en interacciones con otros aditivos, disponibilidad de precios e implicaciones medioambientales.

En la actualidad se emplea un considerable número de productos químicos, fundamentalmente en la parte húmeda de la máquina de papel, los cuales se clasifican en **funcionales** cuando modifican alguna propiedad del papel o de **control del proceso** cuando su función principal está dirigida a mejorar el proceso tecnológico. Abril (1990)

El Carbonato de Calcio es aditivo funcional y uno de los rellenos de mayor uso en la industria del papel, ya que este a dado muy buenos resultados a menor costo. Abril (1986)

Durante el proceso de elaboración del papel para mejorar las propiedades ópticas y algunas propiedades físicas del mismo. La cantidad de rellenos que se agrega es limitada, debido a que tienden a disminuir las propiedades de resistencia y encolado del papel, no obstante sustituye el contenido de fibras en el papel.

La mayoría de los aditivos de resistencia en seco, son polímeros solubles e hinchables en agua, generalmente se adicionan antes de la formación de la hoja de papel, los más empleados son los almidones como lo es en este caso el Amilofast. Alvarez (2001)

El objetivo que se pretende en este trabajo es estudiar alternativas con alto porciento de papel reciclado que en su formulación contienen diferentes dosis de aditivos químicos para definir cúal de ellas reproduce las mejores propiedades para una papel de imprenta y escribir.

DESARROLLO EXPERIMENTAL

A partir de resultados obtenidos en bibliografía consultada se recomienda usar formulaciones de 40 % de pulpa de madera y 60 % de fibra reciclada. Por consiguiente las mezclas a estudiar son las siguientes:

Mezcla 1		**Mezcla 2**	
Reciclado	60 %	Reciclado	60 %
Madera	40 %	Madera	40 %
Basoplast 200 DC	1.5 %	Basoplast 200 DC	1.5 %
C_aCO_3	10 %	C_aCO_3	20 %
Amilofast 75	1 %	Amilofast 75	1 %
Polimin Sk	0.3 %	Polimin Sk	0.3 %

Mezcla 3		**Mezcla 4**	
Reciclado	60 %	Reciclado	60 %
Madera	40 %	Madera	40 %
Basoplast 200 DC	1.5 %	Basoplast 200 DC	1.5 %
C_aCO_3	10 %	C_aCO_3	20 %
Amilofast 75	0.5 %	Amilofast 75	0.5%

Polimin Sk 0.3 % Polimin Sk 0.3 %

Una vez establecidos los grados de molida para las mejores propiedades físico-mecánicas de cada una de las pulpas, después de evaluar las mismas, se preparó una mezcla con consistencia entre 0.5 - 0.6 %. Para facilitar el trabajo se regula el pH entre 7.2 y 8.2.

Bajo constante agitación se añaden los químicos comenzando siempre por el relleno, en este caso el $CaCO_3$ con las dosis correspondiente en cada caso, así mismo el Amilofast, almidón anfotérico que funcionará como agente de resistencia en seco. De igual manera para cada una de las mezclas se dosificará paulatinamente 1.5% de Basoplast como encolante y 0.3% de Polimin como auxiliar de retención.

Terminada la adición de los productos químicos se somete la mezcla a una agitación final de 15 minutos para garantizar un mezclado efectivo de todos los componentes. El peso básico de la hoja es de 75 +/- 2 g/m^2. Las hojas formadas en Rapid - Kothen se introducen 5 minutos a 130ºC en la estufa para garantizar el proceso de encolado.

ANALISIS DE LOS RESULTADOS

Los resultados de las propiedades de las mezclas químificadas, aparecen en la tabla que a continuación se muestra. Se trabajo con las propiedades que dependen fundamentalmente de las pulpas, pues las que dependen de la máquina de papel pueden ser mejorados durante el proceso de fabricación, ejemplo de esto es la rugosidad que se puede mejorar con el calandreado.

En la misma se puede observar que la tensión (propiedad de resistencia del papel), disminuyó por la acción del carbonato de calcio, siendo más notable este efecto en las mezclas con mayor contenido del mismo, de igual forma se muestra que el efecto del Amilofast es casi nulo en las mezclas estudiadas. En cuanto a las propiedades ópticas del papel, se ve claramente que el carbonato de calcio tuvo el efecto esperado, que es el de aumentar las mismas, teniendo estas valores bastante adecuados para la elaboración de papel de imprenta y escritura.

Tabla Propiedades obtenidas en cada una de las mezclas estudiadas

PROPIEDADES	BLANCO	M1	M2	M3	M4
Gramaje (g/m^2)	76+/-2	75+/-2	75+/-2	74+/-2	78+/-2
Calibre (mm)	0.136+/-0.06	0.139+/-0.003	0.136+/-0.003	0.135+/-0.003	0.140+/-004
Ind. Esta. C- A	4.8+/-0.3	3.8+/-0.1	3.4+/-0.2	3.5+/-0.3	3.4+/-0.3
Ind. Rasg. C- A	10+/-0.6	10.4+/-0.2	10.1+/-0.6	10.9+/-0.5	10.2+/-0.5
Ind. Tens. C- A	62+/-8	57+/-5	41+/-6	50+/-6	45+/-5
Long. Rup.	6328+/-778	5775+/-472	4145+/-494	5085+/-589	4551+/-521
Brillantez (%) C-A	77.4+/-1.1	77.5+/-1.1	77.4+/-0.5	77.5+/-0.3	78.6+/-0.3
Brillantez (%)	76.4+/-1.1	77.5+/-	78+/-+0.2	76.8++/-	78.1+/-

C-B		0.9		0.4	0.5
Opacidad C-A	83.9+/-.7	86.7+/-0.9	87.3+/-0.9	86.2+/-5	88+/-0.9
Opacidad C-B	83.9+/-0.74	87+/-1	87.5+8/-0.6	862+/-0.9	88+/-0.1
Coef. Disp. Luz	34.18+/-0.01	41.79+/-0.02	42.26+/-0.01	48.8+/-0.01	42.62+/-0.01
Coef. Abs. Luz	0.49+/-0.001	0.65+/-0.01	0.65+/-0.01	0.69+/-0.01	0.65+/-0.01
Cenizas	4.85+/-0.32	8.79+/-1.91	13.04+/-3.56	9.65+/-0.65	13.66+/-9.11
Encolado	**-**	**23+/-10**	**22+/-3**	**23+/-3**	**21+/-1**
Ceras	**12+/-1**	**11+/-1**	**9+/-1**	**8+/-1**	**7+/-1**

CONCLUSIONES

1. 1. Según lo observado de los resultados obtenidos de las propiedades físico-mecánicas, como son la tensión, estallido, y las ceras de Dennison como medida de la resistencia superficial del papel, y las cuales se ven influenciadas por el agente de resistencia en seco, se puede concluir que no es necesario aplicar el Amilofast a una concentración mayor al 0.5%, ya que por encima de este valor los cambios no son notables en las propiedades de las fibras.
2. 2. Las propiedades ópticas obtenidas por las mezclas con mayor contenido de carbonato de calcio son adecuadas para la fabricación de papel de alta calidad, además de que las propiedades de resistencia cumplen con las restricciones para la elaboración de papel de imprenta y escritura, considerando también que los costos de fabricación del papel son menores al usar cargas, ya que estas disminuyen el contenido de fibras del papel.
3. 3. Las propiedades de la hoja tales como porosidad, rugosidad y brillantez pueden mejorarse durante el proceso de fabricación del papel, por lo que no son determinantes para elegir cual sistema es el más adecuado para elaborar papel de escritura e imprenta.

RECOMENDACIONES

- ♦ Para realizar papeles que vayan a ser sometidos a cualquier tipo de impresión se sugiere utilizar la mezcla Nº 2 de este trabajo,
- ♦ Para observar mejor el efecto del Amilofast, se sugiere elaborar el papel en una máquina industrial, ya que es difícil observar con claridad el efecto del mismo en las hojas elaboradas en un formador de laboratorio.
- ♦ El papel elaborado con los sistemas 1 y 2 presentan propiedades muy alentadoras para el uso del papel reciclado bond sin impresión

BIBLIOGRAFIA

Higgs, R. (1997), Recycling goes by the board, *Package week* 12(32), pp. 20 - 2

Lumiainen J. (Mar1995), Refining of secundary fiber, *Refining 95 Third International Refining* Conference, Atlanta, USA pp. 20 - 22.

Abril A. (1997), La era de los aditivos de parte húmeda en el papel. *Congreso Atac*. 47

Abril y otros (1990), *EUCEPA Symp* 22-24 Oct 1990, Spain 191-195.

Abril A, Alvarez O. (1986), Proceso para producir papel de imprenta y escribir mediante encolado en medio neutro y el producto asi obtenido Pat 35960 Cuba.

Alvarez O. y Col. (Dic 2001), Empleo de almidones anfotéricos en sistemas papeleros con alto porciento de fibra reciclada.

ESTUDIO DE LA INFLUENCIA DEL pH EN LA CINÉTICA DE LIBERACIÓN DE UREA SOPORTADA FISICAMENTE EN MEOLLO

Quiroga, M.
Piloto, C.
Sosa, M.
De la Hoz, Y
Rodríguez, E
Guerra, M

ICIDCA, Vía Blanca 804, A.P. 4026 C.P. 11000 Ciudad de La Habana, Cuba, Fax (537) 338236.
E-mail: mailto:maya@icidca.edu.cu

ABSTRACT

There were prepared dextran hydrogels crosslinked by formaldehyde to agglutinate pills of pith with urea supported physically. Hydrogels were blended with the pith that supported physically urea. It was carried out a study of the pH influence in the controlled release of urea in time. The influence of the material treatment was also studied in the time. It was proved that the impregnation in the kernel with agitation has a bigger influence in the urea released. They were not significant differences by the liberation percents obtained to the three pH studied except for the sample M_2. The release was sustained up to 1300 h (50days). This indicates that this system it can be used for agricultural ends.

INTRODUCCIÓN

La fertilización es, junto con el manejo del riego, una de las variables culturales con mayor influencia en la calidad de la planta para repoblación. (Landis, 1989).

Los fertilizantes de liberación controlada lenta se clasifican en función del mecanismo de retardo en la transferencia de los nutrientes al sustrato. De todos ellos, los productos recubiertos con polímeros o resinas termosellantes son los que presentan mayor interés en el mercado. En las últimas décadas los hidrogeles de dextrano entrecruzado con epiclorhidrina y glutaraldehído se han empleado ampliamente como barreras químicas que gobiernan la liberación por difusión de principios activos. (Spychaj ,1996 y Brondsted ,1998).

Con el uso de sistemas de liberación sostenida de N_2 se han disminuido los costos de aplicación de fertilizantes Akelah (1990), Shavit (1997) y Paramasivam (1997), ya que se emplea una cantidad optima del producto y se aplican prácticamente las dosis que la plantación necesita con mayores tiempos de permanencia en el suelo. Además se evitan las sobredosis que contaminan el medio ambiente.

Los polímeros naturales, como celulosa Allan (1993) y lignina Teixeira (1992) y Madruga (1987) se han utilizado como soportes físicos de diversos biocidas, no obstante, no se conocen antecedentes de la aplicación del meollo (material lignocelulósico) para tales fines. Sabatier (1993). El empleo de meollo como soporte físico resulta ventajoso por ser un residuo fibroso de la caña de azúcar Barquinero (1980) que trae afecciones en la industria de tableros por su gran poder absorbente Gutiérrez (1980). Este último factor unido a su biodegradabilidad lo convierte en un soporte ideal para sistemas de liberación controlada.

En el presente trabajo se estudia la utilización del meollo como soporte físico de urea, mezclado con hidrogeles de dextranos entrecruzados. Además se estudió el comportamiento de la liberación de la urea a diferentes pH en el tiempo y a diferentes tiempos de mezclado del meollo con la urea.

MATERIALES Y MÉTODOS

Meollo industrial del CAI Camilo Cienfuegos Santa Cruz del Norte.
Urea técnica.
Balanza analítica Santorius
Espectrofotómetro Ultraspec 2000 Pharmacia Biotech.
Prensa hidráulica Labor DP-36 RDA.
Dextrano técnico de producción nacional.
Pastillas de tampones de pH=4,7, pH =7,4 y pH =9,0.

Obtención de la formulación

Se preparó una solución saturada de urea a la cual se le incorporaron 30 g. de meollo. La solución se dividió en cuatro partes a las que se les dieron diferentes tratamientos para la incorporación de la urea: el primero con agitación manual (M_1) y los restantes con agitación mecánica: 30 minutos (M_2), 4 horas (M_3) y 8 horas (M_4). Las soluciones resultantes se mezclaron homogéneamente con soluciones de dextrana entrecruzada con formaldehído. Piloto 2001 y Quiroga 2001. Al concluir este proceso se determinó el contenido de nitrógeno total por el método micro Kjeldahl.

Preparación de las pastillas

Se confeccionaron pastillas empleando la prensa hidráulica para estudiar la liberación de la urea en el tiempo. Piloto 2001.

Liberación de la urea

Para los estudios cinéticos “in vitro” de la liberación de urea a partir de las pastillas preparadas, se tomaron 25 ml de los buffers estudiados para cada pH en un tubo de ensayo con tapa que se mantuvo herméticamente cerrado durante todo el estudio. Se les introdujeron las pastillas y se colocaron en un baño termostatado a 25 ± 1 °C. Las muestras se tomaron cada 1 hora durante las primeras 7 horas y posteriormente durante 24 horas. Se extrajo 1 ml del líquido y se repuso con el medio de liberación (solución buffer del pH estudiado). El contenido de urea se determinó colorimétricamente Piloto (1992).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Influencia del pH sobre la cinética de liberación del fertilizante

Los fertilizantes de más interés en el mercado son granulados con recubrimientos de polímeros los cuales están programados para liberar de forma controlada lenta los nutrientes según las necesidades de las plantas. El contenido de humedad, el nivel de pH o la actividad bacteriana no afectan significativamente la liberación Kenawy (1998). Por esto se realizó un estudio de la Influencia del pH sobre la cinética de liberación del fertilizante para corroborar esta teoría.

En las figuras 1y 2 se representa la influencia del pH en la velocidad de liberación de urea para las muestras M_3 y M_4. Como se observa, para los tres valores de pH estudiados, al principio hay una alta velocidad de liberación, la que disminuye posteriormente en el tiempo. Lo más relevante en este estudio es que estadísticamente no se observan diferencias significativas en la liberación de urea a los diferentes pH estudiados, exceptuando el caso de la muestra M_2. (Análisis de Varianza con un 95 % de confianza Statgraphics Plus). En los productos recubiertos con polímeros o resinas termosellantes la liberación de fertilizantes no se ve afectada por las características físico-químicas o biológicas del suelo. Sólo la temperatura y el tipo de cubierta influyen en la velocidad de liberación. Cartagena (1992), Hicklenton (1992) y Kenawy (1998).

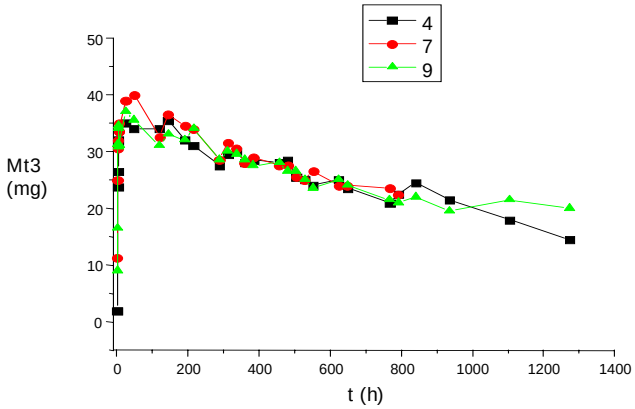


Figura 1. Influencia del pH en la velocidad de liberación de urea para la muestra M_3

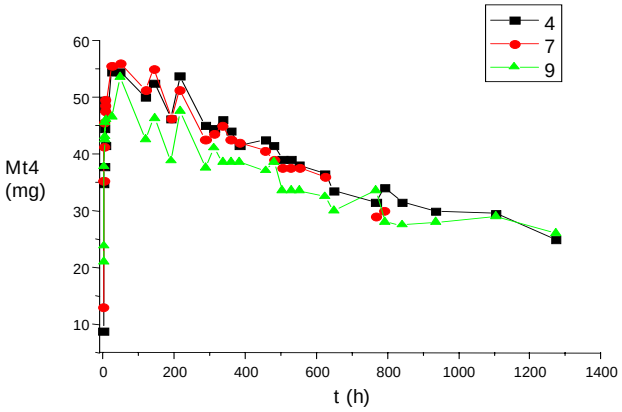


Figura 2. Influencia del pH en la velocidad de liberación de urea para la muestra M_4

Influencia del tratamiento en la velocidad de liberación de urea

Las muestras que presentaron mayores % de liberación fueron las M_2, M_3 y M_4 esto pudiera deberse a una modificación química del meollo al reaccionar ligeramente con la urea por el tiempo prolongado de agitación mecánica. Piloto (2001).

En la tabla 1 se observan los altos porcientos de liberación obtenidos (80-85 %) para las muestras M_3 y M_4. En el caso de las muestras M_1 y M_2 los menores % de liberación pueden deberse a una influencia del tratamiento del material en la liberación del principio activo.

Tabla 1. Resultados de la cinética de liberación de urea en el tiempo

Muestras	**PH=4**	**PH=7**	**PH=9**
M_1			
Mt (mg)	951.5	1041.5	939.25
%Liberación	39.7	44.2	43.1
M_2			
Mt (mg)	1373.75	1552.25	1458.75
%Liberación	71.2	79.7	78.6
M_3			
Mt (mg)	815.75	790.75	837.5
%Liberación	84.2	80.4	84.5
M_4			
Mt (mg)	1248.75	1068.25	1139.0
%Liberación	80.2	74.7	83.5

CONCLUSIONES

- El tratamiento de las muestras influye en la cinética de liberación de urea
- No hay influencia del pH estudiado en el % de liberación excepto para la muestra M_2.
- La solución de dextrano entrecruzado con formaldehído controla la liberación por más de (50 días).
- Los mayores porcientos de liberación se obtuvieron para las muestras M_3 y M_4 (80 y 85 %).

REFERENCIAS

Landis, T. D. (1989). "The container Tree Nursery". Manual, 4.

Spychaj, T. and Bartkowiak, A., (1996), Chromatography of Polymers and Related Substances 1995, pp.191-201

Brondsted, H and Andersen, C., (1998), *Journal of Controlled Release* 53 (1-3), pp. 7-13

Akelah, A. and Moet, A., (1990), Ed. Chapman and Paul. London pp. 218-247

Shavit, U., (1997), *Journal of Controlled Release*,. Vol. 43, pp. 131- 138

Paramasivam, S. and Alva, A. K., (1997), *Soil Science*. Vol. 162, 6.

Allan G.G. (1993) US Patente 5252542.

Texeira, F., Wilkins, R. (1992), "Proceeding of the Second Brazilian Symposium on the Chemistry of Lignins and others wood components, III, p. 165.

Madruga, E. and San Román, J. (1987), *Revista de Plásticos Modernos* No 377.

Sabatier, J., (1993), *Informe Interno*. Cuba 9.

Barquinero, E., (1980). "Los Derivados de la Caña de Azúcar, 11.

Gutiérrez, P., Barquinero, E., (1980). "Los Derivados de la Caña de Azúcar, 24.

Piloto, C., Quiroga, M., (2001), *Revista de Plásticos Modernos* 537, 353.

Quiroga, M. (2001). *Revista ICIDCA*. Vol. 1

Piloto, C., Martínez, R., (1992*), Revista ICIDCA*. Vol.XXVI(3), pp.11 –15

Kenawy E.R. (1998). *J. Macromolecular Sci*. C 38 pp. 365-390

Cartagena MC, (1992), " Fertilizantes de liberación lenta. Tipos, evaluación y aplicaciones", 11.
Hicklenton, P.R., Cairns K.G., (1992), *J. Amer. Soc. Hort. Sci*., Vol.117(4), pp.578-583

ESTUDIO DE LA PRESENCIA Y COMPORTAMIENTO DE LA LACTONA DE ROBLE EN EXTRACTOS DE AGUARDIENTE MEDIANTE LA CROMATOGRAFÍA DE GASES CAPILAR

Martínez Ana Julia
Blanco, Idania
Porto, Olga
Tabío, Marina
Rivas, Mauricio

ICIDCA. Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar. Vía Blanca N° 804 Apartado 4026. CP 11000. La Habana. Cuba.
E-mail : anaj@icidca.edu.cu.

ABSTRACT

Rum, has been manufactured for more than 300 years. The final character and quality of rum is obtained during aging process of the freshly distilled rum in oak casks. In the present work a study to perfect the production of rum is presented. Our efforts were mainly focused on the determination of lactones by capillary gas chromatography. The experimental data was analyzed by an experimental design. By using chromatographic techniques the oak lactone were found in oak extracts. The results of experimental desing concluded that the optimal conditions were 200ºC for toasting temperature, 1 hour for toasting time, 60ºGL for alcoholic degree and 6 hours for reflux temperature.

INTRODUCCIÓN

En el ron como en la mayoría de las bebidas alcohólicas destiladas, el aroma es el resultado de la presencia de un gran número de constituyentes que se encuentran en concentraciones muy variadas y que contribuyen al aroma global en grados muy diversos, no sólo en función de su naturaleza química, sino también de su concentración en una forma muy compleja.

El conocimiento acerca de la naturaleza química del aroma del ron se ha incrementado progresivamente como consecuencia del desarrollo de los métodos modernos de análisis. Hoy en día se hace indispensable recurrir a los componentes responsables del aroma de las bebidas alcohólicas cuando se necesita conocer pequeñas diferencias entre productos de diferentes tecnologías o marcas.

La presencia de la β-metil-γ-octalactona (lactona de roble) en destilados madurados en barriles de roble es atribuida a la extracción de la madera dentro de las bebidas alcohólicas.

En años recientes el estudio de las lactonas de roble, como un factor positivo contribuyente al sabor de varias bebidas alcohólicas, ha tomado un nuevo significado debido al decrecimiento de la disponibilidad de barriles manufacturados de roble. Como

resultado del decrecimiento de esta disponibilidad, el uso de productos tales como virutas de roble y los extractos de roble, se han convertido en más comunes en ciertas áreas de la industria de las bebidas alcohólicas.

El uso de estas técnicas puede propiciar de una alternativa menos costosa que el tradicional envejecimiento en barriles de ciertas bebidas alcohólicas, no solo desde el punto de vista del sabor sino también desde el punto de vista del tiempo. (Maga, 1996).

Como uno de los objetivos de este trabajo, se plantea realizar variaciones del proceso productivo de las bebidas alcohólicas mediante la incorporación de compuestos deseados y en el menor tiempo posible, con el fin de mejorar las cualidades organolépticas de los aguardientes y de las bebidas envejecidas.También se pretende utilizar la cromatografía gaseosa como método de análisis de las lactonas de roble para su cuantificación.

Por último mediante el estudio de la composición de los extractos de roble preparados en el laboratorio comprobar la influencia que el proceso de envejecimiento y sus distintas condicionantes (tratamiento de la madera y sistema de envejecimiento) tienen sobre el contenido de las lactonas de roble

MATERIALES Y MÉTODOS

Preparación de los extractos de roble

Para la preparación de los extractos de roble fue utilizada viruta de roble americano (Quecus alba). La viruta fue tamizada para garantizar regularidad en su tamaño. Fue seleccionada la fracción que tras pasar por un tamiz con orificios de 6,3 mm. quedó retenida en 2 mm.

La viruta seleccionada fue sometida a un proceso de tostado en estufa de aire. Las temperaturas y los tiempos de tostados fueron 100, 150, 200 °C y 1, 1.5 y 2 h respectivamente, según se observa en la tabla 1 del diseño experimental.

El extracto se logró por ebullición con reflujo total y en relación en peso 1:10 viruta:aguardiente de caña. Se utilizaron aguardientes de 60, 55, 57.5°GL para los distintos extractos. Se filtró la muestra final para separar la viruta. Se realizaron 2 réplicas de cada extracto.

Preparación de la Muestra

Para la determinación de lactonas de roble fue necesario realizar una preparación previa de las muestras que consistió en la utilización del método de extracción líquido-líquido que se llevó a cabo como se explica a continuación:

A 50 mL del extracto se le adicionaron 5 gramos de sulfato de amonio y timol como estándar interno. Se agitó en un agitador magnético durante 5 minutos a 100 rpm. Esta solución fue extraída 3 veces con diclorometano (15, 10, 5 mL) en embudo separador y colocada en una nevera durante 10 minutos para favorecer la extracción.

La combinación de los extractos orgánicos fue secada sobre sulfato de sodio anhidro y concentrada por roto evaporación (en un baño de agua a 35 ^{o}C) hasta aproximadamente 2 mL. El contenido fue transferido a un vial, sellado y almacenado en una nevera hasta su análisis por cromatografía de gases.

Análisis Cromatográfico.

Para el análisis de los extractos se utilizó un cromatógrafo de gases PHILIPS modelo 4600, equipado con un detector de ionización de llama y una columna capilar J&W DB-WAX (30 m; 0.25 mm; 0.25 μm) en las siguientes condiciones cromatográficas: temperatura del horno 70 °C 2 min. 5 °C/min. hasta 150 °C 1°C/min. hasta170 °C 10 °C/min. hasta 220 °C mantener 15 min.; temperatura del inyector y detector 250 °C , flujo del gas portador 0.8 ml/min. usando helio como gas portador.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la figura 1. se muestra una sección de un cromatograma típico de un extracto de roble, observándose una buena separación entre los isómeros trans (45,8 min.) y cis (49,70 min.) de la β- metil - γ octalactona.

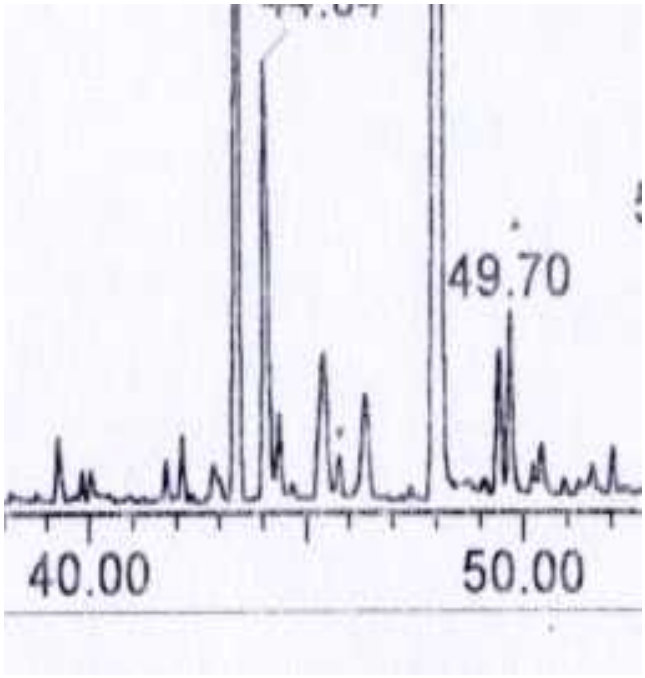


Fig. 1. Sección de un cromatograma típico de un extracto de roble. Determinación de lactonas por cromatografía de gases

.

<u>Diseño de experimento</u>

Para llevar a cabo el perfeccionamiento de la producción de rones se midieron las variables dependientes fundamentales concentración de las lactonas de robles y fenoles. Se

realizó una data experimental a través de un diseño de experimentos 2^4 con 21 corridas experimentales, 5 de ellas fueron los puntos centrales.

Las variables dependientes que se analizaron fueron las concentraciones de las lactonas de robles expresadas en mg/L, y 4 variables independientes (grado alcohólico, tiempo de tostado, temperatura de tostado de la viruta y temperatura de reflujo). Se tomaron dos observaciones para cada muestra.

En la tabla 1. se reportan los resultados experimentales de la concentración de los isómeros de la lactona de roble y el diseño de las variables estudiadas para los diferentes experimentos.

Tabla 1 .Resultados experimentales del diseño para las lactonas de roble

Muestras	GA	T	Temp.	TR	Cis-Lactona	Trans-Lactona	M	Cis-Lactona	Trans-Lactona
1	60.0	2.0	200	6	8.215	0.825	22	8.200	0.830
2	60.0	2.0	200	2	11.340	1.420	23	11.350	1.420
3	60.0	2.0	100	6	12.300	4.450	24	12.400	4.458
4	60.0	2.0	100	2	20.700	1.352	25	20.710	1.350
5	60.0	1.0	200	6	13.740	11.040	26	13.730	11.030
6	60.0	1.0	200	2	9.860	7.200	27	9.860	7.210
7	60.0	1.0	100	6	20.800	1.870	28	20.800	1.870
8	60.0	1.0	100	2	1.400	0.450	29	1.420	0.447
9	55.0	2.0	200	6	13.900	0.660	30	13.800	0.660
10	55.0	2.0	200	2	2.440	0.370	31	2.430	0.370
11	55.0	2.0	100	6	17.100	1.050	32	17.150	1.051
12	55.0	2.0	100	2	7.890	0.740	33	7.860	0.739
13	55.0	1.0	200	6	6.530	0.670	34	6.530	0.670
14	55.0	1.0	200	2	8.000	0.800	35	8.010	0.801
15	55.0	1.0	100	6	4.800	0.370	36	4.820	0.370
16	55.0	1.0	100	2	9.450	0.900	37	9.450	0.910
17	57.5	1.5	150	4	8.160	0.510	38	8.170	0.510
18	57.5	1.5	150	4	11.760	0.570	39	11.700	0.580
19	57.5	1.5	150	4	18.430	0.600	40	18.000	0.615
20	57.5	1.5	150	4	6.200	0.420	41	6.100	0.425
21	57.5	1.5	150	4	5.850	0.405	42	6.000	0.418

Leyenda:

GA. Grado Alcohólico Inicial (ºGL), T. Tiempo de Tostado de la viruta (Horas)

Temp. Temperatura de Tostado de la viruta (ºC) TR. Tiempo de Reflujo (Horas)

Cis-Trans Lactonas. (mg/L)

El estudio del comportamiento de las variables dependientes se realizó mediante un análisis de regresión múltiple por el sistema computacional *Statgraphics Plus* versión 2.1. Se utilizó el método de selección paso a paso para elegir los términos que entran en el

modelo, cada término que se incorpora al mismo tiene un efecto importante sobre el aumento del coeficiente de determinación R^2.

Tabla 2 Análisis de regresión múltiple de la Cis-Lactona.

Variable Dependiente: Cis-Lactona				
Parámetros	Estimado	Error Estándar	T Estadístico	Valor de p
Constante	456.4	72.3007	6.31253	0.0000
Tiempo	-332.13	45.7271	-7.2633	0.0000
TReflujo	-122.617	16.3027	-7.52129	0.0000
GAinic	-8.52473	1.26676	-6.72954	0.0000
Tiempo*TReflujo	83.8504	10.3107	8.13236	0.0000

Análisis de Varianza (ANOVA)					
Fuente	Suma de Cuadrados	Df	Cuadrado de la media	Relación-F	Valor de p
Modelo	895.362	11	81.3966	12.89	0.0000
Residual	176.746	28	6.31237		
Total (Corr.)	1072.11	39			

R-cuadrado= 83.5141 % R-cuadrado (ajustado por d.f.)= 77.0376 %
La ecuación del modelo ajustado es:
Cis-Lactona= 456.4 - 332.13*Tiempo - 122.617*Treflujo - 8.52473*Gainic.
+ 83.8504*Tiempo*Treflujo

Se observa que para todos los casos el valor p en la tabla del ANOVA es menor que 0.01 y existe una relación estadísticamente significativa entre las variables a un nivel de confianza del 99 %.

Como se puede observar de la tabla 1 , el isómero cis de la lactona de roble presenta una mayor concentración que el isómero trans, lo cual tiene gran importancia ya que es el compuesto base de la madera que más aporta al aroma de las bebidas alcohólicas secundado muy de cerca por la vainillina, ambas poseen propiedades organolépticas importantes que definen la calidad de las bebidas; por lo que de este estudio se demuestra que para el perfeccionamiento de la producción debemos trabajar en función de obtener la mayor concentración de estos compuestos.

En ensayos anteriores, (Otsuka et al 1974, Abbot et al 1995) con un panel de degustación se detectó las diferencias entre los isómeros cis y trans, donde se encontró que la forma cis proveía a las bebidas alcohólicas de una mayor fragancia que la trans, por lo que no es de interés de este trabajo analizar el comportamiento del isómero trans.

En el diseño experimental se observó que la mayor concentración del isómero cis se obtiene al mayor valor del tiempo de reflujo de la viruta de roble con el aguardiente estudiado (6 h), al menor tiempo de tostado de la viruta (1h) y a una temperatura de 200ºC.

CONCLUSIONES

- Se utilizó una técnica cromatográfica que permitió la identificación y cuantificación de los isómeros cis y trans de la lactona de roble.
- Del diseño estudiado se concluye que los parámetros óptimos de temperatura y tiempo de tostado de la viruta, grado alcohólico y tiempo de reflujo son: 200ºC, 1 hora, 60ºGL. y 6 horas, respectivamente.

REFERENCIAS

Abbott, N.; Puech, J. L.; Bayonove, C.; Baumes, R.; (1995) *Am. J. Enol. Viticult*,
Maga, J. C.; (1996 *Food Rev. Int*., Vol. 12 (1), pp. 105-130.
Otsuka, K.; Zenibayashi, Y.; Itoh, M.; Totsuka, A.; (1974).*Agr. Biol. Chem* Vol. 38, p. 485,.

ESTUDIO DE LA SÍNTESIS Y VALORACIÓN DE LA PUREZA DEL 3,5-DIMETIL-1,3,5-TIADIAZINA-2-TIONA

Viltres, Carmen
Lamí, Laura,
Díaz, Mercedes
Gutiérrez, Ariané

Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA). Vía Blanca 804 y Carretera Central. P.Box 4026. Ciudad de La Habana. Cuba. Tel.: 557132. Fax: 338236
E-mail. cviltres@icidca.edu.cu

ABSTRACT

3,5-dimethyl-1,3,5-thiadiazine-2-thione is the chemical name of Dazomet, disinfectant of floors that it has been obtained at ICIDCA, applicable in plantations of tobacco, coffee, citric fruits and cultive houses; and it is sought to introduce in our country like substitute of the methyl bromide, used at the present time and whose use has been prohibited because affect the ozone layer.
In this work, the synthesis of Dazomet as a result of a study of several synthesis is shown, as well as the purity determination of the product obtained.

INTRODUCCIÓN

Dazomet es el nombre comercial de uno de los plaguicidas con más amplio espectro de utilidades. Este compuesto tiene una estructura heterocíclica (derivado de tiodiazina) que con la humedad del suelo se descompone originando metilisotiocianato, gas cuya actividad como desinfectante es bien conocida, y otros productos que contienen formaldehído que posee también fuerte actividad biocida.
La estructura química del Dazomet es:

Al mismo se le reconocen propiedades herbicidas, nematocidas, insecticidas y fungicidas (Barberá, 1989). Es un esterilizador temporal de suelos que controla malas hierbas anuales y perennes (Keays y Zedler, 1957), nemátodos (Baines et al., 1958), hongos del suelo (Davison y Vaugh, 1957), e insectos del suelo. El control efectivo de las plagas se

obtiene sin necesidad de una cubierta plástica que retenga los vapores en el suelo. Bajo condiciones normales de crecimiento, los cultivos pueden sembrarse después de tres semanas de aplicado el Dazomet.

El Dazomet fue preparado por primera vez por Delepine (1897) y posteriormente por Bodendorf (1930), aunque la estructura correcta no fue asignada hasta años después por Ainley et al. (1944). Su actividad insecticida fue reportada por Davies y Sexton (1948) de Industrias del Imperio Químico, Ltd.

El empleo de Dazomet como un fungicida, nematicida y herbicida fue descrito por primera vez por Yoder (1958). La primera publicación de su actividad fungicida la realizó Campbell (1954) y por Kendrick y Middleton (1954).

Se le conoce también por los nombres comerciales Basamid, Mylone, Nefusan y Crag 974. Se prepara por la interacción del disulfuro de carbono, la metilamina y formaldehido. Es un sólido cristalino blanco, de fórmula general $C_5H_{10}N_2S_2$, punto de fusión 102-104^oC, con un ligero olor a azufre.

En el ICIDCA, este producto se ha obtenido a escala semindustrial por tecnología inversa después de un estudio de varios métodos de síntesis y finalmente se inscribió en el Registro Central de Plaguicidas de la República de Cuba con el Permiso Nº 058-97 Tomo 3 Folio 078. La producción de Dazomet en Cuba, posibilitará la disponibilidad de un agroquímico de gran utilidad, menor precio y excelentes resultados, que sustituya el bromuro de metilo, fumigante por excelencia empleado en el país, pero cuya aplicación ha quedado prohibida por la FAO al demostrarse que afecta la capa de ozono.

En este trabajo se muestra la producción optimizada del desinfectante de suelos Dazomet en el ICIDCA y la determinación de la pureza del producto obtenido para su posterior formulación.

MATERIALES Y MÉTODOS

❖ ❖ Técnica de síntesis

En un reactor dotado con agitador mecánico, dosificador y termómetro se coloca metil amina, y se le añaden cantidades equimolares de bisulfuro de carbono, cuidando que la temperatura no exceda los 35 ^{o}C. Una vez concluida la adición se agita una hora y se comienza a añadir de proporciones estequiométricas de formaldehído manteniendo la temperatura entre 35 y 37 ^{o}C. Concluida esta adición se continúa agitando durante dos horas. El sólido obtenido se filtra y se lava con agua fría. Se deja secar.

Se variaron las relaciones molares de las materias primas y el orden de adición de las mismas para lograr el rendimiento óptimo de la reacción. Se realizaron experimentos, por triplicado, añadiendo la metilamina sobre el bisulfuro de carbono y viceversa, en ambos casos con relación molar metilamina, bisulfuro de carbono y formaldehído de 2:1:2, 1.5:1:2.5, 1.3:1:1.4 y 1.5:1:1.5.

El producto obtenido se caracterizó estructuralmente por espectroscopía de resonancia magnética nuclear (RMN) en un equipo Bruker AC-300 para protones y AC-75 para ^{13}C.

❖ ❖ Tratamiento de la muestra para la determinación de pureza

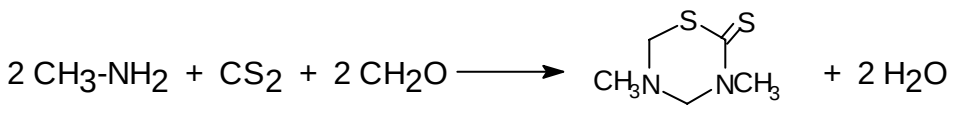
Colocar en un balón de 250 ml equipado con un condensador una cantidad que contenga de 0,8 a 1,2 g de la muestra de Dazomet. Para el blanco pesar una porción de aproximadamente 0,1 mg de Dazomet seco.

En cada balón, tanto de la muestra como del blanco, añadir 50 ml de HCl 0,5N. Reflujar durante 2 horas. Dejar enfriar a temperatura ambiente. Lavar el condensador con varias porciones de agua destilada, recogiendo los lavados en el balón. Añadir varias gotas del indicador preparado mezclando 5 ml de solución metanólica al 0,1% de bromocresol verde con 1 ml de solución metanólica al 0,1% del rojo de metilo. Este indicador se debe preparar semanalmente. Valorar con NaOH 0,5N hasta color amarillo-verdoso. (Este procedimiento se realiza por duplicado).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

❖ ❖ Técnicas de síntesis

La técnica de síntesis del Dazomet es simple, con elevados por cientos de rendimiento y a partir de materias primas sencillas, algunas de producción nacional. La reacción se desarrolla en fase acuosa a temperatura y presión ambientales y sin empleo de catalizadores, obteniéndose el producto con una temperatura de fusión de 103 $^{\circ}$C:



El método adicionando la metilamina sobre el disulfuro de carbono fue descartado debido a los bajos por cientos de rendimiento obtenidos. En las experiencias realizadas de la adición del disulfuro de carbono sobre la metilamina aumentaron los rendimientos en una pequeña proporción, por lo que se mantuvo este orden de adición de las materias primas, pero se añadió agua, en cantidades equimolares, al reactor antes de comenzar la adición de CS_2 para favorecer esta reacción debido a la fijación de un protón, gracias al par de electrones no compartidos del nitrógeno. Los rendimientos obtenidos se muestran en la tabla 1.

Como se puede observar la relación molar óptima es por cada mol de CS_2, 1.5 moles de metilamina y 1.5 moles de paraformaldehído, obteniendo de esta forma un 90-94 % de rendimiento del producto con una pureza del 98% (sin necesidad de recristalización).

Tabla 1. Resultados encontrados en las diferentes vías de síntesis

CH_3NH_2 sobre CS_2		CS_2 sobre CH_3NH_2		CS_2 sobre CH_3NH_2 con agua	
CH_3NH_2:CS_2:CH_2O	% Rdto	CH_3NH_2:CS_2:CH_2O	% Rdto	CH_3NH_2:CS_2:CH_2O	% Rdto
2:1:2	62	2:1:2	76	2:1:2	93
1.5:1:2.5	40	1.5:1:2.5	62	1.5:1:2.5	80
1.3:1:1.4	20	1.3:1:1.4	25	1.3:1:1.4	59
1.5:1:1.5	31	1.5:1:1.5	38	1.5:1:1.5	53

El análisis de los espectros RMN se realizó en cloroformo dueterado y corroboró la obtención de la estructura esperada. En el espectro ‘H se observan las señales correspondientes a los protones de los metilos a los 2,34 y 3,05 ppm, siendo esta última señal la de los protones cercanos al grupo tiona. Los protones del anillo tiadiazina aparecen a los 4,41 y 5,31 ppm respectivamente, estando más desblindada la señal correspondiente a los protones cercanos al átomo de azufre del anillo. El espectro RMN ^{13}C muestra las señales de los grupos metilo a 37,1 y 41,8 ppm, y los carbonos del anillo a 61, 8 y 76, 7 ppm, y del carbono del grupo tiona a 194,9 ppm.

En todas las síntesis realizadas se obtuvo un Dazomet con 98% de pureza. El cálculo de la pureza del producto obtenido se realizó según la expresión reportada por Stansbury (1964):

$$\% \text{ peso Dazomet} = (B - A)N \times 8.113/\text{g muestra}$$

donde A = volumen gastado de NaOH para la muestra
B = volumen gastado de NaOH para el blanco
N = normalidad NaOH

CONCLUSIONES

- Quedó establecida la factibilidad de producción nacional del desinfectante de suelos **Dazomet**, muy empleado en cultivos protegidos, la agricultura general y otros.

- El **Dazomet** obtenido tiene una pureza del 98%, que coincide con la requerida para su formulación y posterior aplicación en los suelos.

- La producción nacional del **Dazomet** resulta una alternativa muy atrayente pues se lograría un considerable ahorro a la economía por concepto de sustitución de importaciones, al sustituir el Bromuro de Metilo y el Basamid ofertado por la BASF

REFERENCIAS

Barberá, C. (1989). Pesticidas Agrícolas. Ed. Omega. Barcelona
Keays, J.W., Zedler, R.J. (1957), *Proc. Northeast. Weed Control Conf.* p. 58
Baines, R.C., De Wolfe, T.A., Small, R.H. (1958), *Plant Disease Reptr*. Vol. 42, p.876
Davison, A.D., Vaugh, J.R. (1957), *Plant Disease Reptr*. Vol.41, p. 432
Delepine, M. (1897), *Bull Soc. Chim. France* Vol.15, p. 891
Bodendorf, K. (1930), *J. Prakt. Chem.* Vol.126, p. 233
Ainley, A.D. y otros (1944), *J. Chem. Soc*. p. 147
Davies, W.H., Sexton. W.A. (1948) *Biochem. J.* Vol. 43, p.461
Yoder, D.M. (1958), U.S. Patent 2,838,389
Campbell, L. (1954), *Plant Disease Reptr*. Vol. 38, p. 283
Kendrick, J.B.Jr., Middleton, J.T. (1954), *Plant Disease Reptr*. Vol. 38,p. 350
Stansbury, H.A.Jr. (1964), *Anal. Methods Pestic. Plant Growth Regul*. Vol.3, p. 119

ESTUDIO DE LA VARIACIÓN DE POLIFENOLES EN RONES AÑEJOS PRODUCIDOS POR COMBINACIÓN DE AÑEJAMIENTO ACELERADO Y CLÁSICO MEDIANTE CROMATOGRAFÍA HPLC

Vázquez García , Miguel A.
González Flórez , María D.
Rocaha Gutierrez, María C.
Redondo Denis, Delfa.

ICIDCA. Vía Blanca No. 804 y Carretera Central. Fax (537)338236.
E-mail: icidca@ceniai.inf.cu y mdora@icidca.edu.cu

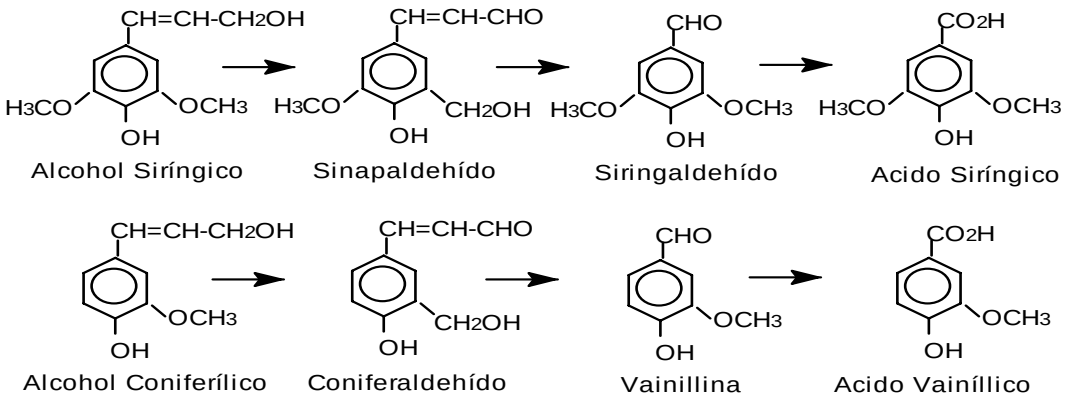
ABSTRACT

The aim of this paper was to study the variations of concentration in 8 polyphenols and Furfural in 15 samples of aged rums, produced by accelerated and classic aging at different times. Gallic acid was the major concentration 0.0559 to 0.0998mg/ml. The second place is Syringic acid 0.0019 to 0.0038 mg/ml. Vanillin concentration is 0.001 to 0.0024 mg/ml and Vanillic acid is 0.0012 to 0.001 mg/ml. Furfural concentration is 0.0005 to 0.0012 mg/ml and the other compounds were 0 to 0.002 mg/ml

INTRODUCCIÓN

El ron es una bebida destilada, que cuando es fresco recuerda a la materia prima utilizada, este aroma varía durante la etapa de reposo en recipientes de roble por tiempo determinado, que en general oscila entre dos a 15 años. Este tiempo se conoce como tiempo de añejamiento. En el añejamiento ocurren procesos de acción disolvente por la mezcla hidroalcohólica de los componentes de la madera, reacciones de oxidación y de interacción entre los componentes originales del destilado y de los aportados por la madera.

Entre los principales compuestos que aporta la madera se encuentran: la lignina, taninos, hemicelulosas y lactonas. La lignina se extrae por el ron (alcohólisis) y posteriormente experimenta procesos de degradación, introduciendo a la bebida fundamenalmente alcohol coniferílico y alcohol siríngico. A su vez estos se oxidan producciendo al final vainillina, acido siríngico y ácido vainíllico. Rodriguez (1985) y Puech (1982).



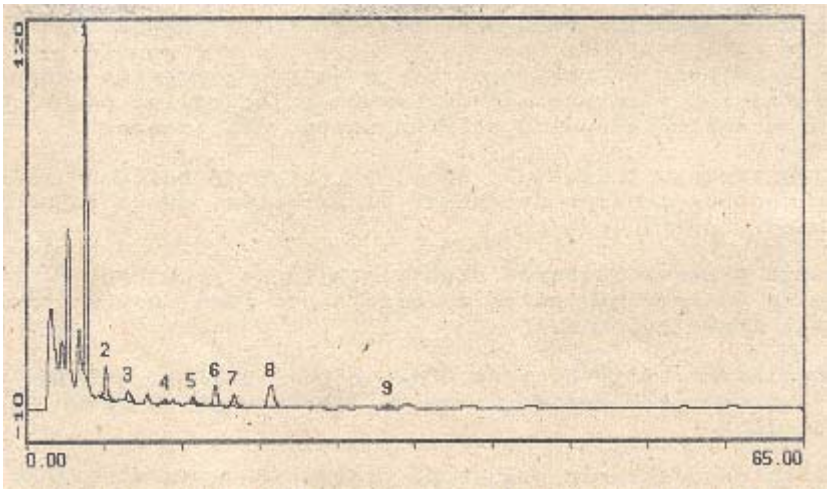
Los fenoles de las bebidas varían desde sustancias relativamente simples hasta complejas, formadas durante el añejamiento por extracción de la madera de roble o por formación durante los diferentes estadios de producción de las mismas (Monedero 1995). Elevadas temperaturas y ciertos microorganismos pueden descarboxilar los ácidos fenólicos para producir fenoles volátiles. Estos también pueden formarse por microorganismos y en metabolismos de aminoácidos aromáticos (Jounela-Erikson 1981).

Los Taninos son compuestos amorfos, que se encuentran en ciertas plantas. En el roble aparecen y le comunican al destilado un sabor astringente, constituyendo los polifenoles el 12 % aproximadamente del total de los taninos.. El quemado de la madera produce degradación térmica de los taninos hidrolizables, dando lugar a la aparición de los ácidos gálico y elágico (Ribereau 1976). En el proceso de quemado de la madera también se incrementa el contenido de furfural a partir de la hemicelulosa. (Boidron 1988).

El objeto del presente trabajo consiste en valorar las concentraciones de fenoles en rones añejos producidos con la misma tecnología de añejamiento acelerado (Vázquez 1996) combinado con añejamiento clásico en toneles de roble americano de 180 litros de capacidad

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizo Metanol HPLC para la disolución del Acido Gálico y el Furfural, el resto de los patrones se disolvieron en la mezcla terciaria Acido Sulfúrico 0.01 N, Metanol, Propanol (180:30:5 V/V). El Furfural fue recién destilado, el Acido Gálico, Aldehido Protocatequico, Acido P-Hiroxi Benceno, Acido Vainíllico, Acido Siríngico, Siringaldehido y Acido P-Cumárico de la firma SERVA y la Vainillina que fue de la firma ANALAR. El cromatógrafo HPLC de la firma Knauer con detector de longitud de onda variable. Columna Hypersil 5 ODS (250 mm; 4.6mm d.i.; 5μ). Flujo 1 ml/min. Rango 0.16. Longitud de onda 280 nm. La determinación se realizó de forma isocrática con la fase movil terciaria descrita anteriormente, utilizando un lazo de 20μl . Los cromatogramas fueron procesados por el software BioCrom. Los tiempos de corrida de cada análisis fueron de 65 minutos (Redondo 1999)



Se preparó una curva patrón para el ácido Gálico y el Furfuralcada , además se obtuvo una mezcla de los demás patrones. Las muestras fueron tomadas de rones añejos producidos por la tecnología de añejamiento acelerado desarrollada por el ICIDCA y posterior envejecimiento en toneles de roble. La inyección en las columnas se realizó directamente previa filtración por membrana de Nylon de 0.45 μm

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El cromatograma resultante de la mezcla de todos los patrones demostró una alta resolución de todos los picos con tiempos de retención perfentamente definidos para cada uno de ellos. Por otra parte los cromatogramas de las muestras de ron permitieron una evaluación clara de los polifenoles estudiados.

Como planteamos, uno de los aspectos característicos del envejecimiento de las bebidas alcohólicas en recipientes de madera de roble, es la difusión a partir de la madera de compuestos extraibles, como son los taninos, aldehidos furánicos y fenólicos y alcoholes, los cuales por procesos oxidativos y de decarboxilación dan lugar a acidos y otros polifenoles. La tabla 1 muestra las concentraciones de los diferentes fenoles y del furfural en mg/ml para las 15 muestras de rones producidos de la misma forma y con tiempos diferentes de reposo en toneles de 180 litros de roble americano. Como se puede ver las mayores concentraciones corresponden al ácido gálico, el cual procede fundamentalmente de la degradación de los taninos. En segundo lugar se encuentra el Siringaldehído que esresultante de un proceso oxidativo del alcohol siríngico proveniente de la Lignina de la madera y está por encima del ácido Siríngico, último estadío oxidativo de este polifenol. El ácido Vainíllico y la Vainillina se encuentra en concentraciones similares. La concentración de furfural es relativamente baja debido al tratamiento térmico ligero de la madera de roble, preavio a su utilización.

Tabla 1Relación de la concentración de compuestos fenólicos y furfural obtenidos en muestras de rones añejos añejados aceleradamente en combinación con reposo en solera durante diferentes meses.

Muestra	Tiempo Meses	Furfural	Fenoles							
			1	2	3	4	5	6	7	8
1	8	0.0006	0.0596	0.0007	0.0005	0.0019	0.0026	0.0011	0.0052	0.0002
2	9	0.0007	0.0743	0.0005	0	0.0014	0.0022	0.0011	0.0056	0
3	9	0.0006	0.0655	0.0003	0	0.0013	0.0019	0.0014	0.0053	0
4	9	0.0005	0.0567	0.0008	0.0001	0.0015	0.0028	0.0013	0.0049	0.0004
5	9	0.0005	0.0559	0.0005	0	0.0013	0.0020	0.0010	0.0039	0
6	10	0.0009	0.0904	0.0002	0.0002	0.0015	0.0029	0.0018	0.0065	0.0003
7	10	0.0006	0.0695	0.0005	0	0.0017	0.0019	0.0014	0.0051	0
8	12	0.0006	0.0594	0.0005	0	0.0012	0.0026	0.0019	0.0057	0
9	12	0.0006	0.0692	0.0004	0	0.0014	0.0023	0.0016	0.0052	0
10	14	0.0005	0.0936	0.0002	0.0001	0.0012	0.0022	0.0014	0.0020	0.0003
11	16	0.0006	0.0998	0.0002	0.0002	0.0016	0.0026	0.0015	0.0052	0.0005
12	17	0.0006	0.0972	0.0002	0.0001	0.0013	0.0024	0.0014	0.0048	0.0003
13	19	0.0012	0.0833	0.0003	0	0.0020	0.0038	0.0024	0.0099	0
14	22	0.0009	0.0822	0.0004	0.0004	0.0016	0.0031	0.0019	0.0075	0.0004
15	23	0.0007	0.0888	0.0001	0.0002	0.0022	0.0027	0.0015	0.0035	0.0004

Leyenda:
1. Acido Gálico
2. Aldehido Protocatequico
3. Acido P-Hidroxi Benzoico
4. Acido Vainillinico
5. Acido Siríngico
6. Vainillina
7. Siringaldehido
8. Acido P-Cumárico

Considerando un modelo lineal de la concentración de los polifenoles detectados en las muestras contra el tiempo de estancia en solera, los coeficientes de correlación son en general bajos, fundamentalmente para el ácido P-Hidroxi Benzoico y para el Siringaldehído.

1. Acido Gálico 0.6385 5. Acido Siríngico 0.5456 2. Aldehido Protocatequico 0.6040 6. Vainillina 0.5512
3. Acido P-Hidroxi Benzoico 0.2476 7. Siringaldehido 0.2150
4. Acido Vainillinico 0.4639 8. Acido P-Cumárico 0.4715

Los valores obtenidos para el coeficiente de correlación se explican debido a lo complejo de las reacciones que tienen lugar durante el proceso de añejamiento, donde influyen múltiples factores entre los que podemos resaltar:

1. 1. La viruta de roble utilizada en el añejamiento acelerado: origen de la misma y el grado de tratamiento térmico, que a pesar de ser controlado nunca es igual
2. 2. El tonel en que se añeja, que nunca se logra tenga las mismas características.
3. 3. El clima durante el cual se produce el añejamiento

CONCLUSIONES

- El estudio de las muestras de rones añejos producidos mediante la misma tecnología y con tiempos de añejamiento diferentes, puso de manifiesto que las concentraciones de los fenoles analizados se incrementaban.

- La concentración mayor corresponde al Acido Gálico, con valores desde 0.0559 a 0.0998 mg/ml. En segundo lugar se encuentra el Siringaldehído con concentraciones desde0.0020 a 0.0099 mg/ml, seguido por el Acido Siríngico con valores desde 0.0019 a 0.0038 mg/ml. La Vainillina se encuentra entre 0.001 a 0.0024 mg/ ml y el Acido Vainíllico entre 0.0012 a 0.0020 mg/ml. El Furfural está en concentraciones desde 0.0005 a 0.0012 mg/ml y la concentración de los restantes componentes estudiados se mantuvo desde 0 a 0.0007 mg/ml.

REFERENCIAS

Broidron, J.N.; Chatonnet, P.; Pons, M. (1988). *Conn Vigne. Vin* Vol. 22(4), pp. 275-294

Monedero, L.A.; Tesis de grado, "Influencia del envejecimiento acelerado sobre el contenido polifenólico en vinos sometidos a crianza oxidativa". (1995) .Universidad de Granada

Jounela-Erikson, P.; Lehtone, M.; "Phenols in the aroma of destilled beverages. (1981). Ed. Amademy Press, Ind., Finland.

Redondo, D.; Romero, N.. (1999). "Método sencillo de separación y determinación cuantitativa de fenoles mediante una técnica de HPLC". *Revista "Sobre los Derivados ICIDCA*.No.3, Vol. 33,

Ribereau, J.; Peynaud, E.; Saudraud, P.; Ribereau, P. (1976). "Sciences et techniques du vin". Tome 1. Ed. Dunod, París.

Rodriguez, J.L.; Villareal A. " Sobre Añejamiento y Composición Química de las Bebidas Alcohólicas Destiladas". Publicación interna Ministerio de la Industria Alimenticia de Cuba. (1985)

Poech. J.L.; Leanté, R.; Elot, G. Etude de la lignine et de ses produits du degradation daus les eaux-de-vie du cognac. (1982), *Bull. Groupe Poliphenol*., (11), pp. 605-611

Vázquez, M.A; González, M.D. (1996). "Tecnología para la producción de Rones Cubanos con nuevos procesos de depuración y añejamiento".

ESTUDIO DE MATRICES FURÁNICAS COMO COMPOSICIONES POLIMÉRICAS RESISTENTES AL DESGASTE.

Dopico, Migdalia
Diez , Francisco
Gómez , Andrés
García, Arelys
Rodríguez, Jorge

Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar, ICIDCA.
Vía Blanca No. 804. Apartado 4026. CP 11000. La Habana. Cuba.
Tel: (537)99-4107. Fax: (537)33-8236. E-mail: migdalia@icidca.edu.cu

ABSTRACT

Wearing is a complex process that will be analyzed as a system, where there are many factors such as type of material, size, charge, working condition and so for. Know the wearing origin allows an adequate material selection as well as the reconditioning technology to be apply, making sure the quality and the success of reconditioning activity. This is very important, principally when the target develops a polymeric composite for maintenance and reconditioning activities. Therefore to obtain good reconditioning materials for friction and abrasive wearing is not enough to know not only the polymer composite's nature and possibilities but also the working conditions. In this paper the study of cured furanic polymeric composite is described, specifically for the use in maintenance and reconditioning pieces submitted to friction and abrasive wearing, the effect of the resin/hardener ratio on the compressive behavior of furanic polymeric composite is analyzed too.

INTRODUCCIÓN

La destrucción de una superficie por los procesos de desgaste se manifiesta generalmente, por la separación de partículas del material que van desde unas pocas fracciones de milimicras hasta unas decenas. Este fenómeno conocido como desgaste motiva la disminución en las dimensiones y alteraciones de la forma geométrica de la pieza, provocándole fallas o deficiencias técnicas. El desgaste es un proceso complejo que puede ser analizado como un sistema, donde concurren diversos factores, la naturaleza del material y de los cuerpos deslizantes, tamaño, carga, condiciones de trabajo, etc. Sanka (1980) y Martínez (1993).

El conocer la causa del desgaste permite una adecuada selección de los materiales, así como de la tecnología de recuperación a emplear, asegurando la calidad y el éxito del reacondicionamiento, aspectos de vital importancia cuando se desea desarrollar una composición polimérica para el mantenimiento y recuperación de piezas.

En este trabajo se presenta el estudio de las matrices base de las composiciones poliméricas resistentes al desgaste que se quieren obtener, se expone un estudio realizado a

resinas epoxídicas y furano-epoxídicas para su utilización como matrices en composiciones poliméricas resistentes al desgaste por abrasión y fricción, como continuación de un trabajo precedente de Gómez (1996), donde se alcanzaron buenos resultados con la resina furano-epoxídica en la relación resina : endurecedor 100/15.

Se estudió el proceso de endurecimiento de esos polímeros a diferentes relaciones en peso de resina y endurecedor, por ser un parámetro que causa significativos cambios sobre las propiedades mecánicas y físicas de los sistemas de este tipo. Una parte importante del trabajo fue el análisis del efecto de esa relación en el comportamiento de la compresión del sistema tomando como referencia lo estudiado por D'Almeida (1996).

Este resultado es parte de un Proyecto de Investigación perteneciente a un Programa Ramal del Ministerio del Azúcar.

MATERIALES Y MÉTODOS

- Resina epoxi GY-250, CIBA-GEIGY
- Endurecedor HY-843 , CIBA-GEIGY
- Resina furfural-acetona modificada (FAM), tecnología ICIDCA, de acuerdo a la Patente Cubana (1994).
- Máquina de ensayos TIRA-test 2300, de procedencia alemana.
- Se elaboraron probetas rectangulares de 5 x 10 mm y se determinó la resistencia a la compresión realizando 5 réplicas a cada muestra según la Norma ISO 604 (1993).
- Se prepararon mezclas de resina y endurecedor con 11 relaciones en peso diferentes desde 9 hasta 29 partes de endurecedor por 100 partes de resina epoxi o FAM, el curado se realizó a temperatura ambiente y a los 7 días se elaboraron las probetas y se determinó la resistencia a la compresión.

RESULTADOS Y DISCUSÓN

En la siguiente tabla se exponen los resultados promedios de la determinación de la resistencia a la compresión de todas las muestras para ambas resinas.

Tabla I Resistencia a la compresión de las muestras.

	Resistencia a la compresión (Mpa)	
Muestras/Relación*	**Resina Epoxi**	**Resina FAM**
1/9	**87.56**	**85.94**
2/11	**68.18**	**70.86**
3/13	**103.70**	**62.74**
4/15	**101.88**	**49.44**
5/17	**43.80**	**69.26**
6/19	**102.92**	**77.75**
7/21	**106.54**	**78.06**
8/23	**92.48**	**97.34**
9/25	**90.98**	**100.32**

10/27	**89.74**	**72.64**
11/29	**97.88**	**55.98**

* Partes de endurecedor por 100 partes de resina.

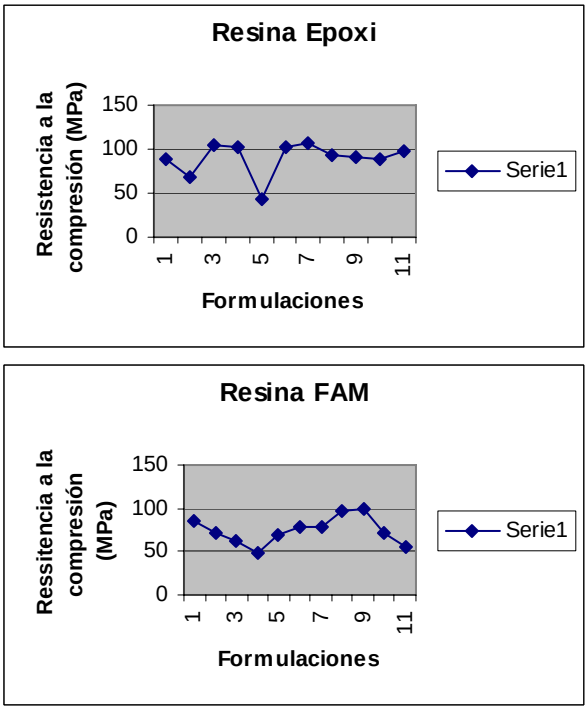


Fig 1. Gráficos de resistencia a la compresión para cada muestra.

Como se observa en la tabla I y en los gráficos de la figura 1 para el caso de la resina epoxi los mejores valores de resistencia a la compresión se obtienen para la relación 21 partes de endurecedor por 100 partes de resina y el menor valor para la relación 17.

Para el caso de la resina FAM el mayor valor es para la relación 25 y el menor valor para la relación 15.

Como se puede concluir de los valores presentados la relación resina endurecedor tiene gran influencia en el comportamiento de la resistencia a la compresión del sistema, aunque no de la misma manera que lo reportado por D'Almeida (1996), donde se observa una disminución de la propiedad.

En un trabajo anterior realizado para el desarrollo de composiciones resistentes a la fricción y a la abrasión con 15 partes de endurecedor por 100 partes de resina FAM se obtuvieron buenos resultados utilizando rellenos tales como latón, bronce y minerales.

A continuación, en las tablas II y III se exponen esos resultados y se comparan con un producto comercial:

Tabla II
RESUMEN DE LAS PROPIEDADES EXPERIMENTALES PROMEDIOS DE LAS COMPOSICIONES ANTIABRASIVAS.

EXP.	I	W	RC(MPa)	
	1	6,0E-4	1680	180
	2	8,0E-4	1244	259
MECATEC-3(Comercial)		-	69	

Tabla III
COMPOSICIONES POLIMERICAS ANTIFRICCIONANTES

Exp.	I	W	RC (MPa)	
1	2.95 E-6	338 791		135
2	2.38 E-6	420 000		180
Comerc.	3.97 E-6	252 000	44	

I - Intensidad de desgaste (g/m)
W - Resistencia al desgaste (m/g)
RC-Resistencia a la compresión (MPa)

Como se observa en ambos casos tanto para las composiciones antiabrasivas como para las antifriccionantes obtenidas con nuestra resina y los diferentes rellenos, los valores de la resistencia a la compresión (RC) están por encima que los del producto comercial.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Se estudió la resistencia a la compresión de dos resinas con diferentes relaciones matriz: endurecedor.
- Se demuestra que la relación matriz: endurecedor tiene efecto sobre la propiedades mecánicas de estas composiciones.
- Se recomienda continuar el estudio realizando un diseño de experimentos con las resinas epoxy y FAM donde los niveles inferiores sean 12 y 13, los centrales 15 y 16 y los superiores 17 y 20, respectivamente.
- Se recomienda estudiar otras propiedades físico-mecánicas empleando las cargas previamente estudiadas en el primer trabajo.

REFERENCIAS

Gómez, A.; Rodríguez A.; Castillo, J. (1996). Memorias del Congreso *Diversificación*
Martínez, F.; (1993).Capítulo "Desgaste", Manual de recuperación de piezas; Ed.: Científico Técnica, C. Habana

Gómez, A., Castillo, J., Padrón, A y otros. (1994).Patente cubana: “ Resinas furano-epoxídicas y su procedimiento de obtención”. Certificado No. 22355,6 Dic. ICIDCA

Sanka, A.D.; Fricción y desgaste; Ed.: Academic Press, Londres, 1980

D’Almeida, J.R.M.; Monteiro, S.N. (1996). *Polymer Testing* Vol. 15, pp. 329-339

Norma ISO 604 (1993)

ESTUDIO DE PROPIEDADES FÍSICAS E GEOMÉTRICAS DE PARTÍCULAS SÓLIDAS DE BIOMASA PARA SU USO EN PROCESOS DEL TIPO FLUIDO-PARTÍCULA

Olivares Gómez, Edgardo *
Mesa Pérez, Juan Miguel **
Dilcio Rocha José ***
Barbosa Corte, Luís Augusto z****
Brossard Pérez, Luis Ernesto *****
Seye, Omar ******
Brossard González
Luis Enrique ******

*Faculdade de Engenharia Agrícola-FEAGRI, UNICAMP,
Cidade Universitária "Zeferino Vaz", Barão Geraldo, CP 6011, 13084-971, Campinas SP, Brazil, Fone: 55(19)3788-5040, Fax: 55(19)3788-4951;
E-Mail-*¡Error!Marcador no definido.*
**Faculdade de Engenharia Agrícola-FEAGRI, UNICAMP,
Cidade Universitária "Zeferino Vaz", Barão Geraldo, CP 6011, 13084-971, Campinas SP, Brazil, Fone: 55(19)3788-5040, Fax: 55(19)3788-4951
E-mail:***¡Error!Marcador no definido.***
***Núcleo Interdisciplinar de Planejamento Energético-NIPE, UNICAMP,
Cidade Universitária "Zeferino Vaz", Barão Geraldo, CP 1170, 13084-971, Campinas SP, Brazil, Fone: 55(19)3788-5040, Fax: 55(19)3788-4951;
E-mail: jdr1203@uol.com.br
****Faculdade de Engenharia Agrícola-FEAGRI, UNICAMP, Cidade Universitária "Zeferino Vaz", Barão Geraldo, CP 6011, 13084-971, Campinas SP, Brazil, Fone: 55(19)3788-1033, Fax: 55(19)3788-1010;
E-mail: cortez@agr.unicamp.br
*****Facultad de Ingeneria Química-FIQ, Universidad de Oriente; Santiago de Cuba, Cuba, Avenida de las Américas S/N, CP 90900, Santiago de Cuba,
E-mail: brossard@fiq.uo.edu.cu
******Núcleo Interdisciplinar de Planejamento Energético-NIPE, UNICAMP, Cidade Universitária "Zeferino Vaz", Barão Geraldo, CP 1170, 13084-971, Campinas SP, Brazil, Fone: 55(19)3788-5040, Fax: 55(19)3788-4951;
E-mail: oseye@ct.unicamp.br
*******Núcleo Interdisciplinar de Planejamento Energético-NIPE, UNICAMP, Cidade Universitária "Zeferino Vaz", Barão Geraldo, CP 1170, 13084-971, Campinas SP, Brazil, Fone: 55(19)3788-5040, Fax: 55(19)3788-4951;
E-mail: luis@ct.unicamp.br

ABSTRACTS

Elephant grass (Pennisetum Purpureum Schum.) was studied in order to obtain information about their physical and geometrical properties. The length, breadth, and thickness of 20 particles selected randomly from each of the size fraction class obtained by mechanical sieving, were measured manually given their size. A geometric model of the type prism rectangular was adopted because most of the particles that were measured exhibited widths which were significantly different from the thickness. From these measurements average values for other properties were calculated, e.g. characteristic dimension of particle, projected area of the rectangular prism, area of the prism rectangular section, volume of the rectangular prism, ratios of linear dimensions, particle apparent density, shape factor, surface shape factor, volume shape factor, particle superficial areas, and equivalent diameter. An statistical analysis was done and proposed empirical equations models obtained by lineal regression, which show a good fit. Some results of this study are being used in the numerical simulation of the biomass fast pyrolysis process carried out in fluidized bed reactors at Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP.

INTRODUCCIÓN

Investigaciones que envuelven interacciones fluido-partícula requieren, en principio, el conocimiento de las propiedades físicas de ambas fases por separado. La fase sólida generalmente se caracteriza através del conocimiento de la densidad, distribuição granulométrica y forma de las partículas. Para si el sistemas asociados procesos de termoconversión, la caracterización de la fase sólida debe ser más rigurosa.

Algunos tipos de materiales sólidos han sido bien estudiados dada su utilización en procesos industriales. Este es el caso del vidrio, la arena y el bagazo de caña de azúcar. Por esta razón las publicaciones acerca de la obtención de propiedades físicas y fluidodinámicas de estos materiales son más frequentes.

Barbosa y Menegalli (1986), y Nebra (1985), estudiaron la velocidad terminal y el coeficiente de arrastre de diferentes fracciones de bagazo de caña separadas por tamizado. Ponce, Friedman y Leal (1983) publicaron los resultados de sus estudios sobre propiedades geométricas y densidad de diversas fracciones de bagazo de caña, a partir de la medida directa de las tres dimensiones lineales de la partícula: largo, ancho y espesor, habiendo sido escojido un prisma de base rectangular como modelo geométrico para caracterizar las partículas. Geldart (1990) comparó varios métodos durante la evaluación de propiedades físicas tales como esfericidad y densidad aparente de partículas porosas, tales como, vidrio, arena y calcario. Bernhardt (1993) publicó sus resultados experimentales de la determinación de los factores de forma de área y de volumen para cada fracción de bagazo de caña seleccionado, y del área de la superficie específica para bagazo ($mm2g^{-1}$), según la relación:

$$s = \frac{a_s}{a_v \rho_s} \int_0^\infty \frac{1}{X_i} \frac{dm_i}{dX_i} dX_i \qquad (1)$$

donde:

a_s y a_v son los factores de forma de área y volumen, adimensional;

ρ_s es la densidad aparente de partícula, kgm^{-3};

X_i es la dimensión característica de la i-ésima fracción másica de material, m;

¡Error!Marcador no definido.es la i-ésima fracción másica de material, adimensional.

En el presente trabajo, se determinan 15 propiedades físicas para 7 fracciones de tamaños de capin elefante, material que está siendo utilizado como insumo lignocelulósico en el proceso de pirólisis rápida en un reactor de lecho fluidizado, para la producción de carbón vegetal y bio-combustible.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las muestras de capin elefante utilizadas fueron pre-condicionadas y cedidas para este estudio por gentileza del Instituto de Zootecnia-IZ de Nova Odessa, Nova Odessa, São Paulo, Brasil. El análisis de distribución de tamaños fué realizado en el Centro de Tecnologia Copersucar de Piracicaba, São Paulo, Brasil, usando tamices estandarizados, máquina vibratoria y 20 minutos como tiempo de residencia (Norma ASTM D293-93). Los tamices usados son los siguientes:
(en mm): 11,2; 6,35; 4,76; 3,36; 2,38; 2,00; 1,68; 1,19 y fondo.

Después de obtenida cada fracción másica, el material é sometido a un manuseo direto con el objetivo de verificar visualmente su estructura, morfologia, dimensiones y forma de las partículas. Este proceso de observación permite asociar la forma de las partículas a algun modelo geométrico simple conocido, lo que posibilita representar las dimensiones de la partícula en el espacio. En este caso las partículas fueron aproximadas a un prisma de base rectangular con sus fases planas y paralelas (paralalepípedo, Figura 1). Siendo así, las medidas lineales de largo, ancho y espesor para cada partícula fueron tomadas.

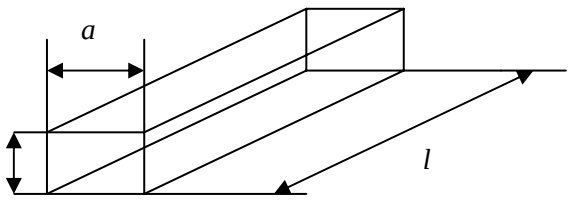


Fig. 1. Modelo geométrico asumido (prisma de base rectangular

Las lecturas de los parámetros lineales se realizaron con un pie de rey.y una lupa manual. Las mediciones fueron replicadas 3 veces y promediado su valor

Tratamiento de los datos

Partículas correspondientes a cada fracción fueron caracterizadas geométricamente de acuerdo con el modelo seleccionado, independientemente de su tamaño y forma. No fueron encontradas grandes diferencias en la forma de las partículas.

Las desviaciones de los valores de cada propiedad se representan a través de la desviación estandar de la media muestral para un nivel de significación de 95%.

En la tabla 1 se reportan los valores de las propiedades geométricas y físicas determinadas. Cabe señalar que las fracciones que pasaron por el tamiz de 1,19 mm no fueron consideradas en este estudio debido a su pequeño tamaño.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las principales formulaciones utilizadas para la determinación de las propiedades físicas pueden ser encontradas en Olivares et al. (2002), Ponce, Friedman y Leal (1983), Nebra y Macedo (1988), y Barbosa y Menegalli (1986).

Las figuras 2 y 3, en escala semi-log, muestran la tendencia del comportamiento de cada propiedad estudiada en función de la dimensión característica de las partículas. La relación entre los factores de forma de área y de volumen para cada dimensión característica de la i-ésima fracción másica, fué aproximada por medio de una expresión cúbica obtenida por regresión multilineal. La Figura 4 muestra la representación gráfica de este modelo

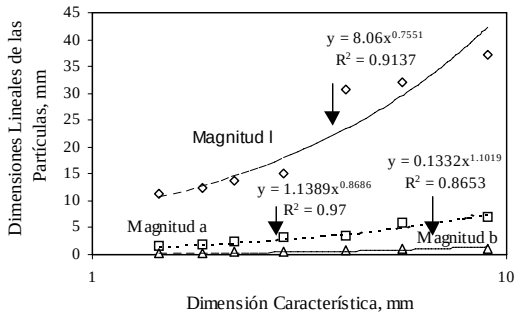


Fig. 2. Comportamiento de las dimensiones lineales de la partícula con su dimensión característica

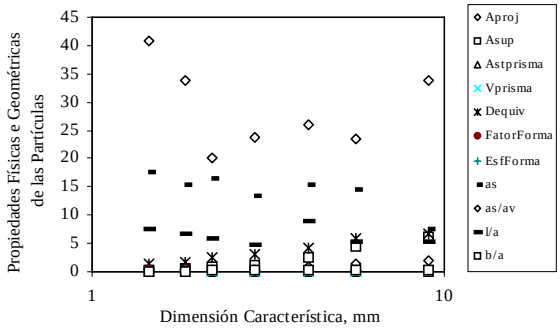


Fig. 3.Tendencias en el comportamiento de las principales propiedades físicas y geométricas calculadas.

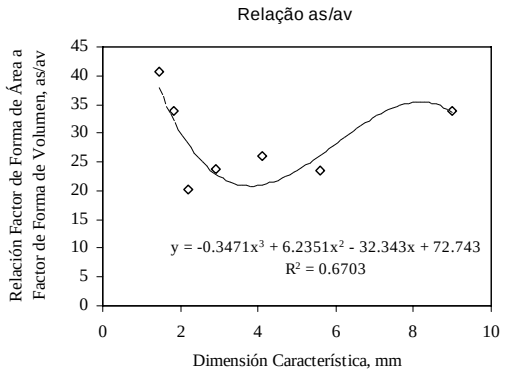


Fig. 4. Relación factor de forma de área a factor de forma de volumen para fracciones de capin elefante

CONCLUSIONES

- Cualquier representación matemática que pretenda describir el fenómeno físico que caracteriza el movimiento de una partícula o de un flujo de partículas sólidas a través de una corriente de un fluido, o bien el fenómeno físico-químico que caracteriza la descomposición de la partícula en movimiento, tendrá inevitablemente que considerar los valores de estas propiedades o de sus correlaciones;
- El valor promedio del factor de forma para capin elefante de 0,22 es menor que el encontrado por Ponce, Friedman y Leal (1983) para bagazo de caña cubano de 0,55;
- El valor del área superficial específica total del capin elefante de 10280,77 mm2g-1 demostró ser más de 2 veces menor que el reportado por Bernhardt (1993) que es de 24700,00 mm2g-1;
- -La superficie específica promedio de 111 cm^2/cm^3 para el capin elefante es más de 3 veces mayor que la reportada por Ponce, Friedman y *Leal* (1983) para el bagazo de caña de azúcar cubano
- Los resultados aquí reportados así como las correlaciones obtenidas son válidas solamente para el capin elefante.

REFERENCIAS

Ponce, N.; Friedman, P. y Leal D. (1983). Geometric Properties and Density of Bagasse Particles, *Int. Sugar Journal*, Vol. 85(1018) pp., 291-295

Barbosa R.D. y Menegalli F.C. (1986). Estudo da velocidade terminal e coeficiente de arraste para bagaço de cana, Anais do XIV Congresso do ENEMP, outubro, UNICAMP, Campinas, SP, Brasil, 291-301;

Nebra S.A P. (1985). Secagem Pneumática de Bagaço de Cana, Tese de Doutorado, FEM/UNICAMP, Campinas, SP, Brasil;

Geldart D. (1990). Estimation of Basic Particle Properties for Use in Fluid-Particle Process Calculations, *Powder Technology*, Vol. 60, pp. 1-13;

ESTUDIO PRELIMINAR DEL EFECTO DE DIFERENTES FERTILIZACIONES EN UN CULTIVO DE CAÑA DE AZÚCAR EN EL SUR DE ESPAÑA

Salas, M. C.
Urrestarazu, M.
Martín, J.M,
Córdoba, A de*.

Departamento de Producción Vegetal
Universidad de Almería. España
E-mail: csalas@ual.es

*Azucarera de Guadalfeo, S.A.
Granada. España

ABSTRACT

Vinasse is an industrial polluting remainder of the alcohol distillation for the environmental. Nevertheless, by its high concentration in potassium and content in organic matter it could be used like fertilizer, so that we improved the fertility of the ground and solve a contamination problem. This study aimed to investigate the effects the application of concentrated vinasse as partial or total substitute of the fertilizer surface application in a sugarcane crop by means of leaf tissue analysis. The preliminary results of the level of nutrients will be resisted later with the analysis of the production and quality of the sugarcane. The level of nutrients in leaves of the plant is very variable and it is directly influenced by the degree of fertility of the ground and the applied fertilization. According to the preliminary results and as previous conclusions to the analysis of the production results, the application of concentrated vinasse to the ground in a sugarcane crop could contribute in the elimination of a highly polluting remainder.

INTRODUCCIÓN

La vinaza es el residuo líquido industrial de la destilación del alcohol, puede provenir de la fermentación del jugo o de la melaza. Es un residuo muy contaminante para el medio ambiente por su alto contenido en materia orgánica por lo que presenta una elevada demanda bioquímica de oxígeno (DBO). Sin embargo, por su alta concentración en potasio y contenido en materia orgánica podría utilizarse como fertilizante; coincidiendo con las deficiencias de estos elementos en los suelos españoles donde se cultiva. Este residuo no se aplica como fertilizante en el cultivo de la caña en España sin embargo, es una práctica cada vez más habitual en países como Argentina o Brasil. Con el uso de la vinaza como fertilizante, a la vez que mejoramos la fertilidad del suelo estamos resolviendo

un problema de contaminación medioambiental. Si contrastamos la fertilización que se lleva a cabo en el sur de España con los requerimientos del cultivo (Fogliata, 1995; Humbert, 1968; Olalla *et al.*, 1988), concluiremos que la fertilización nitrogenada es excesiva mientras que la potásica no cumple las necesidades nutricionales (El Wali y Gascho, 1984a). El objetivo de este trabajo consistió en evaluar los efectos de la aplicación de la vinaza concentrada como sustituto parcial o total del abonado de cobertera en un cultivo de caña de azúcar. Para ello se realizó un estudio de la influencia en la concentración de nutrientes en hojas. Estos resultados preliminares serán contrastados posteriormente con el análisis de la producción y calidad de la caña de azúcar. La concentración de nutrientes en los tejidos de la planta es muy variable y está influenciada directamente por el grado de fertilidad del suelo y la fertilización aplicada.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se realizó desde mayo de 2001 hasta mayo de 2002. La variedad de caña de azúcar utilizada fue Tuc 77/42 en la segunda soca o retoño. Las operaciones de cultivo fueron uniformes en todas las parcelas. La vinaza se distribuyó con un pulverizador manual y se le dio un riego para evitar el estrés salino. Siguiendo la práctica de la zona, los fertilizantes empleados fueron el complejo 15-15-15 (N-P_2O_5-K_2O) para el abonado de fondo y urea en cobertera. La vinaza, antes de utilizarse en el ensayo, pasa por el proceso de clarificación y concentración hasta un 50% (Tabla 1). Para evaluar la respuesta del cultivo a los tratamientos se realizó un estudio preliminar de la concentración de nutrientes en los tejidos foliares. Se aplicaron tres tratamientos de fertilización (Tabla 2), el primero consistió en la fertilización media del agricultor de la zona (T_0), en el segundo se sustituía la primera cobertera por vinaza concentrada (T_1) y, en el tercero las dos coberteras eran sustituidos por vinaza (T_2). Para los análisis foliares se recolectó la hoja+1 a los cuatro meses de la plantación, se seleccionó los 20 o 25 cm centrales del limbo y eliminó la nervadura central (Fogliata, 1995). Los tres tratamientos se llevaron a acabo en dos suelos diferentes en sus características edafológicas: en Salobreña, latitud 36º 43’ y longitud 3º 35’, y textura franco-arenoso, y en Motril, latitud 36º 43’ y longitud 3º 32’, y franco-arcillo-arenoso. En el ensayo se eligió un diseño experimental en bloques completos al azar con tres repeticiones (Little y Hills; 1976; Petersen, 1994.), y nueve subparcelas dentro de cada parcela.

Tabla 1. Características medias químicas de la vinaza concentrada de caña de azúcar a una concentración del 50% p/p utilizada en los ensayos

	% p/p		**mg kg^{-1}**
Nitrógeno total	1,2	**Hierro (Fe)**	500
Fósforo (P_2O_5)	0,33	**Cobre (Cu)**	8
Potasio (K_2O)	5	**Manganeso (Mn)**	70
Calcio (CaO)	0,6	**Zinc (Zn)**	15
Magnesio (MgO)	0,8	**Boro (B)**	9
Azufre (S)	0,73		
Materia orgánica total	39	**Relación C/N**	20

Extracto húmico total	38	**PH**	4,5 ± 0,5
Ácidos húmicos	Trazas	**Densidad aparente**	1,28
Ácidos fúlvicos	35	**(kg m^{-3})**	
Carbono orgánico total	23,6		
Proteínas	8		
Hidratos de carbono	20		
Aminoácidos libres	0,58		

Fuente: Kimel Química de España.

Tabla 2. Características de los tratamientos en función de la composición química y distribución de los fertilizantes aplicados

Tratamiento		**kg ha^{-1}**						**g ha^{-1}**				
		N	**P_2O_5**	**K_2O**	**CaO**	**MgO**	**S**	**Fe**	**Cu**	**Mn**	**Zn**	**B**
T_0	**Fondo**	50	50	50	-	-	-	-	-	-	-	-
	Cobertera 1- urea	36	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Cobertera 2- urea	36	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Total	122	50	50	-	-	-	-	-	-	-	-
T_1	**Fondo**	50	50	50	-	-	-	-	-	-	-	-
	Cobertera 1- vinaza	36	10	150	18	24	22	1172	19	164	35	21
	Cobertera 2- urea	36	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Total	122	60	200	18	24	22	1172	19	164	35	21
T_2	**Fondo**	50	50	50								
	Cobertera 1- vinaza	36	10	150	18	24	22	1172	19	164	35	21
	Cobertera 2- vinaza	36	10	150	18	24	22	1172	19	164	35	21
	Total	122	70	350	36	48	44	2344	38	328	70	42

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los niveles de nitrógeno en la hoja +1 de las plantas cultivadas en Salobreña (Tabla 3), en todos los tratamientos se encuentra ligeramente por debajo de los óptimos (El Wali y Gascho, 1984a), llegando a niveles críticos en las plantas de Motril (Tabla IV). La compactación del suelo origina una disminución significativa de la absorción de nitrógeno y un aumento significativo de Mn y Al, alterando el equilibrio nutricional de la planta (Lowery y Schuler, 1985). El tipo de suelo de Motril y la labor poco profunda que se acostumbra origina cierta compactación que se refleja en niveles de N inferiores a los del suelo de Salobreña y niveles de Mn significativamente mayores. Para el fósforo no aparecen diferencias significativas en ninguno de los suelos no se vieron afectados por la forma de aplicar los fertilizantes (Tabla III y IV), sin embargo en ambos suelos los niveles

son ligeramente bajos respeto a los óptimos (0,22-0,30%) (El Wali y Gascho, 1984a; 1984b). Los valores óptimos para potasio en la hoja+1 están en 1-1,6% de materia seca (El Wali y Gascho, 1984a), de manera que en las plantas de Salobreña (Tabla III) los niveles están próximos a esos valores y con diferencias significativas al 95% entre los tratamientos. Existe una relación directa entre la fertilización potásica y, la absorción y acumulación de este elemento en la hoja. Dicha relación se ve alterada en suelos compactados en los que se produce una inadecuada aireación radical, dificultando la absorción de este elemento (Humbert, 1968). En las plantas de Motril (Tabla IV), los niveles de K en hoja son mayores en las plantas abonadas con dos coberteras de vinaza (T_2), seguramente por una mala aireación en el medio radical, a consecuencia de la aplicación de un producto con una muy elevada DBO. Los valores más bajos corresponden a las abonadas de forma tradicional (T_0) con diferencias significativas al 95%. En cualquier caso, los niveles de K son menores que en las plantas de Motril. El contenido mayor en hoja en este elemento coincide con la mayor fertilización con vinaza.

Tabla 3. Niveles foliares en la hoja+1 según los tratamientos aplicados en función de la fertilización: T_0 fertilización tradicional (fondo y dos coberteras), T_1 (fondo y dos coberteras, la primera con vinaza), y T_2 (fondo y dos coberteras con vinaza) para el suelo de Salobreña. $DSM_{0,05}$ y $DSM_{0,01}$, diferencias significativa mínima al 95 y 99 %, respectivamente

Tratamientos		% m.s		Mg kg^{-1} m.s.					
		N	P	K	Fe	Cu	Mn	Zn	B
T_0	Media	1,70	0,21	1,70	152,51	1,25	21,44	25,39	9,22
	DS	0,23	0,09	0,10	90,33	0,15	0,50	2,71	1,26
T_1	Media	1,74	0,15	1,42	54,25	0,63	30,38	23,23	8,18
	DS	0,26	0,02	0,12	17,06	0,13	5,84	1,27	1,80
T_2	Media	1,81	0,17	1,60	80,42	0,64	25,42	22,77	6,01
	DS	0,14	0,03	0,08	4,00	0,22	4,50	1,72	0,10
	$DSM_{0,05}$	-	-	0,20	-	0,35	8,52	-	2,54
	$DSM_{0,01}$	-	-	-	-	0,53	-	-	-

El hierro no presenta diferencias significativas en ninguno de los suelos estudiados y, su valor puede considerarse alto (El Wali y Gascho, 1984a; 1984b), en las plantas de Salobreña (Tabla III) las concentraciones en hierro son mayores que en las de Motril (tabla IV). Por el contrario, los niveles de cobre en hoja presentan diferencias significativas en las plantas cultivadas en Salobreña (tabla III), en los tres tratamientos los niveles son bajos, valores menores de 3 ppm son considerados críticos (El Wali y Gascho, 1984b). De los tres tratamientos las plantas abonadas de forma tradicional (T_0) presentan casi el doble de Cu en hoja que las abonadas en cobertera con vinaza una (T_1) o dos veces (T_2). Sin embargo, a pesar de no mostrar diferencias significativas entre los tratamientos, los niveles de las plantas cultivadas en Motril (tabla IV) son bastante elevados a excepción del tratamiento en el que se aplica vinaza en dos coberteras que es ligeramente menor. Para el manganeso, sólo aparecen diferencias significativas en los análisis correspondientes a Salobreña (Tabla III), con el máximo valor en las abonadas en una cobertera con vinaza (T_1). En ambos suelos, los valores máximo se presentan en el mismo tratamiento (T_1) y están dentro de los

valores normales (El Wali y Gascho, 1984a; 1984b). En el caso del zinc, las diferencias significativas al 95% aparecen en Motril (tabla IV) y las concentraciones están próximas los valores considerados máximos que oscilan entre 16 y 32 mg kg^{-1} (El Wali y Gascho, 1984a; 1984b). En las plantas cultivadas en Salobreña (tabla III), las concentraciones son altas pero dentro de los límites. En ambos casos siguen la misma tendencia, los valores mayores de Zn se presentan en las hojas de las cañas abonadas de forma tradicional (T_0), disminuye cuando se aplica vinaza en una cobertera y es aún menor cuando se aplica en dos (T_2). Por último, los tratamientos de la finca de Salobreña tienen los niveles de boro por debajo de los óptimos, mientras que en la de Motril ocurre lo mismo con los tratamientos de vinaza y, el testigo presenta valores adecuados. La deficiencia de boro se observa más frecuentemente en suelos donde la tasa de infiltración es más elevada (Anderson y Bowen, 1990), lo que explicaría la gran diferencia entre los dos testigos. Hay que destacar que en ambos suelos aparecen diferencias significativas al 95% (Tabla 3 y 4) y los valores mayores son de las plantas abonadas tradicionalmente (T_0), diminuyendo en el T_1 donde se aplica en una cobertera de vinaza, y alcanza el menor valor en las hojas del tratamiento en el que las dos coberteras son de vinaza (T_2).

Tabla 4. Niveles foliares en la hoja+1 según los tratamientos aplicados en función de la fertilización: T_0 fertilización tradicional (fondo y dos coberteras), T_1 (fondo y dos coberteras, la primera con vinaza), y T_2 (fondo y dos coberteras con vinaza) para el suelo de Motril. $DSM_{0,05}$ y $DSM_{0,01}$, diferencia significativa mínima al 95 y 99%, respectivamente

Tratamientos		% m.s.			mg kg^{-1} m.s.				
		N	P	K	Fe	Cu	Mn	Zn	B
T_0	Media	1,69	0,15	1,09	55,11	3,57	45,42	36,18	19,73
	DS	0,07	0,04	0,05	4,84	1,06	5,18	5,87	6,53
T_1	Media	1,47	0,14	1,13	53,49	3,84	46,52	29,39	9,51
	DS	0,06	0,03	0,08	7,64	0,97	5,12	3,16	0,62
T_2	Media	1,53	0,14	1,34	64,01	2,30	36,49	25,40	8,16
	DS	0,16	0,04	0,11	6,94	0,62	8,61	1,65	1,12
	$DSM_{0,05}$	0,21	-	0,17	-	-	-	7,92	7,67
	$DSM_{0,01}$	-	-	-	-	-	-	-	-

CONCLUSIONES

Como conclusiones previas en general en los análisis foliares el nivel de potasio es más elevado de lo que se esperaba para unos suelos pobres en este elemento y la aplicación de vinaza no mejora el contenido en hoja ni en potasio ni en nitrógeno. Sin embargo, como avance y antes de disponer de todos los resultados, la aplicación de vinaza concentrada al suelo en un cultivo de caña podría contribuir en la eliminación de un residuo altamente contaminante.

REFERENCIAS

Anderson, D L. and Bowen, J.E. (1990). "Nutrición de la caña de azúcar". Instituto de la potasa y el fósforo (INPOFOS), 10

El Wali, A.M.O., Gascho, G.J. (1984a). "Soil testing, foliar analysis, and DRIS as guides for sugarcane fertilization". *Agron. Journal* Vol. 76, pp. 466-470

El Wali, A.M.O., Gascho, G.J. (1984b), Fertilization of sugarcane using critical nutrient levels. *Sugar Journal* Vol.46(8), pp. 9-11

Fogliata, F.A. (1995). "Agronomía de la caña de azúcar". Ed. Graduado. Ayacucho, Argentina, pp. 1272

Humbert, R.P. (1968). "The growing of sugarcane". Ed. Elsevier Co. Amsterdam, pp 779

Little, T. M., Hills, F. J. (1976). "Métodos estadísticos para la investigación en la agricultura". Ed. Trillas. México

Lowery, B.; Schuler, R. (1985). "Influence of compactation on nutrient availability". In:. *Fertilizer, Aglime and Pest Management Conference*., Proceeding. Univ. Wisconsin, USA, pp 3

Olalla, L.; Jurado, F.; Navarro, E.; Mira, A. (1988). "Fundamento y estado actual de las recomendaciones de abonado de la caña de azúcar". Publicación de la Consejería de

Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía. Ed. Dirección General de Investigación y Extensión Agrarias
Petersen, R.G. (1994). “Agricultural Field Experiments”.. Ed. Marcel Dekker, Inc. New York

ESTUDIO PRELIMINAR POR ESPECTROMETRÍA INFRARROJA DE DEXTRANAS MODIFICADAS

Bermello, Addiss
del Valle, Maybis
Quiroga, Maya
Piloto, Carlos
Sosa, Mercedes

Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA), Vía Blanca No. 804 y Carretera Central, San Miguel del Padrón. Apdo. 4026, Ciudad de La Habana. Cuba. fax : 537 338236,
E-mail: addiss@icidca.edu.cu

ABSTRACT

A study, by infrared spectrometry of dextran modified with different crosslinking treatments using formaldehyde, for its use as physical support for agrochemical encapsulation is reported.

Polymeric materials, synthetic or natural, are widely used for formulations of controlled release systems, either as physical or chemical support.

The dextran crosslinking by means of the intensity increment of a methylene group valence vibration, using the relative intensity method is studied.

When dextran is heated, methylene groups show a tendency to decrease as long as temperature and time of treatment is increased. On the other hand, when dextran is crosslinked with formaldehyde methylene groups grow when temperature and time of reaction are increased.

INTRODUCCIÓN

La aplicación de productos químicos en la agricultura por medios convencionales, es una práctica actualmente muy impugnada por los grandes problemas ambientales que generalmente ocasiona. Una de las vías para mejorar esta situación es la formulación de los agroquímicos en forma de complejos de liberación controlada, lo que ofrece grandes ventajas ecológicas y económicas.

Las sustancias poliméricas constituyen la principal materia prima utilizada para la formulación de sistemas de liberación controlada [Kim S. W., 1980; Allan, G. G., 1985; Wood, D. A., 1980]. Se utilizan tanto polímeros sintéticos como naturales y los mecanismos de acción involucran a los polímeros como portadores físicos o químicos. Cuando los polímeros se utilizan como portadores físicos, actúan como una barrera que controla la liberación del bioactivo sin que exista ningún tipo de enlace químico entre ambos [Kim S. W., 1980].

Uno de los polisacáridos más ampliamente usado en la preparación de sistemas de salida controlada es la dextrana a causa de sus propiedades como son: hidrofilicidad,

solubilidad en agua, biocompatibilidad y degradabilidad, ya sea en su forma natural o entrecruzada [Rehab A., 1991].

Por su especificidad y rapidez la espectrometría infrarroja es un método ampliamente utilizado en la caracterización y estudio de sistemas químicos. En el presente trabajo se estudian, mediante la espectrometría infrarroja, dextranas sometidas a diferentes tratamientos de entrecruzamiento con formaldehído, para su utilización como soporte físico de agroquímicos por encapsulamiento.

MATERIALES Y MÉTODOS

Preparación de las muestras

Se mezcla la dextrana con el 10 o el 20 % de su peso de solución de formaldehído al 37 %, la mezcla se calienta en estufa a diferentes temperaturas y tiempos. También se estudian muestras de dextrana calentadas a las mismas temperaturas y tiempos, pero sin añadirle el formaldehído.Las muestras fueron:

DEXTRANA: dextrana técnica
DEX-M1: dextrana tratada con 10% de solución de formaldehído a 60^0C durante 4 horas
DEX-M2: dextrana tratada con 10% de solución de formaldehído a 80^0C durante 14 horas
DEX-M3: dextrana tratada con 20% de solución de formaldehído a 80^0C durante 14 horas
DEX-M4: dextrana tratada con 20% de solución de formaldehído a 100^0C durante 24 horas
DEX-D1: dextrana calentada a 60^0C durante 4 horas
DEX-D2: dextrana calentada a 80^0C durante 14 horas
DEX-D3: dextrana calentada a 100^0C durante 24 horas

ESPECTROMETRÍA INFRARROJA

Los espectros Infrarrojo (IR) de las muestras se midieron, en el rango de 4000 a 400 cm^{-1} en unidades de Absorbancia, en un espectrómetro modelo M-80 de la Carl-Zeiss-Jena, Alemania y en tabletas de KBr.

El espectro IR de la dextrana se asignó (Tabla I) utilizando literatura especializada [Barker S.A., 1956] y el programa ASIR v2,0 [ICIDCA, 1997; García J. A., 1996 y 1999].

Procedimiento de la intensidad relativa

Para realizar comparaciones entre las dextranas modificadas despreciando las variaciones en el grosor de la tableta entre las distintas muestras, utilizaremos la intensidad relativa de las vibraciones de interés analítico respecto a otra absorción en el espectro, cuya posición e intensidad no varían en la reacción de entrecruzamiento. Utilizaremos como banda de referencia la Nr. 14 de la Tabla I, una vibración del tipo 3 de la configuración estereoquímica β de las D-glucopiranosas que se asigna [Barker S.A., 1956] a una vibración de valencia simétrica o de “respiración” del anillo piranósico que aparece cerca de los 765 cm^{-1}.

Se calcula la intensidad relativa IR_K, según la expresión:

$$IR_K = A_K / A_R \qquad \text{Ecuación 1}$$

donde,

IR_K: intensidad relativa de la banda en k cm^{-1}

A_K: absorbancia de la banda en k cm^{-1}

A_R: absorbancia de la banda de referencia (765 cm^{-1}).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el entrecruzamiento de la celulosa [Bermello A., 1998; Bordallo E., 1998; Okuma S., 1991] ocurre el incremento de un grupo metileno (CH_2) por cada unidad de glucosa en la molécula. Cuando se utiliza el formaldehído, éste se condensa con la celulosa para producir el entrecruzamiento entre sus cadenas, según la reacción siguiente, donde CEL significa celulosa:

$$OR_{CEL}\text{-}OH + HCHO \rightarrow R_{CEL}\text{-}O\text{-}CH_2\text{-}OR_{CEL} + H_2O \qquad \text{Ecuación 2}$$

La celulosa es un homopolisacárido natural formado por unidades de anhidro glucosa unidas por enlaces b (1-4) y la dextrana es un polímero natural compuesto también por unidades de glucosa conformada, generalmente, por una cadena principal de enlaces consecutivos α 1-6 con ramificaciones en las posiciones de los carbonos 2, 3 ó 4, por lo que la composición química de ambos compuestos es semejante.

Si asumimos el esquema de reacción de la celulosa, para el entrecruzamiento de la dextrana en su reacción con el formaldehído, debemos esperar el incremento de las intensidades de las absorciones correspondientes al grupo funcional CH_2. Este grupo posee buenas absorciones características en su espectro IR, particularmente sus vibraciones de valencia alrededor de los 2900 cm^{-1}.

La asignación del espectro IR de la dextrana se presenta en la tabla 1. En los espectros IR de las dextranas modificadas no se aprecian nuevas bandas significativas respecto al espectro IR de la dextrana.

Tabla 1 Asignación del espectro ir de la dextrana

Nr.	Asignación	cm^{-1}
	n OH (polisacáridos)	3423
	n CH_2 *asim.*	2925
	n CH_2 *sim.*	2830 (h)
	δ OH (agua de cristalización)	1644
	δ CH(polisacáridos)	1456
		1420
	δ C_1-H (anómeros a y b de polisacáridos)	1370
	δ OH (polisacáridos)	1339
	δ C_1-H (anómeros a de polisacáridos)	1286
	ν C-O-C (polisacáridos)	1161
.	n C–O alcohol secundario saturado	1104
.	n C–O alcohol	1050 (h)
		1015
.	ν N tipo 1 (a-glucopiranosas)	911

.	ν N tipo 2b (a-glucopiranosas)	847
.	ν N tipo 3 (a-glucopiranosas)	764

Claves:
n: Vibración de valencia del enlace
d: Vibración de doblaje en el plano del grupo funcional
g: Vibración de doblaje fuera del plano del grupo funcional
N*:* anillo
asim: asimétrico
sim: simétrico
h: hombro

Para estudiar las variaciones experimentadas por la dextrana en los diferentes tratamientos, se calculan las intensidades relativas de la vibración de valencia de los grupos CH_2 en los 2925 cm^{-1} (tabla 1, banda Nr. 2). En la tabla 2 se muestran las intensidades relativas (IR_K) promedio de las mediciones por duplicado.

Tabla 2 Intensidades relativas de las dextranas tratadas

Dextranas calentadas				**Dextranas entrecruzadas**				
MUESTRA	IR_K	**^{0}C**	**Horas**	**MUESTRA**	IR_K	**^{0}C**	**Horas**	**% F**
DEXTRANA	2.8289	25	0	DEX-M1	2.1406	60	4	10
DEX-D1	2.2321	60	4	DEX-M2	3.2099	80	14	10
DEX-D2	1.9670	80	14	DEX-M3	3.1632	80	14	20
DEX-D3	2.2382	100	24	DEX-M4	3.6252	100	24	20
PROMEDIO	*2.3166*			*PROMEDIO*	*2.9936*			
DESV. ST.	*0.3154*			*DESV. ST.*	*0.4958*			

En las dextranas calentadas, se observa la disminución de los grupos CH_2 según se incrementa la temperatura y el tiempo de calentamiento, con un pequeño incremento del parámetro IR_K en las condiciones más drásticas: 100^0C durante 24 horas (DEX-D3), lo que pudiera estar motivado no tanto por el incremento de los grupos CH_2, sino por la disminución de la intensidad de la banda de referencia a causa de cierta degradación de la dextrana nativa en estas condiciones.

En las dextranas entrecruzadas, a concentraciones constantes de formaldehído, se aprecia la tendencia al incremento de los grupos CH_2 según aumenta la temperatura y el tiempo de reacción. Lo anterior corrobora que la reacción fundamental de entrecruzamiento de la dextrana con el formaldehído es análoga a la de la celulosa y confirma la factibilidad de utilizar el procedimiento analítico descrito para evaluar el avance de la reacción de entrecruzamiento de la dextrana.

Las experiencias realizadas a diferentes concentraciones de formaldehído (DEX-M2 y DEX-M3) no indican una dependencia significativa del entrecruzamiento de la dextrana con éste parámetro.

Se sugiere continuar trabajando en el estudio de la influencia de los parámetros investigados en el entrecruzamiento de la dextrana.

CONCLUSIONES

- Se asignaron los espectros de absorción infrarroja de la dextrana y de dextranas modificadas.
- Se compararon, en las diferentes muestras estudiadas, las intensidades relativas de la vibración de valencia asimétrica de los grupos CH_2 en los 2925 cm^{-1}.
- En las dextranas calentadas, la intensidad de los grupos CH_2 disminuyen, en general, según se incrementa la temperatura y el tiempo de calentamiento.
- En la dextrana tratada con formaldehído, se confirma su entrecruzamiento con el incremento de la temperatura y el tiempo de reacción, a través del aumento de la intensidad de los grupos CH_2.
- El procedimiento descrito posibilita evaluar el avance de la reacción de entrecruzamiento de la dextrana.
- Se recomienda profundizar en el estudio de la influencia de los parámetros investigados.

REFERENCIAS

Kim, S. W., Pettersen ,R. V. y Feijen, J., (1980). "Polymeric Drug Delivery Systems" En: "*Drug Design"* Vol. X. Cap. V, Academic Press Inc., USA.

Allan, G. G. y Neogi, A. N. (1985). Controlled release compositions. U. S. Pat. 4 554 155 (Nov. 19, 85).

Wood, D. A. 1980, "Biodegradable drug delivery systems*". Intern.. J. Pharmac*. Vol. 7(1): p. 1-18.

Rehab, A., Akelah, A., Issa, R., et. al., (1991). *J. Bioactive Compat. Polym*. Vol. 6, p. 52.

Barker, S.A., E.J. Bourne, D.H. Whiffen, 1956. "Use of Infrared Analysis in the Determination of Carbohydrate Structure". En: *Methods of Biochemical Analysis*, Vol. III, pp 213-245.

ICIDCA, 1997. *Programa ASIR* v 2.0.

García, J. A.., A. Bermello y otros, 1996. "The automated assignment of Infrared spectrum: ASIR 1,1. Software implementation". *Revista* CIENCIA (Venezuela), Vol. 4, Nr. 2.

García, J. A., A. Bermello y otros, 1999. "Algoritmo para la asignación automatizada de espectros infrarrojo". *Afinidad,* Vol .LVI(484), pp. . 349 – 359

Bermello, A. y otros (1998*).* "Determinación por espectrometría infrarroja de grupos metileno en celulosa entrecruzada". *Revista ICIDCA*, Vol. 32(3), pp. . 75 –83.

Bordallo, E. y otros (1998*).* Celulosa en forma esférica. Entrecruzamiento con epiclorhidrin*a*. *Revista ICIDCA,* Vol. 32(3), pp.. 84 –9

Okuma, S. et. al (1991). Fine cellulose particles and process for production 0 thereof. USA Patent 5,064,950, Nov. 12,.

ESTUDIO TECNOLOGICO DEL SISTEMA DE AGUA Y FIBRA DE LA FABRICA DE TABLEROS JESUS MENEDEZ

Pérez Rodríguez, M.;
Medina, M.
Pérez López, M.
Leal, J.

UIP de la Celulosa del Bagazo Cuba-9. Apartado 8, CAI Pablo Noriega, Quivicán, La Habana, Cuba.
E-mail: investc9@etecsa.ip.cu

ABSTRACT

In the work we were carried out a technological analysis of the process of production of boards starting from integral bagasse, using the method in humid. The factory to which was carried out the study possesses a late technology that doesn't keep in mind systems of fiber recovery with process waters reuse.

t was also determined that the consumption of water for cubic meter of board is 120 m^3, that which means a consumption of water five times superior to the values obtained in the conventional processes of production of boards. They were also carried out a series of recommendations that you implied technological improvements giving solution to the high consumption of water and of integral bagasse, these recommendations are applicable to any boards' factory that uses this same technology.

INTRODUCCIÓN

En un proceso tecnológico se debe tener en cuenta la utilización racional de los recursos materiales, debido a que estos se revierten en costos que encarecen el producto final e implican un impacto ambiental, el cual pudiera ser negativo.

El presente trabajo pretende realizar un estudio del sistema de agua y fibra de la tecnología utilizada por la fábrica de tableros Jesús Menéndez, siendo el objetivo principal la reducción de los consumos. Lo que se traduce en una disminución del volumen de los vertimientos que se obtienen durante todo el proceso.

Para llevar a cabo este análisis, será necesario una caracterización de estas corrientes con el objetivo de evaluarlas para determinar el mejor uso de estas, ya sea dentro del mismo proceso tecnológico o fuera de este.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para el muestreo de los diferentes puntos se tuvo en cuenta principalmente las etapas de preparación de fibras y formación del colchón, donde ocurren los mayores consumos de agua y vertidos, así como la descarga general de la planta a través de la toma de muestras en la zanja principal donde se mezclan todos los efluentes del proceso.

Si tenemos en cuenta que la producción de tableros es de 1440 Tab/día, lo cual significa 15.7 m^3/día o lo que es lo mismo 14 Ton./día (teniendo en cuenta que la densidad del tablero es de 900 kg./m^3), el índice de consumo de agua es de 120m^3 a 170 m^3 por tonelada de tablero producido, según los muestreos realizados, si suponemos un sistema estable donde todo el agua que entra, sale del sistema.

En cuento a las pérdidas de fibra, los valores reportados en el análisis del sistema, se encuentran entre 3.4 - 4.8 Ton/día, lo que representa de un 20 a un 26 % de pérdidas totales. Esto significa que actualmente para producir una tonelada de tableros se requiere de 1.25 a 1.35 toneladas de bagazo seco.

Recomendaciones para la reducción de los consumos de agua

1. 1. Utilizar solo agua fresca en las duchas de limpieza de mallas y paños.
2. 2. Para los ajustes de consistencia, utilizar agua recuperada, así como para la hidratación del bagazo en el tanque de hidratación.
3. 3. Instalar en el tanque de agua del sistema hidráulico de la prensa, un dispositivo que posibilite minimizar el derrame de agua en este punto.

Medidas que se pueden adoptar para llevar a cabo estas recomendaciones:

Duchas de limpieza: La utilización de forma óptima de las duchas de limpieza permite: Incrementar el efecto limpiador, disminuir el riesgo de daños a las vestiduras, así como minimizar los servicios de mantenimiento. Sprying Sistem Co.(2000).

Para mejorar el sistema actual de la instalación existente, se pueden utilizar boquillas de abanico, las cuales cubren a través de su chorro disperso, toda el área transversal de las vestiduras de prensas húmedas y formadores cilíndricos. Este sistema es el más adecuado para máquinas de baja velocidad. Además posee como ventaja principal que no es necesario adaptarle un sistema de oscilación, al sistema ya existente. Sería conveniente observar las particularidades propias de cada instalación, realizando pruebas fundamentalmente con los parámetros de la distancia más adecuada entre las boquillas y la tela, así como las presiones a utilizar, lo cual depende en gran medida del tipo de tela que se utiliza.

En el caso de que se desee utilizar un sistema de limpieza a alta presión con boquillas del tipo de "aguja" con el objetivo de buscar niveles de limpieza superiores, será obligatorio adaptar un sistema de oscilación a las duchas, el cual puede ser del tipo eléctrico, mecánico o neumático.

Ventajas del sistema de Limpieza de alta presión con boquillas de aguja respecto a las boquillas de abanico:(1) Proporciona un **mayor efecto limpiador** para situaciones similares de presión y diámetro de boquilla; (2) El consumo de agua es inferior, cuando se busca en las duchas de abanico optimizar su trabajo (realizando cambios de presión y diámetro de la boquilla).

Desventajas del sistema de Limpieza de alta presión con boquillas de aguja respecto a las boquillas de abanico: (1) Requiere de un sistema de oscilación; (2) Es más propenso a la obstrucción de las boquillas por la deposición de impurezas en los agujeros de salida.

Teniendo en cuenta las condiciones existentes en la instalación actual y el análisis realizado anteriormente, se recomienda el uso de un sistema de alta presión con boquillas de abanico.

-

Ajustes de consistencia: El problema principal que incide en la dilución de la pasta con agua recuperada es el contenido de fino que esta mantiene en el sistema, el cual se incorpora al que ya viene junto a la fibra, ello es perjudicial para las vestiduras y las mallas de la prensa, que corren el riesgo de sufrir tupiciones, incrementan el consumo de vapor en el secado de los tableros y puede crear variaciones no deseadas de consistencia en el proceso.

***Solución a corto plazo**:* Se propone realizar una clasificación de las aguas que se recuperan durante la formación y prensado del tablero. Esta medida conlleva a separar estas dos corrientes para ser utilizadas en diferentes partes del proceso. Carvajal (1999).

El agua que es extraída en el proceso de formación pudiera ser utilizada únicamente en el tanque de bagazo donde se hidrata el bagazo, la misma posee un mayor contenido de sólidos, mientras que el agua eliminada durante el prensado (con menos contenido de sólidos) se podría utilizar en el control de consistencia.

Para llevar a cabo esta desagregación de las corrientes, teniendo en cuenta las características de la instalación disponible, es posible dividir el tanque de agua recuperada en dos partes a través de un tabique, con una altura inferior al nivel de reboso del tanque, con lo cual se busca que en caso de tener en determinado momento una sección del tanque más llena que la otra esta pueda rebosar, sin ocasionar derrames, hacia el otro compartimento.

Con esta modificación es necesario mantener en funcionamiento las dos bombas existentes para este tanque, sin alterar el sistema de tuberías actual, solo debe tener bien claro el operador del área el flujo tecnológico a seguir.

Las salidas de ambas bombas se mantendrán interconectadas a través de una tubería con una válvula de cuchilla, lo cual brinda como posibilidades que en caso de rotura, asuma el trabajo de ambas, una de ellas.

***Solución a largo plazo**:* Instalar un sistema de desmeollado en suspensión, lo cual permitirá separar los finos (meollo) de la fibra antes de su entrada al proceso.

Con este sistema se podrá operar de forma continua, no será necesario el tanque de hidratación o se puede utilizar como tanque almacén del agua recuperada, mientras que se podría estudiar la utilización o no del refinador de martillo.

De este nuevo arreglo tendremos como corriente residual la médula que se extraerá, la cual podrá ser utilizada como base para compost (en el mejoramiento de suelos, en el cultivo de la caña) o se procederá a quemar, con un previo secado de la fibra, el cual puede ser por la exposición a la intemperie, en un área condicionada para tal efecto. Además tendremos un porciento del agua clarificada en los filtros, que no podrá ser reciclada al proceso.

Hay que señalar que el sistema propuesto no invalida, la solución a corto plazo, pues el agua que se drena en la formación del tablero podrá ser utilizada en el Hydrapulper; así

como, en el caso de que se proyecte la construcción del patio de bagazo, no se contradice con este arreglo tecnológico.

Dispositivo auxiliar para minimizar los derrames de agua: En este caso se propone un sistema sencillo, para controlar la entrada del make-up, en el tanque de agua que suministra al sistema hidráulico de la prensa de platos. Esta solución ofrece como ventaja principal que se elimina la ejecución manual de esta tarea, lo que brinda la posibilidad de reducir el derrame innecesario de agua fresca. Sprying Sistem Co. (2000).

El sistema hidráulico de cierre de la prensa de alta presión se realiza utilizando como fluido agua que se suministra al pistón.

Existen 2 sistemas de bombeo para trasmitirle la energía al líquido:

1. 1. Sistema tradicional con una bomba reciprocante accionada con una máquina de vapor.
2. 2. Sistema moderno compuesto por una bomba centrifuga encargada de lograr el cierre rápido de la prensa y una bomba reciprocante para lograr los incremento de presión hasta los valores normalizados de explotación.

El volumen de agua requerido por el sistema está en el entorno de los 650 litros, este fluido una vez realizado el trabajo retorna al deposito de origen. En la realidad lo que sucede es que el rellenado del agua del deposito principal se hace manual, es decir se abre la válvula de suministro de agua fresca y el tanque eleva su nivel, esto se realiza durante la operación de consumo de agua, por lo que una vez retornada el agua que se encuentra en el sistema se bota el recipiente perdiéndose agua fresca.

Focos de consumo.

El consumo de agua en este lazo es bajo y está determinado por el agua de evaporación, fugas de agua por los sellos de la bomba y del pistón, pérdidas por salpicaduras, etc.

Propuesta de cambio tecnológico para eliminar las pérdidas de agua.

Se recomienda el montaje de un lazo de control de flotante de 1” (pulgada) similar al que se emplea en las cisternas, capaz de compensar los diferenciales de agua consumidos en el tiempo. Una vez devuelto los volúmenes de agua a este tanque, el flotador quedará sumergido en el líquido.

Este tipo de control es muy simple, económico y de alta confiabilidad, capaz de variar con facilidad el nivel a controlar modificando el brazo del flotador.

ESTUDIOS EN LA PRODUCCIÓN POR VÍA FERMENTATIVA DEL ÁCIDO JASMÓNICO.

Michelena, Georgina
Altuna, Beatriz
Almeida, Giselle
Eng, Felipe
Lorenzo, Magdalena
SantoTomás, Julio. A.,
Oliveros, Mayté
Legrá, Silvano
Armenteros, Silvia
Redondo, Delfa

ICIDCA, Vía Blanca 807 esq. a Carretera Central, P.O. Box 4026, C. Habana, Cuba.
Email: miche@icidca.edu.cu.

ABSTRACT

The effect of the fedbatch system in the jasmonic acid production was studied. It was observed that the concentration was increased with this system. The sucrose and organic acid profile was determined. There were not significative increase with the addition of the inductive and permeabilizaters in the jasmonic acid production. With the citric extract and biobras 16 a lighly increase was observed.

INTRODUCCIÓN

Los metabolitos secundarios obtenidos principalmente a partir de plantas son inducidos como respuesta de éstas ante el ataque de insectos y hongos patógenos. Se ha mostrado que el ataque de insectos activan la ruta metabolica vía lipoxigenación del ácido linoleníco, lo cual produce ácido jasmónico como metabolito principal, por lo cual el ácido jasmónico (AJ) sirve como una señal para la expresión de un número de compuestos tales como inhibidores de proteinasa, polifenoloxidasas y glicoalcaloides esteroidados que contribuyen con la resistencia en plantas.

En el camino de la producción de bioestimuladores y metabolitos que induzcan mecanismos de biocontrol, se trabajó en la producción vía microbiológica del ácido jasmónico a partir de *Botryodiplodia theobromae*.

El Acido Jasmónico (AJ) es un regulador del crecimiento vegetal endógeno, sintetizado de manera natural por una gran variedad de plantas (Meyer, A. y col., 1984). Fue aislado en 1971 a partir de sobrenadantes de cultivos del hongo *Botryodiplodia theobromae* e identificado como potente inhibidor del crecimiento y senescencia de las plantas (Aldridge D. y col, 1971).

MATERIALES Y MÉTODOS

Microorganismo

Se utilizó la cepa 715 y 1517 de *Botryodiplodia theobromae* obtenidas de la colección de microorganismos del Instituto Nacional de Investigaciones Fundamentales de la Agricultura Tropical (INIFAT), La Habana, Cuba, la cual fue conservada en tubos inclinados con extracto de malta-agar (Merck) a 4°C.

Medio de cultivo

En la producción de AJ se utilizó el medio de cultivo Miersch (11-3) que utiliza sacarosa como fuente de carbono y nitrato de potasio como fuente nitrogenada.

Inóculo y condiciones de fermentación

Se utilizaron placas petri con 25 mL de extracto de malta-agar, las cuales, se inocularon por estría a partir de micelio de la cepa 715 y 1517 de *Botryodiplodia theobromae* procedente de los tubos inclinados crecidos durante 3 días, las placas petri sembradas se incubaron por 5 días a 30°C. El medio de cultivo se ajustó a pH 5.5 con NaOH (1N) y se esterilizó durante 15 minutos a 120°C. Se inocularon 10 fragmentos miceliales de 8 mm de (obtenidas a partir de siembras realizadas en placas petri, en erlenmeyers de 5000 ml con 1000 ml de medio de cultivo Miersch, se incubó a 30°C durante 15 días.

Análisis Químicos

Biomasa. El micelio se separó por filtración a vacío con papel de filtro Whatman 4, previamente tarado, el residuo se secó en estufa a 60°C por 24 horas, la diferencia entre el peso final y el inicial se reportó como biomasa formada (%).

Determinación de pH. El líquido sobrenadante obtenido en la determinación de biomasa se le midió el pH directamente en un potenciómetro digital Crison.

Detección y cuantificación de jasmonatos. El medio de fermentación se separó del micelio por filtración al vacío, utilizando papel de filtro Whatman N° 4. Alícuotas de 5 ml del cultivo filtrado se ajustaron a pH 3.0 con HCl (4M) y se sometieron a extracción con acetato de etilo (1:1). Las fracciones conteniendo el AJ se deshidrataron con sulfato de sodio anhidro y se llevaron a sequedad por rotoevaporación a 50°C. Para la determinación del AJ y compuestos relacionados se utilizó la técnica de cromatografía gaseosa(Demole, E.; Lederer, E. y Mercier, D. (1962).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Cinética de producción de ácido jasmónico. CULTIVO FEDBATCH.

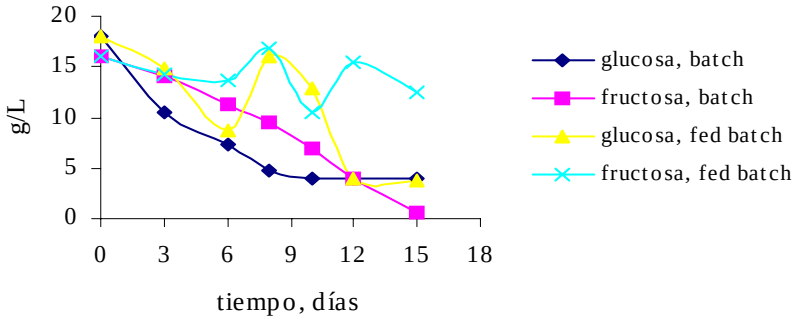
Los estudios cinéticos de producción de AJ se realizaron utilizando la cepa 715, en base a que es la cepa que mayor capacidad mostró en la producicción de AJ en el medio Miersch. La producción de AJ se inicia al limitarse el crecimiento, mostrándose un comportamiento característico del metabolismo secundario, pues se detectó la presencia de AJ a partir de la hora 48.

En la tabla 1 se presentan las respuestas productivas medias calculadas para los sistemas batch y fedbatch. Puede apreciarse que la productividad máxima de AJ se mantiene muy similar para el sistema en batch entre el día 6 y 12 , mientras que ocurre igual comportamiento para el fed batch entre el 8 y el 15, con un valor de aproximadamente 2,6 mg/L-h como promedio para ambos sistemas. El $Y_{P/S}$ es máximo a la hora 288 para el batch, mientras que el fed batch presentó un comportamiento no uniforme. Teniendo en cuenta ambas respuestas productivas no se observan diferencias considerables en los indicadores fermentativos de ambos sistemas, a pesar de obtenerse un incremento del 40 % en las concentraciones finales (614 y 844 mg/L para el batch y el fed batch respectivamente). Este resultado desde el punto de vista económico es considerable y valida como criterio para la selección del sistema fedbatch como favorable para la producción del AJ. En este caso el tiempo de la fermentación óptimo deberá estar entre las 288 y 360 horas de fermentación.

Tabla 1. Respuestas productivas del sistema batch y fed batch para la producción de AJ por *Botryodiplodia theobromae* 715.

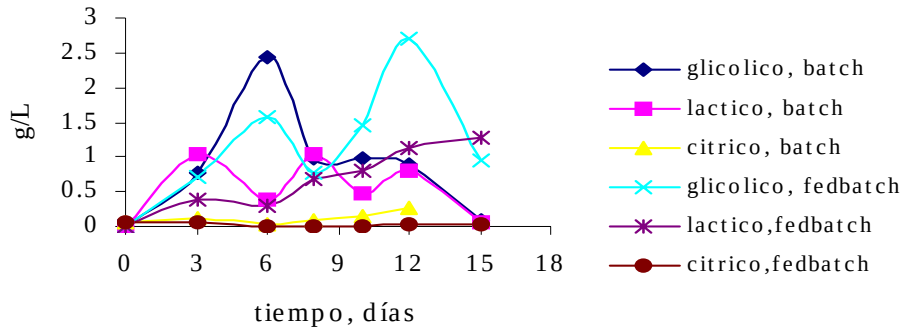
Tiempo (días)	tiempo (h)	P_{AJ} (mg/L-h)		$Y_{P/S}$ (%)	
		batch	fed batch	batch	fed batch
6	144	2.86	3.04	1.37	2.43
8	192	2.81	2.67	1.62	9.31
12	288	2.62	2.58	1.76	2.01
15	360	1.71	2.35	1.30	1.94

De la figura. 1 puede observarse que la glucosa es degradada más rápidamente tanto en el sistema en batch como en el fed batch, sin embargo, la fructosa es consumida totalmente en el sistema en batch, mientras que queda glucosa residual al cabo de 15 días en este mismo sistema. Un análisis en el comportamiento de los ácidos orgánicos (figura. 2), muestra la formación principal del ácido glicólico, luego del láctico y en menor medida el cítrico, siendo similar la tendencia en el sistema batch como en el fed batch.



.

Fig. 1. Cinéticas de consumo de glucosa y fructosa en fermentación batch y fed batch



de *Botryodiplodia theobromae* 715.

Fig. 2. Cinéticas de producción de ácidos orrgánicos en fermentación batch y fed batch de *Botryodiplodia theobromae* 715.

- **Influencia del uso de inductores y permeabilizadores en la producción de AJ .**

La tabla 2 muestra los resultados de la adición de diversos inductores y permeabilizadores de membrana sobre la concentración de AJ.

Tabla 2. Efecto de diferentes inductores y permeabilizadores de membrana sobre la producción de ácido jasmónico.

DOSIS		pH	AJ, mg/L
Ácido linoleíco, ml/L	0.5	8.7	433
	1.0	8.5	360
	2.0	8.6	283
	3.0	8.6	377
Aceite de girasol, ml/L	5	8.6	416
	15	8.7	401

	25	8.2	251
Extracto cítrico, ml/L	5	4.5	4
		4.0	2
15		8.1	539
25			
Biobras 16	5	8.6	366
		8.6	592
15		8.6	548
25			
Aceite de soya, ml/L	5	8.1	402
	15	7.7	382
	25	8.0	336
Patrón		9.0	476

Como puede observarse, no existe aumentos significativos en la producción de jasmónico con la adición de inductores en los niveles ensayados. Sólo se observó un ligero incremento cuando se adicionó el extracto cítrico y el biobras 16. Este resultado coincide con reportes anteriores donde el uso de estimuladores favorece el crecimiento de biomasa y no la producción de metabolitos, particularmente en fermentaciones no asociadas cuando las concentraciones del estimulador son bajas.

CONCLUSIONES

Se obtuvo mayores concentraciones en la producción de AJ con el uso del sistema fedbatch de fermentación, a pesar de no observarse aumentos en las productividades y los rendimientos.

La glucosa es degradada más rápidamente tanto en el sistema en batch como en el fed batch, sin embargo, la fructosa es consumida totalmente en el sistema en batch. Se observó formación de ácido glicólico, luego del láctico y en menor medida el cítrico, siendo similar la tendencia en el sistema batch como en el fed batch.

REFERENCIAS

Aldridge, D.C.; Galt S.; Giles, D.; Turner, W.B. (1971) Metobolites of *Lasiodiplodia theobromae*. *J. Chem. Soc. Chem. Commun.* Pp. 1623-1625

Demole, E.; Lederer, E. y Mercier, D. (1962) *Helv. Chim. Acta* Vol. 45, pp. 675-685

Miersch, O.; Günther, T.; Fritsche, W.; Sembdner G. (1993) Jasmonates from Different Fungal Species. *Natural Product Letters* Vol. 2:pp. 293-299

Meyer, A.; Miersch, O.; Büttner, C.; Dathe, W. y Sembdner, G. (1984) Ocurrence of the plant growth regulators jasmonic acid in plants. *J. Plant Growth Regul*. Vol. 3, pp. 1-8

Miersch, O.; Preiss, A.; Sembdner, G.; Schreiber, K. (1987) (+)-Isojasmonic Acid and Related Compounds from *Botryodiplodia theobromae*. *Phytochemistry* Vol. 26, pp. 1037-1039

ESTUDIOS PARA LA FORMULACIÓN DE UN MEDIO DE CULTIVO PARA PROCESOS INDUSTRIALES A PARTIR DE BACTERIAS LÁCTICAS

Serrano, P
Brizuela, M.A
Delgado, G,. Rodriguez, D
Bueno, G. Iglesias
I. Betancourt, D.
Alvarez, I.

Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar.
Vía Blanca 804. P. Box. 4026 Ciudad de la Habana.
Fax: (537)338236
E.mail: paulina@icidca. edu.cu

ABSTRACT

Studies were carried out for culture medium formulation in order to produce industrial biological products starting from lactic bacteria, using for it raw materials of national origin as source of carbon and nitrogen. At the same time were removed any mineral salts from the standard medium.
The culture medium was obtained in the most simple and lest expensive way. The initial components as: Sodium Acetate, Ammonium Citrate and Potassium Phosphate were removed from the standard medium for *Lactobacillus* It was determined that the complex nitrogen sources can be substituted by Yeast Extract and/or Yeast Hydrolyzed. As well as, the carbon source as glucose can be replaced by treated or not sugar cane molasses, according to the final production object, without modified the probiotics properties or preserve of biological products from Lactic acid Bacteria.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años han surgido numerosas investigaciones enfocadas a desarrollar tecnologías de nuevos ingredientes o aditivos alimentarios que se obtienen mediante procesos biotecnológicos, lo que ha implicado la aplicación de organismos vivos y/o subproductos metabólicos de estos en los diversos sectores de producción., estando presente en el mercado enzimas, probióticos, prebióticos, Preservantes y otros. Brizuela, y col. (2001), Laura J. Fooks y col. (1999), Camps, D.M y col. (1999), Pascual M. Garriga y col. (1996), Weinberg Z.G *y col.(1993)*

El empleo de microorganismos para desarrollar tecnologías eficientes que contribuyan directa o indirectamente en la producción animal, requiere además de una correcta selección del microorganismo, y de los parámetros biotecnológicos del proceso,

de un medio de cultivo que al mismo tiempo que cubra los requerimientos nutricionales del microorganismo, permita su escalado a nivel industrial de manera económicamente viable.

El objetivo de este trabajo ha sido formular un medio de cultivo de menor complejidad y económicamente viable para el desarrollo industrial de un preparado probiotico y un preservante de materiales fibrosos a partir de Bacterias Lácticas, empleando para ello fundamentalmente productos de origen nacional.

MATERIALES Y MÉTODOS

Microorganismos empleados

Cepas de *Lactobacillus* B/103-1-5 y LB-12 pertenecientes al Banco de Cepas del ICIDCA.

Medios de Cultivo

M1: MRS D`Man Rogosa Sharpe (1960).; **M2:** Sustitución en M1 de la glucosa por miel final de caña; **M3, M4, M5, M6:** Sustitución en M2 de las fuentes de nitrógeno por extracto de levadura para 2.6, 2.0,1.3 y 0.5 g/L^{-1} de nitrógeno respectivamente; **M7:** Sustitución en M2 de las fuentes de nitrógeno por Hidrolizado de Levadura para 2 g. L^{-1} de nitrógeno,. P.Serrano (1989**); M8:** Sustitución en M1 de las fuentes nitrogenadas por Extracto de Levadura para $2g/L^{-1}$ de nitrógeno; **M9:** Sustitución en M8 de la miel final por miel final clarificada, O. Almazan (1982); **M10:** Exclusión en M8 de las sales Acetato. de Sodio, Citrato de Amonio y Fosfato de potasio; **M11**: Sustitución en M10 de la miel clarificada por Miel Final.

Condiciones de fermentación

Se parte de un inóculo incubado en caldo MRS a 37 ºC durante 24 h Se realizó el cultivo en los diferentes medios, empleando un fermentador con control automático de pH, temperatura y agitación. El pH del medio se ajustó a 6.5 y la temperatura a 37ºC. Se inoculó en relación 1/10 v/v.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 1 Parámetros cinéticos y productivos de *Lactobacillus* en diferentesmedios de cultivo a 37ºC y pH 6.5

Parámetros	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5	M-6	M-7
Biomasa($g.L^{-1}$)	4.20	3.95	3.64	3.79	3.80	1.70	4.00
Ácido ($g.L^{-1}$)	13.50	13.40	13.40	13.60	14.00	9.10	14.00
Azúc. Consum.($g.L^{-1}$)	10.00	10.60	10.10	10.10	10.80	14.00	10.10
m (h^{-1})	0.63	0.59	0.58	0.63	0.58	0.24	0.62
t_d (h)	1.11	1.17	1.20	1.10	1.19	2.92	1.12
r	0.9971	0.9976	0.9983	0.9986	0.9995	0.9982	0.9996
$Y_{x/s}$ (%)	42.00	37.30	36.00	37.50	35.10	12.10	39.60

P ($g.L^{-1}.h^{-1}$)	2.63	2.33	2.10	2.40	2.20	0.40	2.47

A partir de estos resultados se pudo deducir que la mejor concentración de nitrógeno orgánico cuando se utiliza el extracto de levadura como fuente de este elemento es 2.0 $g.L^{-1}$, ya que en esta condición (Medio4) es donde se obtienen los mejores valores de rendimiento y productividad. Sin embargo el comportamiento manifestado por los parámetros cinéticos al sustituir las fuentes de nitrógeno por hidrolizado de levadura corrobora la idoneidad del medio M7 para ser utilizado en la producción industrial a partir de cepas de *Lactobacillus.*

Para estudiar el efecto de las fuentes carbonadas (glucosa y miel final) a diferentes concentraciones en el crecimiento de las cepas de *Lactobacillus,* con vistas a la formulación del medio de cultivo, se realizó un diseño experimental 2^2 (nivel bajo: glucosa, 15 $g.L^{-1}$, nivel alto: miel, 25 $g.L^{-1}$) cuyos resultados se muestran en la siguiente tabla.

La tabla 2, muestra los parámetros cinéticos y productivos de mayor significación, producción de biomasa y ácido láctico, obteniéndose rendimientos biomasa/sustrato en el entorno del 30% y valores de productividad en el rango de 1-2 g L^{-1} h^{-1}indistintamente, resultados que coinciden con los alcanzados por Serrano y col., (1989) en la evaluación de las fuentes de carbono y nitrógeno para el crecimiento de Bacterias Lácticas.

Tabla 2. Influencia de las fuentes y concentraciones de carbono sobre los parámetros cinéticos y productivos de *Lactobacillus*

Fuente de carbono	Conc. ART. (g L^{-1})	Biomasa (g L^{-1})	Acido Láctico (g L^{-1})	$Y_{x/s}$ (g biom./g sust.)	m ((h^{-1}))	p (g L^{-1} h^{-1})
Glucosa	15	5.08	12.15	0.385	0.297	1.51
Miel	15	4.01	17.70	0.293	0.264	1.06
Glucosa	25	5.55	18.15	0.243	0.303	1.68
Miel	25	4.96	23.60	0.26	0.298	1.48

Tabla 3. Discriminación de factores de los modelos experimentales según diseño 2^2

Parámetros	**Coeficientes**					**Valor de p (α = 0.05)**				
	m ((h^{-1}))	$Y_{x/s}$ (g biom./g sust.)	p (g L^{-1} h^{-1})	Biomasa (g L^{-1})	Ac. Láctico (g L^{-1})	m (h^{-1})	$Y_{x/s}$ (g biom./g sust.)	p (g L^{-1} h^{-1})	Biomasa (g L^{-1})	Ac. Láctico (g L^{-1})
Const.	0.290	0.295	1.431	4.900	17.90	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Fuente de carbono	-0.009	-0.019	-0.161	-0.415	2.750	0.112	0.395	0.097	0.128	0.002
Conc. de A.R.T	0.007	-0.053	0.125	0.315	2.983	0.155	0.060	0.144	0.191	0.001

Teniendo en cuenta la influencia significativa de las variables fuente de C y concentración de ART., sobre la producción de ácido láctico, si el propósito es favorecer la síntesis de biomasa sobre la de ácido láctico, la mejor opción será la glucosa en una concentración de 15g L^{-1} de ART. No obstante el efecto no significativo de las fuentes de carbono evaluadas sobre la síntesis de biomasa, favorece la selección de la miel final de caña por su menor costo y mayor disponibilidad.

Tomando en consideración la necesidad de obtener un medio de cultivo menos complejo para su utilización en procesos industriales, se realizaron experiencias preliminares con el propósito de excluir algunas sales, fundamentalmente aquellas que se adicionan en mayor concentración por litro.

En los resultados mostrados en la tabla 4 no se observaron diferencias significativas entre las variantes evaluadas respecto a materia seca y UFC/mL, sin embargo se observan diferencias significativas para un 95% de confianza, en el consumo de azúcares entre el testigo y las variantes M9, M10, M11 y entre la variante M9 y M11, resultando en un rendimiento superior de biomasa /sustrato cuando se emplea miel física como fuente de carbono, lo cual puede ser explicado por el hecho de que la miel física aporta sales y otros componentes estimulantes de los procesos fermentativos. Este resultado indica que puede utilizarse indistintamente miel final física o clarificada, así como, que es posible excluir tres de las sales componentes del medio MRS.

Tabla 4 Efecto de la eliminación de sales del medio de cultivo

Medios	**consumo de ART (g/L)**	**materia seca (g/L)**	**log UFC/ml**
M1	16.2	2.84	2.00
M8	18.03	3.52	1.99
M9	12.63	2.66	1.73
M10	14.52	3.73	2.23
M11	9.22	3.21	2.06

CONCLUSIONES

Se obtuvo un medio de cultivo más simple y económico, donde se eliminan del Medio Estandar para Lactobacilos las sales Acetato de Sodio, Citrato de Amonio y Fosfato

de Potasio, Se sustituyen las complejas fuentes de nitrógeno por Extracto de Levadura y/o Hidrolizado de Levadura, así como, la fuente de carbono Glucosa por miel final de caña clarificada o no, según el propósito productivo, sin modificar las propiedades probioticas o preservantes de los biopreparados de Bacterias Lácticas

REFERENCIAS

Almazán, O.; Klibansky, M.; Otero, M. A (1982). Editorial Científico Técnica, La Habana, Cuba , pp 23

Brizuela, M.A., Serrano, P., y Pérez, Y (2001). *Brazilians Archives of Biology and Technology*, Vol. 44(1) pp.95-99

Camps, D.M., Brizuela , M.A., y Serrano, P (1999)..*Rev. Cubana de Ciencia Avicola*, Vol.23: pp.153-156

De man, j. c.; Rogosa, m.; Sharpe, M. E (1990) *J Appl Bacteriol*, Vol.32, pp. 130-135.

Pascual M. Garriga.; M.&Monfort J.M. IRTA (1996).*Eurocarne* No 4 pag. 91-96

Laura J. Fooks.; Roy Fuller and Glenn R. Gibson (1999*). International Dairy Jo*urnal Vol.9, pag 53-61

Serrano, P.; Brizuela, M. A.; Cabello, A.; González, A. (1989), *Revista ICIDCA*, Vol. XXIII, *N*^{o} 2, pp. 2-10

Weinberg Z.G.,Ashbell G., Azrieli A., Brukental I. (1993) *Grass and Forage Science*, Vol.48, pp. 70-78

ESTUDIOS PREVIOS PARA LA SELECCIÓN DE CEPAS DE LACTOBACILOS DE INTERÉS EN FERMENTACIÓN ALCOHÓLICA

Rosete, A*
García, R*
Valdés, I*
Hernández, L.M*

* Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA)
Vía Blanca 804 y Carretera Central, Ciudad Habana, Cuba.
Teléfono: (537) 986501/986502 Fax: (537) 338236

E-mail: microb@icidca.edu.cu

ABSTRACT

In this paper, it is presented previous results obtained in the selection of major potential strains of *Lactobacillus* to be used in controlled congeners´s production, through the development of mixed cultures for the efficient production of aguardiente. Different heterofermentative Lactobacillus species were selected from the ICIDCA´s microorganisms culture collection. With this objective, were developed curve of bacterial growth in MRS and molasses media, as well as, was determined the tolerant to ethanol. It also was determined the specific growth rate and duplication time for each strain in both media assayed.

INTRODUCCIÓN

El ron, en su estado bruto, es una solución hidroalcohólica que contiene diferentes compuestos volátiles (alcoholes superiores, ácidos grasos, esteres, compuestos fenólicos, carbonilos, lactonas y acetales) (*Parfait y Sabin, (1975)*) denominados no alcohólicos. Éstos compuestos constituyen la fracción aromática del aguardiente y aportan las diferencias organolépticas, que distingue a los rones de otros destilados (*Fahrasmane y Ganou-Parfait, (1997)*).

Las tendencias actuales con respecto a la producción de alcohol potable, han empleado fermentaciones de cultivos mixtos de levaduras y algunos géneros bacterianos, en aras de mejorar las características organolépticas de las bebidas destiladas. En este sentido, las bacterias interactúan en la cinética y bioquímica de la fermentación alcohólica y contribuyen favorablemente sobre las propiedades organolépticas de los productos de la industria ronera (*Fahrasmane y Ganou-Parfait, (1997)*); de hecho se han propuesto metabolitos bacterianos como marcadores para rones (*Fahrasmane y Ganou-Parfait, (1998);Ganou-Parfait y Saint-Marc, (1994)*).

Dentro de estos géneros bacterianos, las bacterias lácticas heterofermentativas desempeñan un papel esencial; ya que las mismas son capaces de desarrollarse en mostos

basados en melazas, y parecen ser las más significativas en el contexto de una tecnología controlada con respecto a las propiedades aromáticas de los productos de la destilería (*Fahrasmane, Ganou-Parfait y Bazile, (1997)*). Estos bacilos tienen un efecto acidificante al producir ácidos (láctico, acético y fórmico), los que pueden ser esterificados posteriormente y en cierta medida contribuir positivamente al desarrollo de las propiedades organolépticas del ron (*Peynaud y Lafon, (1951)*).

Al desarrollar cultivos mixtos que empleen levaduras y bacterias, la actividad metabólica de estas últimas debe ser controlada; ya que una síntesis abundante de compuestos aromáticos por parte de estas, puede rendir concentraciones indeseables, desde el punto de vista organoléptico (*Lencerot, Parfait y Jouret, (1984)*) y toxicológico (ácido acrílico, butírico, acroleína, etc.).que afecten el desarrollo de las levaduras. Estas pueden ser inhibidas por elevadas concentraciones de ácido, las que provocan un incremento de la presión osmótica (*Essia Ngang, Letourneau,, Wolnieritz y Villa, (1989))* e inhiben el proceso de sacarificación *(García, (1999*); *Ingledew, (1993)).*

Basándonos en estos antecedentes, se realizó un estudio para seleccionar cepas de lactobacilos con mayores potencialidades para desarrollar un cultivo mixto, que permita una producción eficiente de aguardientes de calidad.

MATERIALES Y MÉTODOS

Microorganismos empleados y conservación

Lactobacillus fermentum 4007, 4688, 11-1, 11-2 y 11-3, *Lactobacillus casei* 475 y 4040, *Lactobacillus paracasei spp. paracasei* 277 y 4022, *Lactobacillus rhamnosus* 278, *Lactobacillus plantarum* 20-1 y *Lactobacillus brevis* 4121. Todas las cepas proceden de la Colección de Cultivos Microbianos ICIDCA y fueron conservadas en caldo MRS (*de Man, Rogosa y Sharpe, (1960))* a 8°C.

Se determinó la cinética de crecimiento en caldo MRS realizando mediciones de densidad óptica a 650 nm cada cierto tiempo. Así mismo, se analizó la tolerancia de estos microorganismos a concentraciones de etanol del 4, 6 y 8% en caldo MRS. Por otra parte, se hicieron curvas de crecimiento en medio miel (miel clarificada, 13% de Azucares Reductores Totales, 0.08% $(NH_4)_2HPO_4$ y 0.18% $(NH_4)_2SO_4$; pH = 4,6 – 4,8), mediante siembra en placas con MRS agar y conteo de Unidades Formadoras de Colonias (UFC). En todos los casos, se inoculó manteniendo una relación 1:10 (v/v). Se partió de inóculos crecidos en caldo MRS durante 17 horas en condiciones estáticas a 37°C. Todos los análisis se realizaron por triplicado.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Crecimiento en medio MRS

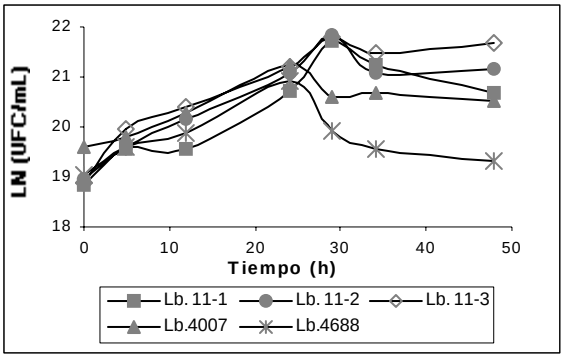
El caldo de cultivo MRS es un medio descrito como idóneo para el desarrollo de lactobacilos por proporcionarles una gran cantidad de elementos nutricionales tales como; aminoácidos, péptidos, derivados de ácidos nucleicos, vitaminas, sales, ácidos grasos, ésteres y carbohidratos fermentables; por lo que se estudió el comportamiento de las cepas

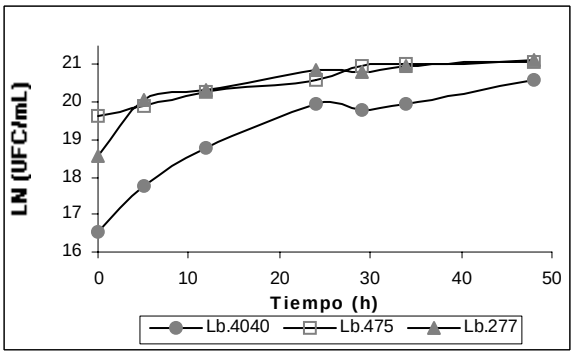
bacterianas en este medio, para determinar las diferentes fases del crecimiento y caracterizar cada una de las cepas en base a parámetros como velocidad específica del crecimiento (μ) y tiempo de duplicación (td). De forma general, todas las cepas mostraron cortos períodos de latencia, aproximadamente entre 1 y 2 horas, seguidos de una fase exponencial con una duración entre 5 y 6 horas en dependencia de la cepa y finalmente, una fase estacionaria que comenzó entre las horas 11 y 13 después de inoculado los medios de cultivo. Las velocidades específicas de crecimiento y los tiempos de duplicación se observan en la tabla 1. La mayor μ y el menor td se correspondió con la cepa *Lactobacillus fermentum* 11-2.

Crecimiento en medio miel

En las figuras 1, 2 y 3, se observan las cinéticas de crecimiento para las diferentes cepas en medio miel. El crecimiento bacteriano en medio de producción de alcohol (medio miel) en todos los casos presentó un comportamiento diáuxico, ocurriendo un crecimiento más discreto en la fase inicial. Esto nos sugiere que estas células al provenir de un medio rico en glucosa, comienzan a incorporar este azúcar presente en el medio miel en forma libre; para luego comenzar a desdoblar la sacarosa presente en melazas, una vez que se desarrolle una concentración óptima de invertasa, necesaria para metabolizar este disacárido. Alcanzada la segunda fase de la curva, se observa un crecimiento más acelerado, especialmente para las cepas 11-1, 11-2, 11-3, 4040, 4121 y 20-1. Los valores de μ y td desarrollados en este medio se pueden apreciar en la tabla 1. El mayor valor de μ y el menor td en este medio fue alcanzado por la cepa 11-1, indicando de este modo, una mejor adaptación fisiológica a estas condiciones de cultivo.

Como podemos apreciar en la tabla 1, los valores obtenidos tanto para μ como td en medio MRS, fueron superiores a los alcanzados en medio miel. Estos resultados pueden estar sustentados en la diferencia de composición de los medios de cultivo empleados, demostrando así que el medio miel no suple completamente los requerimientos metabólicos de las cepas de lactobacilos ensayadas; por lo que se hace necesario realizar estudios nutricionales que conlleven a un mejor desarrollo de estas bacterias lácticas en dicho medio de fermentación.


LN (UFC/mL)
22
21
20
19
18
0
10
20
30
40
50
Tiempo (h)
Lb. 11-1
Lb. 11-2
Lb. 11-3
Lb.4007
Lb.4688


LN (UFC/mL)
21
20
19
18
17
16
0
10
20
30
40
50
Tiempo (h)
Lb.4040
Lb.475
Lb.277

ESTUDIOS PREVIOS PARA LA SELECCIÓN DE CEPAS DE LACTOBACILOS DE INTERÉS EN FERMENTACIÓN ALCOHÓLICA

Rosete, A*
García, R*
Valdés, I*
Hernández, L.M*

* Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA)
Vía Blanca 804 y Carretera Central, Ciudad Habana, Cuba.
Teléfono: (537) 986501/986502 Fax: (537) 338236

E-mail: microb@icidca.edu.cu

ABSTRACT

In this paper, it is presented previous results obtained in the selection of major potential strains of *Lactobacillus* to be used in controlled congeners´s production, through the development of mixed cultures for the efficient production of aguardiente. Different heterofermentative Lactobacillus species were selected from the ICIDCA´s microorganisms culture collection. With this objective, were developed curve of bacterial growth in MRS and molasses media, as well as, was determined the tolerant to ethanol. It also was determined the specific growth rate and duplication time for each strain in both media assayed.

INTRODUCCIÓN

El ron, en su estado bruto, es una solución hidroalcohólica que contiene diferentes compuestos volátiles (alcoholes superiores, ácidos grasos, esteres, compuestos fenólicos, carbonilos, lactonas y acetales) (*Parfait y Sabin, (1975)*) denominados no alcohólicos. Éstos compuestos constituyen la fracción aromática del aguardiente y aportan las diferencias organolépticas, que distingue a los rones de otros destilados (*Fahrasmane y Ganou-Parfait, (1997)*).

Las tendencias actuales con respecto a la producción de alcohol potable, han empleado fermentaciones de cultivos mixtos de levaduras y algunos géneros bacterianos, en aras de mejorar las características organolépticas de las bebidas destiladas. En este sentido, las bacterias interactúan en la cinética y bioquímica de la fermentación alcohólica y contribuyen favorablemente sobre las propiedades organolépticas de los productos de la industria ronera (*Fahrasmane y Ganou-Parfait, (1997)*); de hecho se han propuesto metabolitos bacterianos como marcadores para rones (*Fahrasmane y Ganou-Parfait, (1998);Ganou-Parfait y Saint-Marc, (1994)*).

Dentro de estos géneros bacterianos, las bacterias lácticas heterofermentativas desempeñan un papel esencial; ya que las mismas son capaces de desarrollarse en mostos

basados en melazas, y parecen ser las más significativas en el contexto de una tecnología controlada con respecto a las propiedades aromáticas de los productos de la destilería (*Fahrasmane, Ganou-Parfait y Bazile, (1997)*). Estos bacilos tienen un efecto acidificante al producir ácidos (láctico, acético y fórmico), los que pueden ser esterificados posteriormente y en cierta medida contribuir positivamente al desarrollo de las propiedades organolépticas del ron (*Peynaud y Lafon, (1951)*).

Al desarrollar cultivos mixtos que empleen levaduras y bacterias, la actividad metabólica de estas últimas debe ser controlada; ya que una síntesis abundante de compuestos aromáticos por parte de estas, puede rendir concentraciones indeseables, desde el punto de vista organoléptico (*Lencerot, Parfait y Jouret, (1984)*) y toxicológico (ácido acrílico, butírico, acroleína, etc.).que afecten el desarrollo de las levaduras. Estas pueden ser inhibidas por elevadas concentraciones de ácido, las que provocan un incremento de la presión osmótica (*Essia Ngang, Letourneau,, Wolnieritz y Villa, (1989))* e inhiben el proceso de sacarificación *(García, (1999*); *Ingledew, (1993)).*

Basándonos en estos antecedentes, se realizó un estudio para seleccionar cepas de lactobacilos con mayores potencialidades para desarrollar un cultivo mixto, que permita una producción eficiente de aguardientes de calidad.

MATERIALES Y MÉTODOS

Microorganismos empleados y conservación

Lactobacillus fermentum 4007, 4688, 11-1, 11-2 y 11-3, *Lactobacillus casei* 475 y 4040, *Lactobacillus paracasei spp. paracasei* 277 y 4022, *Lactobacillus rhamnosus* 278, *Lactobacillus plantarum* 20-1 y *Lactobacillus brevis* 4121. Todas las cepas proceden de la Colección de Cultivos Microbianos ICIDCA y fueron conservadas en caldo MRS (*de Man, Rogosa y Sharpe, (1960))* a 8°C.

Se determinó la cinética de crecimiento en caldo MRS realizando mediciones de densidad óptica a 650 nm cada cierto tiempo. Así mismo, se analizó la tolerancia de estos microorganismos a concentraciones de etanol del 4, 6 y 8% en caldo MRS. Por otra parte, se hicieron curvas de crecimiento en medio miel (miel clarificada, 13% de Azucares Reductores Totales, 0.08% $(NH_4)_2HPO_4$ y 0.18% $(NH_4)_2SO_4$; pH = 4,6 – 4,8), mediante siembra en placas con MRS agar y conteo de Unidades Formadoras de Colonias (UFC). En todos los casos, se inoculó manteniendo una relación 1:10 (v/v). Se partió de inóculos crecidos en caldo MRS durante 17 horas en condiciones estáticas a 37°C. Todos los análisis se realizaron por triplicado.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Crecimiento en medio MRS

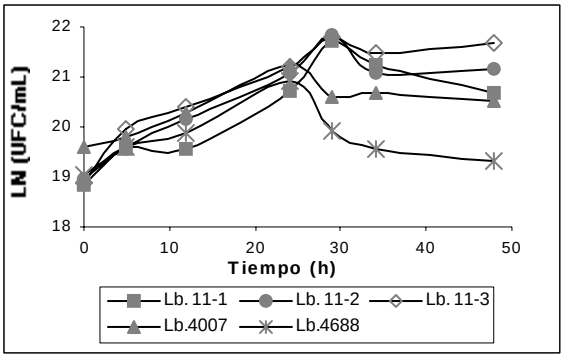
El caldo de cultivo MRS es un medio descrito como idóneo para el desarrollo de lactobacilos por proporcionarles una gran cantidad de elementos nutricionales tales como; aminoácidos, péptidos, derivados de ácidos nucleicos, vitaminas, sales, ácidos grasos, ésteres y carbohidratos fermentables; por lo que se estudió el comportamiento de las cepas

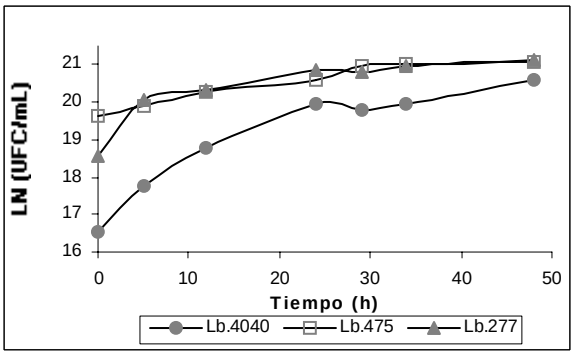
bacterianas en este medio, para determinar las diferentes fases del crecimiento y caracterizar cada una de las cepas en base a parámetros como velocidad específica del crecimiento (μ) y tiempo de duplicación (td). De forma general, todas las cepas mostraron cortos períodos de latencia, aproximadamente entre 1 y 2 horas, seguidos de una fase exponencial con una duración entre 5 y 6 horas en dependencia de la cepa y finalmente, una fase estacionaria que comenzó entre las horas 11 y 13 después de inoculado los medios de cultivo. Las velocidades específicas de crecimiento y los tiempos de duplicación se observan en la tabla 1. La mayor μ y el menor td se correspondió con la cepa *Lactobacillus fermentum* 11-2.

Crecimiento en medio miel

En las figuras 1, 2 y 3, se observan las cinéticas de crecimiento para las diferentes cepas en medio miel. El crecimiento bacteriano en medio de producción de alcohol (medio miel) en todos los casos presentó un comportamiento diáuxico, ocurriendo un crecimiento más discreto en la fase inicial. Esto nos sugiere que estas células al provenir de un medio rico en glucosa, comienzan a incorporar este azúcar presente en el medio miel en forma libre; para luego comenzar a desdoblar la sacarosa presente en melazas, una vez que se desarrolle una concentración óptima de invertasa, necesaria para metabolizar este disacárido. Alcanzada la segunda fase de la curva, se observa un crecimiento más acelerado, especialmente para las cepas 11-1, 11-2, 11-3, 4040, 4121 y 20-1. Los valores de μ y td desarrollados en este medio se pueden apreciar en la tabla 1. El mayor valor de μ y el menor td en este medio fue alcanzado por la cepa 11-1, indicando de este modo, una mejor adaptación fisiológica a estas condiciones de cultivo.

Como podemos apreciar en la tabla 1, los valores obtenidos tanto para μ como td en medio MRS, fueron superiores a los alcanzados en medio miel. Estos resultados pueden estar sustentados en la diferencia de composición de los medios de cultivo empleados, demostrando así que el medio miel no suple completamente los requerimientos metabólicos de las cepas de lactobacilos ensayadas; por lo que se hace necesario realizar estudios nutricionales que conlleven a un mejor desarrollo de estas bacterias lácticas en dicho medio de fermentación.


LN (UFC/mL)
22
21
20
19
18
0
10
20
30
40
50
Tiempo (h)
Lb. 11-1
Lb. 11-2
Lb. 11-3
Lb.4007
Lb.4688


LN (UFC/mL)
21
20
19
18
17
16
0
10
20
30
40
50
Tiempo (h)
Lb.4040
Lb.475
Lb.277

EVALUACI ÓN DE LOS PROCESOS DE RECUPERACIÓN DE LIGNINA A PARTIR DEL BAGAZO.

R. Dopico
F. Dávila

Unión de Investigación-Producción de la Celulosa del Bagazo Cuba-9. E-mail investc9@ip.etcsa.cu
Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales. Universidad de los Andes. Venezuela.

ABSTRACT

This paper deals the results from the technician-economic evaluation carried out for the different industrial lignin production processes from sugarcane bagasse, in order to obtain high value products and to reduce the environmental impact caused to the atmosphere by this industry.

The evaluated processes were the chemical and semichemical pulping and the acid hidrolitical treatments of sugar cane bagasse. A minimum value of 65 % Klason lignin was fixed as the requirement of the lignin obtention.

INTRODUCCIÓN

El recurso fibroso biomásico se puede clasificar, según su origen, en tres grupos: I. Forestal, II. Agrícola, Agroindustrial y Pecuario y III. Urbano. En todos los grupos encontramos los denominados *materiales lignocelulósicos*, que *constituyen la mayor alternativa al petróleo como materia prima de productos químicos*, pero con la ventaja que a diferencia de este, los materiales lignocelulósicos *son renovables*.

Al igual que el petróleo o el carbón, el otro recurso fósil de importancia, el material lignocelulósico, es heterogéneo, compuesto por: celulosa, hemicelulosas, lignina y extractivos. Una descripción simple de la célula vegetal sería la celulosa formando un esqueleto de la misma, el cual está rodeado por otras sustencias que actúan, una matriz, las hemicelulosas y otra de material de relleno y ligante, la lignina.

La idea de convertir el material lignocelulósico en otros productos es conceptualmente similar a la practicada con el petróleo; donde la primera etapa es el fraccionamiento de la materia prima en sus componentes básicos y esos a su vez, mediante transformaciones químicas pueden convertirse en combustible, productos químicos y alimentos.

El material lignocelulósico, se emplea como materia prima en industrias que aprovechan los carbohidratos (celulosa y hemicelulosas) en la producción de pulpa, glucosa, xilosa, furfural, derivados de celulosa y otros. En todos estos procesos queda la lignina como un subproducto o peor aún como un desecho de alto impacto contaminante sobre el medio ambiente, el cual tiene dos salidas de solución:

-quemarla para generar energía
-convertirla en productos de mayor valor agregado vía pirólisis, hidrogenólisis, sulfonación, oxidación, etc.

En Cuba, la principal fuente de material lignocelulósico lo constituye el bagazo producido durante la obtención de azúcar de caña. El objetivo de este trabajo es evaluar los procesos mediante los cuales se recupera lignina a partir del bagazo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Materia prima

La materia prima utilizada fue bagazo de caña de azúcar de la zafra 2000-2001, cuyas carácterísticas fueron:

Características químicas:

- Solubilidad en Oxido de sodio (NaOH): 29,3%
- Solubilidad en Agua (H_2O) 2,3%
- Celulosa 48,4%
- Lignina 21,4%
- Pentosanos 24,7
- Cenizas 1,8%

Metodología experimental

1.- Pulpeo

Después de terminado el proceso del desmedulado del bagazo (81,4 % de fibra, 6 % de médula, 12 % de finos insolubles) se procedió a realizar los pulpeos químicos y semiquímicos de las cocciones alcalinas, con las siguientes condiciones de trabajo:

Condición	Pulpeo semiquímico	Pulpeo químico
Hidromódulo	6:1	6:1
% Na_2O	8	15
T (ºC)	120	160
t (min)	25	60

2.-Obtención de lignina alcalina

El licor negro procedente del pulpeo semiquímico y químico, se adiciona sobre ácido sulfúrico concentrado al 98%, manteniendo una agitación lenta. La mezcla reaccionante se mantiene en agitación por 30 minutos, al cabo de los cuales se les adiciona agua industrial y se agita. Se deja reposar la mezcla 30 minutos y se decanta el líquido sobrenadante (esta operación se repite 3 veces), posteriormente el sólido se lava con agua desmineralizada, para proceder a ser filtrada y luego secada.

3.- Obtención de lignina hidrolítica

La cocción se realizó en un digestor rotatorio con calentamiento con vapor, en el que se introdujo el bagazo, el agua y ácido. Las condicones fueron hidromódulo 5:1, temperatura 165 °C, tiempo una hora e índice de ácido 0,05 y 0,1 L/Kg de bagazo seco. El producto se lavó posteriormente con agua hasta neutralidad y el contenido de cenizas deseado. A continuación se desaguó sobre un filtro al vacío y se colocó sobre bandejas para ser secado a 60 ± 1 °C.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La tabla 1 presenta los resultados obtenidos en los procesos de pulpeo, donde se puede concluir que a medida que aumenta el porcentaje de químicos, la extracción de lignina es mayor, incrementándose así el porcentaje de sólidos totales en los licores negros. Los porcentajes de pureza de la lignina alcalina obtenida a partir de los licores de ambos procesos de pulpeo son similares, más no se puede asegurar que las características químicas de las sustancias aisladas sean similares, de lo que depende las propiedades de los productos derivados de la lignina.

Tabla 1. Resultados del pulpeo y obtención de lignina alcalina

PULPEO	Na_2O %	% SDT	Pureza %	Cenizas %
Semiquímico	8	9,40	83,90	4,80
Químico	15	16,80	89,30	4,90

Durante el proceso de hidrólisis ácida, cuyos resultados se muestran en la tabla 2, se observa que el índice de ácido influye significativamente sobre el rendimiento y la pureza del producto final. Esto se explica ya que a medida que la hidrólisis es más drástica la solubilidad de los carbohidratos aumenta, disminuyendo el rendimiento y favoreciendo el contenido de lignina en el producto final.

Tabla 2. Resultados de la obtención de lignina hidrolítica

Resultado	Hidrólisis A	Hidrólisis B
Índice de ácido L/Kg b.s.	0,05	0,1
Rendimiento %	67	44
Pureza %	50,77	74,76
Cenizas %	3,14	3,36

ANÁLISIS ECONÓMICO

En el análisis económico realizado se tomó en cuenta los requisitos de calidad establecidos a priori para el producto final a obtener por los procesos evaluados. Para los cálculos de la estimación económica de la lignina solo se consideraron los costos variables dados para las materias primas y los servicios.

Según los resultados, se observó que la mayor influencia en el costo final está dada por los servicios de electricidad y vapor. El proceso que resultó ser más ventajoso desde el punto de vista económico, hidrólisis A (50,77 % de pureza y costo total 0,89 USD), no es el adecuado técnicamente porque no llega al porciento de pureza previamente establecido (65 %). Por lo que se concluye que el proceso más factible técnico y económico es la hidrólisis B (74,76 % de pureza y costo total 0,94 USD). Los costos totales para las ligninas obtenidad del pulpeo químico y semiquímico fueron de 1,80 y 2,16 USD respectivamente.

CONCLUSIONES

El estudio realizado confirmó que los licores negros del pulpeo químico y semiquímico del bagazo son adecuados para producir lignina alcalina, alcanzándose valores de pureza en ambos casos. Sin embargo, no se puede asegurar que las características químicas y propiedades de la lignina obtenida con los licores de ambos sean similares, por lo que se debe realizar un estudio profundo de estos productos.

La hidrólisis ácida del material lignocelulósico es un método recomendable para la obtención de derivados de lignina. Se debe tener en consideración que índices de adición de ácido inferiores al 10 %, con las condiciones estudiadas en este trabajo, afectan la pureza del producto final previamente fijadas.

Según los procesos evaluados, la hidrólisis ácida es el proceso desde el punto de vista técnico y económico más factible para la obtención de derivados de lignina, aunque los costos variables totales de la obtención de lignina alcalina a partir de licores negros de los pulpeos estudiados se presentan igualmente aceptables para el objetivo propuesto. Se recomienda en todos los casos buscar alternativas para disminuir la incidencia de los servicios de electricidad y vapor en los costos variables de los procesos evaluados..

REFERENCIAS

Venica, A.D. (1997) “Transformación de Lignina en Productos de Alto Valor Agregado” Programa IV.2 CYTED 1-5.

Cunningham, R.E. et al. (1997) “Análisis económico comercial de la producción de lignina” Programa IV.2 CYTED PP. 11-13.

McCarthy, J.L. et al (2000) “Lignin Chemistry, Technology and Utilization: A brief History” Cap. 1, 1-99.

Acosta, R. (1990) “Tratamiento de Residuos de Plantas de Pulpa Semiquímica de Bagazo” Tesis de Grado a Dosctor en Ciencias, CNIC.

Tamminen, T.L. et al (1999) “ Isolation and Characterization of Residual Lignin” Cxap. 1, 1-42.

Cruz, R. et al. (1998) Informe Proyecto Derivados de Celulosa y Lignina, UIP Cuba-9.

EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LAS CONDICIONES DE HIDRÓLISIS ÁCIDA DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR EN LA RECUPERACION DE XILOSA USANDO PLANEAMIENTO ESTADÍSTICO

Rubio Matos, Zuzel *
da Silva , Silvio S. **
Márcio R.
Prata , Arnaldo **,
Batista A. Silva , João **

*- CAI "Paquito Rosales", Santiago de Cuba, Cuba.

E-mail: zuzel@postmaster.co.uk

**- Departamento de Biotecnologia, FAENQUIL, Caixa Postal 116 - CEP 12600-970 Lorena-SP, Brasil.

ABSTRACTS

Sugar cane bagasse is an important lignocellulosic residue with high content of D-xylose. This sugar can be recovered from the hemicellulosic fraction of sugar cane bagasse by acid hydrolysis. The recuperation of D-xylose in hemicellulosic hydrolysates was evaluated under different acid hydrolysis conditions, according to a statistical factorial design. From the response surface methodology it was possible to verify that the maximum recuperation of D-xylose (22.71 g/L) of the hydrolysates was obtained using the conditions 130 mg of H_2SO_4 / g of dry sugar cane bagasse and 30 min of reaction, at 121 ^oC.

INTRODUCCIÓN

Los resíduos lignocelulósicos provenientes de la exploración florestal y agrícola constituyem la biomasa mas abundante disponible en la tierra, los cuales constituyem cerca del 50% de la biomasa en el mundo (KUHAD & SINGH, 1993). El bagazo de caña de azúcar, generado por la indústria sucro-alcoholera es uno de los resíduos lignocelulósicos mas abundantes en Brasil. Este material es compuesto aproximadamente de 41-44% de celulosa, 25-27% de hemicelulosa, 20-22% de lignina y 8-10% de otros componentes, entre ellos las cenizas (ICIDCA, 2000).

Entre los azúcares que forman parte de la fracción lignocelulósica de esos materiales se encuentra la xilosa. Diferentes estudios han sido realizados para la utilización de la fracción hemicelulósica, rica en xilosa, como sustrato para la producción de etanol (Roberto *et. al*., 1991), biomasa microbiana (Pessoa Jr., 1991) y xilitol (Felipe *et al*., 1993; Silva *et al*., 1998) entre otros. Los azúcares hemicelulósicos, como la xilosa, pueden ser recuperados de la fracción hemicelulósica de esos materiales a través de la hidrólisis ácida.

Este tratamiento es de grande eficiencia y visa aumentar la recuperación de pentosas de la hemicelulosa (PEREGO *et.al*., 1990).

Para un mejor aprovechamiento de los carbohidratos presentes en el material lignocelulósico la hidrólisis ácida ha sido estudiada en dos estúdios (HARRIS *et al*., 1985). El primero estúdio de este proceso consiste en la hidrólisis de la fracción hemicelulósica en condiciones moderadas de temperatura (hasta 160°C), presión (de 2 a 3 kgf/cm^{2}) y ácido (1%). Despues de la remoción del hidrolisado hemicelulósico, conteniendo xilosa, condiciones mas drásticas de hidrólisis son empleadas a fin de hidrolisar el complejo lignina-celulosa. Este tratamiento aumenta considerablemente el rendimento em azúcares. La recuperación de azúcares de la hemicelulosa es función del tiempo de reacción, de la temperatura, y de la concentración de ácido (KLING *et al.,* 1987). El ácido sulfúrico ha sido el mas utilizado en virtud de su bajo costo y alta eficiencia en la hidrólisis. Por la hidrólisis ácida, rendimientos en xilosa en el orden de 80 % fueron obtenidos (HSU *et al*., 1996).

El objetivo de este trabajo es evaluar el efecto de las condiciones de hidrólisis ácida sobre la recuperación de xilosa en el hidrolizado hemicelulósico de bagazo de caña de azúcar, de acuerdo con un planeamiento factorial 2^2, conforme metodologia propuesta por BARROS NETO *et al.* (1995).

MATERIAL Y MÉTODOS

Obtención de los Hidrolizados Hemicelulósicos

Los hidrolizados hemicelulósicos de bagazo de caña de azúcar fueron obtenidos por hidrólisis ácida realizadas en reactor de acero inoxidable de 250 L de capacidad, operandose en sistema discontínuo a 121 ^{o}C, en diferentes proporciones de ácido sulfúrico y tiempos de reacción, de acuerdo con un planeamiento factorial 2^2 y metodologia propuesta por BARROS NETO *et al*. (1995). Fue utilizada una relacion líquido-sólido de 10:1 y 20 kg de bagazo por hidrólisis. Los hidrolizados obtenidos fueron centrifugados en equipamiento piloto para eliminar las partículas sólidas. La Tabla I presenta los factores y los diferentes niveles estudiados.

Tabla 1. Factores y niveles del planeamiento factorial 2^2 con punto central

Factores	Niveles		
	-1	**0**	**+1**
Proporción de ácido sulfúrico (mg/g de matéria seca)	70	100	130
Tiempo de reacción (min)	10	20	30

nível superior: +1; nível inferior: -1 y nível central: 0

Métodos analíticos

La determinación de los carbohidratos presentes en el bagazo de caña de azúcar fue realizada conforme sugerido por DUNNING & DALLAS (1949).

El peso seco del bagazo fue determinado en balanza de determinación de humedad (METTLER LP15), donde las muestras son calentadas a 100 ^{0}C bajo la acción de rayos infrarrojos y secadas hasta peso constante.

La concentración de xilosa fue determinada por HPLC.

La evaluación estadística del efecto de la proporción de H_2SO_4 y del tiempo de reacción, así como las interacciones existentes entres los mismos sobre la recuperación de xilosa fue realizada por el programa STATGRAPHICS Plus 6.0.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Fue realizada la caracterización del bagazo y los resultados son mostrados en la tabla 2. Verificase que la xilosa representa la segunda porción mas elevada de los componentes del bagazo, siendo la celulosa la fracción predominante

Análisis del efecto de la proporción de ácido y del tiempo de reacción en la concentración de xilosa recuperada

La tabla 3, muestra la distribuición de los niveles de los factores experimentales de acuerdo con un planeamiento factorial 2^2 com punto central y los resultados de la concentración de xilosa recuperada en el hidrolizado.

Tabla 2. Composición del bagazo de caña de azúcar (base seca)

Componentes		Composición (%)
Celulosa		35,42
Hemicelulosa	**Xilosa**	**23,79**
	Arabinosa	1,23
Lignina		22,57
Cenizas		5,83
Otros		11,16

Tabla 3. Xilosa recuperada en el hidrolizado de acuerdo com los factores del planeamiento factorial 2^2 con punto central

Ensayo	Factores		Datos codificados		Xilosa recuperada (g/L)
	H_2SO_4	Tiempo	X_1	X_2	
1	70	10	-1	-1	10,08
2	70	30	-1	+1	12,41
3	130	10	+1	-1	15,10
4	130	30	+1	+1	22,71
5	100	20	0	0	14,74
6	100	20	0	0	13,70
7	100	20	0	0	15,22

Del análisis de los resultados verificase que en las hidrólisis realizadas en los tiempos de 30 min, huvo mayor recuperación de xilosa para ambas proporciones de ácido estudiadas. Observase también que las condiciones de hidrólisis de 130 mg de H_2SO_4 / g de materia seca y 30 min de reacción proporcionaron la máxima recuperación de xilosa.

Análisis Estadística

Del análisis de los efectos y de la variancia de los coeficientes de la regresión se puede verificar que todas las variables del modelo linear y sus interacciones son estadisticamente significativas dentro del intervalo de confianza de 95 %.

Por el análisis de regresión, se obtuvo la expresión:

$$\mathbf{Y = 14,85 + 3,83\ C.Ác. + 2,485\ T + 1,32\ C.Ác.\ x\ T}$$

Donde:

Y corresponde a la concentración de xilosa (g/L)

C.Ác. y **T** corresponden a la proporción de H_2SO_4 y tiempo de reación, respectivamente, en valores codificados.

Este modelo estima un valor de xilosa de 22,48 g/L cuando los niveles de los factores son superiores (130 mg de H_2SO_4 / gms y 30 min de reacción). Experimentalmente, fue obtenida una concentración de xilosa de 22,71 g/L cuando se trabajó en condiciones de niveles superiores de los factores, lo que confirma su validad, considerando el desvio padrão (+/-0,28). Por el balance de masa, la concentración de xilosa obtenida corresponde a una recuperación de 95,82% de la xilosa existente en el bagazo original (tabla 2).

CONCLUSIONES

Las condiciones de hidrólisis ácida proporción de H_2SO_4 y tiempo de reacción ejercieron efecto significativo en la recuperación de xilosa en el hidrolizado hemicelulósico de bagazo de caña de azúcar.

La máxima concentración de xilosa recuperada (22,71 g/L) en el hidrolizado fue obtenida para las condiciones de hidrólisis de 130 mg de H_2SO_4/g de matéria seca, 30 min de reacción y temperatura de 121^0C.

El modelo matemático obtenido para representar a recuperación de xilosa en función de la concentración de H_2SO_4 y del tiempo de reacción fue estadisticamente significativo dentro del intervalo de 95% de confianza, presentando coeficiente de correlación de 0,98.

REFERENCIAS

BARROS-NETO, B., SCARMÍNIO, I. S., BRUNS, R. E. Planejamento e Otimização de Experimentos. Campinas: UNICAMP, 1995.

FELIPE, M.G.A., MANCILHA, I.M., VITOLO, M., ROBERTO, I.C., SILVA, S.S., ROSA, S. A. Preparação de Xilitol por Fermentação de Hidrolisado Hemicelulósico de Bagaço de Cana-de-Açúcar. *Arquivos de Biologia e Tecnologia*, Curitiba, v.36, n.1, p.103-114, 1993.

HARRIS, J.F., SAEMAN, J.F., ZOCH, L.L. Preparation and Properties of Hydroxymethylfurfural. *Chemical Conversion of Wood Residues*. Parte III, p. 125-128, 1985.

HSU, T.; HIMMEL, M.; SCHELL, D.; FARMER, J.; BERGGREN, M. Design and Initial Operation of Hight-solids, Pilot-scale Reactor for Dilute-acid Pretreatment of Lignocellulosic Biomass. *Applied Biochemistry and Biotechnology*, vol.57/58, p.3-18, 1996.

ICIDCA. *Manual de los Derivados de la Caña de Azúcar*. Tercera Edicion. Habana: Imprenta MINAZ, 458p, 2000.

KLING, S. H., NETO, C. C., FERRARA, M. A., TORRES, J. C. R., MAGALHÃES, D. B., RYU, D. D. Y. Enhancement of Enzymatic Hydrolysis of Sugar Cane Bagasse by Steam-explosion Pretreatment. *Biotechnology and Bioengineering*, New York, v.29, p.1035-9, 1987.

KUHAD, R. C., SINGH, A. Lignocellulose Biotechnology: current and future prospects. *Critical Reviews in Biotechnology*, Cleveland, v.13, n.2, p.151-72, 1993.

PEREGO, P., CONVERTI, A., PALAZZI, E., BORGHI, M. D., FERRAIOLO, G. Fermentation of hardwood hemicellulosic hydrolysate by *Pachysolen tannophilus, Candida shehatae* and *Pichia stipitis*. Journal of Industrial Microbiology, Amsterdam, v.6, p.157-64, 1990.

PESSOA Jr. A. *Produção de biomassa microbiana a partir de hidrolisado hemicelulósico de bagaço de cana-de-açúcar*. São Paulo. USP /FACULDADE DE CIÊNCIAS FARMACÊUTICAS, 1991. 187p. (Dissertação de Mestrado).

SILVA, S.S., FELIPE, M.G.A, SILVA, J. B. ALMEIDA; PRATA, A. M. R. Acid hydrolysis of *Eucalyptus*
grandis chips for microbial production of xylitol. *Process Biochemistry* vol.33 (1): 63-67, 1998.

EVALUACIÓN DEL HIDROLIZADO HEMICELULÓSICO DE EUCALIPTO BUSCANDO LA REMOCIÓN DE COMPUESTOS INHIBIDORES DEL CRECIMIENTO DE MICROORGANISMOS

Carvalho,G.B.M de. ,Almeida
Silva, J. B.

Departamento de Biotecnologia - Facultad de Ingeniería Química de Lorena - Rodovia Itajubá-Lorena K 74,5 - Campinho 12600 - 970 - Lorena - SP
E-mail.: brandao@alunos.faenquil.br

ABSTRACT

The primary biomass production, which is strictly defined as originated from ground material, is approximately 172 billions tons/year from which about 82% is related to the existent lignocellulosic present in the forests. The lignocellulosic material as agricultural residue, like crushed sugar cane, rice straw, grass and some industrial residues, has its composition mainly based on cellulose, hemicellulose, lignin and a small amount of extractives. These residues can be easily decomposed by acid hydrolysis in its cellulosic fractions, hemicellulose and lignin. The hemicellulosic fraction represents a potential source for the bioconversion processes, since the obtained hydrolysed from that fraction has a high contents in fermentative sugars that are represented roughly by 90% xilose. This sugar is a fundamental substrate for the microbiologic process to obtain xilitol. One of the greatest difficulties to ferment this sugar is the presence of inhibitors, especially furfural, hydroximetilfurfural and acetic acid. The contribution of this work is the development of a method for the treatment of hydrolysed hemicellulosic eucalyptus tree in order to suppress these inhibitors and aiming its adjustment to the fermentative processes. It was performed the evaluation of: hydrolysed concentration agents, ionic exchange resin at various original pH and the flow direction, regular or countercurrent according to a 2 factorial planning 4-1. After performing the experimental procedures it was determined the sugars concentration (xilose, glicose and arabinose), acetic acid, furfural and hydroximetilfurfural and phenolic compounds. The following more efficient removal observed was acetic acid (23,38%), furfural (100%), hydroximetilfurfural (99,90%) and phenolic compounds (61,36%).

INTRODUCCIÓN

Los materiales lignocelulósicos son los compuestos orgánicos de mayor abundancia en la biosfera, correspondiendo a aproximadamente 50% de la biomasa en el mundo. La acumulación de residuos en la naturaleza, de una manera general, representa una de las grandes agresiones al medio ambiente generando serios problemas de polución ambiental y pérdidas de fuentes de valor potencial. Brasil y Cuba se encuentran entre los países de mayor producción mundial de caña de azúcar y los residuos que se generan durante el proceso de molienda de la caña son enormes. Dentro de este contexto, varios grupos de

investigaciones están buscando formas de utilizar estos materiales. Los resíduos florestales y los agroindustriales pueden ser descompuestos facilmente por la hidrólisis ácida en sus fracciones: celulosa, hemicelulosa y lignina. La fracción hemicelulósica representa una fuente potencial para el proceso de bioconversión, donde el hidrolisado obtenido de esta fracción presenta un elevado tenor de azúcares fermentables, representados hasta en un 80% por la xilosa. Una de las dificultades mas grandes encontradas para fermentar este abundante azúcar en el hidrolizado hemicelulósico es la presencia de inhibidores, sobre todo el furfural, hidroximetilfurfural y ácido acético. En este trabajo será mostrado el desarrollo de una metodología de tratamiento del hidrolizado hemicelulósico de eucalipto para las retiradas de estos inibidores con su consecuente adaptación a los procesos fermentativos.

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

En 1986, Brasil ocupó el 4º lugar en el mundo en la plantación de bosques homogéneos. Según estudios realizados por BRITO *et al.* (1979), sólo 51,7% del peso seco total del eucalipto es aprovechado por la industria brasileña, permaneciendo el restante en el campo en la forma de hojas, ramas, copa y madera fina. La madera del eucalipto, como otros materiales lignocelulósicos se constituye de 3 componentes: celulosa, hemicelulosa y lignina, en las proporciones de 4:3:3 (TSAO, 1978). La D-xilosa, el principal azúcar presente en la fracción hemicelulósica, puede obtenerse fácilmente por el proceso de hidrólisis ácida con buenos rendimientos (GÍRIO *et al*., 1989; PESSOA Jr., 1991, 1996 y ALMEIDA e SILVA *et al*., 1995). El proceso fermentativo de producción del xilitol a partir de hidrolizados hemicelulósicos, todavía presenta algunas limitaciones con respecto a la productividad , devido principalmente a la presencia de inhibidores del metabolismo microbiano en el hidrolizado hemicelulósico cuando es usado como substrato. Éstos incluyen el furfural y el hidroximetilfurfural (productos de la degradación de la hemicelulosa) y los metales pesados provenientes del equipo de hidrólisis. Varios de estos inhibidores pueden estar presentes en el hidrolizado, dependiendo de la fuente de materia prima y de las condiciones de hidrólisis (LEE *et al.*, 1983; HEIKKILA *et al*., 1992; LOHMEIR-VOGER *et al*., 1998)

MATERIALES Y MÉTODOS

Las virutas del eucalipto se sometieron a la hidrólisis ácida, en las condiciones descriptas por ALMEIDA e SILVA, *et al.* 2002. El hidrolizado obtenido se concentró a vacío en un concentrador de 3L donde la concentración de xilosa fue elevada para 64,5 y 108,4g/L fue concentrado 2,5 veces y 4,5 veces respectivamente. El hidrolisado con el pH original (1,5) o el pH corregido en 7,0, fueron tratados con resinas de intercambio iónico y también el sentido del flujo normal o contracorriente de acuerdo con una planificación factorial 2^{4-1}. Estos tratamientos buscan la extracción de compuestos inhibidores del hidrolizado. Fueron utilizadas columnas de vidrio con 2 cm de diámetro, altura del lecho de 24 cm fueron empaquetadas con las resinas A-860S, C-155S, C-150S y A-39RAD. Las resinas fueron regeneradas con NaCl 10%, HCl 6%, HCl6% y NaOH 6%, respectivamente. Después del tratamiento el hidrolisado se sometió a análisis de fenoles por mediciones a

280 nm en espectrofotómetro BECKMAN DU 60-B a 420 nm. Las concentraciones de azúcares, ácido acético, furfural e hidroximetilfurfural fueron determinadas por (HPLC) (SHIMADZU LC-10AD). Los porcentajes de remoción de los compuestos inhibidores del metabolismo microbiano fueron determinados de la siguiente forma:

% Remoción = (Conc. de Inhibidor Antes del Tratamiento – Conc .Después del Tratamiento) x100 . Conc. Inhibidor Antes del Tratamiento (g/L))

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Remoción de inhibidores del hidrolizado de eucalipto sometido a diferentes tratamientos según la planificación factorial fraccionaria 2^{4-1}. Los hidrolizados fueron sometidos a diferentes variantes del tratamiento, con relación a la remoción de los inhibidores ácido acético, furfural, hidroximetilfurfural y fenoles (tabla 1).

Tabla 1. Porcentaje de remoción de inhibidores del hidrolisado de palha de trigo

Ensayo	Nivel de Planeamiento				Remoción de Inhibidores (%)			
	A	B	C	D	Ácido Acético	Furfural	HMF	Fenoles
1	-1	-1	-1	-1	19,98	98,92	99,90	36,38
2	+1	-1	-1	+1	0,43	74,90	99,26	39,98
3	-1	+1	-1	+1	23,38	98,80	99,83	61,36
4	+1	+1	-1	-1	8,38	100	99,87	60,24
5	-1	-1	+1	+1	23,27	99,39	98,73	51,64
6	+1	-1	+1	-1	0,22	69,70	98,82	47,04
7	-1	+1	+1	-1	6,34	99,47	99,88	57,04
8	+1	+1	+1	+1	8,70	93,65	99,25	58,56

A=Factor de Concentration, B=Factor Resina, C=Factor pH, D=Factor Flujo

Con relación al ácido acético, se verifica en la Tabla 1 que la mayor y menor reducción 23,38 y 0,43%, ocurrieron en los experimentos 3 y 2, respectivamente. En ambos casos el pH del hidrolizado original no se alteró y el flujo para ambos fue contracorriente, verificándose la superioridad de las resinas de intercambio iónico (A-860 y C-155) y de la menor concentración (2,5 veces) en la remoción de este inhibidor en el experimento 3. Comparativamente respecto al furfural, se verifica en la misma tabla que la mayor y la menor remoción, 100 y 69,70%, ocurrieron en los experimentos 4 y 6, respectivamente. La mayor concentración del hidrolizado (4,5 veces) en ambos casos se mantuvo. Con esto, se verificó la superioridad de las resinas de intercambio iónico (A-860s y C-155s) y del pH original del hidrolizado en la remoción del furfural en el experimento 4. Con relación al HMF, se observa en la Tabla 1 que la mayor y la menor reducción, 99,90 y 98,82%, ocurrieron en los experimentos 1 y 6, respectivamente. En ambos casos las resinas de intercambio iónico no fueron alteradas (A-39RAD y C-150s). Fue notado entonces que la mayor remoción de este inhibidor ocurrió en el pH original y en la menor concentración del hidrolizado (2,5 veces). Con relación a los compuestos fenólicos, se observa en la misma tabla que la mayor y la menor remoción ,61,36 y 36,38%, ocurrieron en los experimentos 3 y 1, respectivamente. El pH (original) y la menor concentración del hidrolizado (2,5 veces)

se mantuvo igual en ambos experimentos, verificándose así que la mayor influencia en la remoción de este inhibidor ocurrió debido a las resinas (A-860s y C-155) en el experimento 3. Se verificó en el experimento 3 la fuerte influencia de la resina A-860s en la remoción de fenoles, ácido acético y furfural, lo que puede evidenciarse por los estudios realizados por NÁPOLES *et al.*(1998), en el hidrolizado de bagazo de caña de azúcar.

Seguidamente fueron estimados los efectos de los parámetros verificados en la remoción de inhibidores a través de análisis estadísticas según la tabla 2. Para el ácido acético fue importante apenas el efecto del factor concentración, sin embargo negativo, lo que significa que el mayor porcentaje de ácido acético fue removido en el hidrolizado concentrado 2,5 veces. Para la remoción del furfural, tuvieron efectos significativos los factores: concentración, resinas y pH y también las interacciones concentración-resinas y concentración-pH. De la misma manera, fue removida la mayor concentración de inhibidor en el hidrolizado concentrado 2,5 veces. Para el factor hidroximetilfurfural, ninguno de los parámetros estudiados presentaron efectos significativos. Para la remoción de fenoles, tuvieron efectos significativos los factores resina, pH y flujo y también la interacciones entre resina-pH y resina-flujo. Como la señal del flujo es positivo, significa que la mayor remoción de fenoles fue en el flujo en contracorriente.

Tabla 2 Estimación de los efectos para los parámetros estudiados en la remoción de inhibidores

Efecto	**Estimativa**			
	Ácido Acético	**Furfural**	**Hidroximetilfurfural**	**Fenoles**
Media	11,34	91,85	99,60	51,53
A	-13,81*	-14,58*	-0,07	-0,15
B	0,73	12,25*	0,27	15,54*
C	-3,41	-2,60*	-0,23	4,08*
D	5,22	-0,34	-0,62	2,71*
AB+CD	7,49	12,27*	-0,28	0,35
AC+BD	3,47	-3,17*	0,23	-1,39*
AD+BC	-4,95	-0,24	0,00	-7,08*

- Significativo al nivel 5% de probabilidad

CONCLUSIONES

Se concluyó que las mayores remociones de los inhibidores ácido acético (23,38%), furfural (100%), hidroximetilfurfural (99,90%) y compuestos fenólicos (61,36%) ocurrieron en los experimentos 3,4,1,3, respectivamente. Todos los parámetros estudiados tuvieran una participación en la remoción de un u otro inhibidor, en menor o mayor significancia.

REFERENCIAS

Almeida e Silva. J..B., Lima, U.A., Taqueda, M.E.S., Soares, C.M.F., Guaragna, F.G. Utilization of response surface methodology for study of acida hydrolysis of eucalyptus wood . *Boletin de la Sociedad Chilena de Quimica*.Ano 2002, (in press).

Almeida e Silva, J.B., Mancilha, I. M., Vanetti, M.C.D., Teixeira, M. A. Microbial protein production by Paecilomyces variotii cultivated in eucalyptus hemicellulosic hydrolysate. *Bioresource Technology*, New York, v. 52, p. 197-200, 1995 a.

Brito, J.O.; Barrichelo, L.E.G.; Couto, H.T.Z.; Fazzio, E.C.M.; Carradini, L.; Carrara, M.A.; migliorini, A.J. Avaliação das características dos resíduos de exploração florestal de eucalipto para fins energéticos. Piracicaba:IPEF, 1979.(Circ. Tec.62).

Gírio, F. M., Peito, A. M., Amaral-Collaço, M. T. Enzymatic and physiological study of D-xylose metabolism by Candida shehatae. *Applied Microbiology and Bioengineering*, v. 40, p. 753-759, 1992.

HEikkilä, H., Nurmi, J., Rahkila, L., Töyryla, M. Method for production of xylitol. Patente 5.081,026. Jan. 14, 1992.

Lee, Y.Y., MCcaskey, T.A. Hemicellulosíc Hydrolysis and Fermentation of Resulting Pentoses to Ethanol. *Tappi Journal*, v. 66, n. 5, p. 102-107, 1983.

Lohmeier-Voger, E. M., Sopher, C. R., Lee, H. Intracellular acidification as a mechanism for the inhibition by acid hdrolysis-derived inhibitors of xylose fermentation by yeasts. *Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology*, v. 20, p. 75-81, 1998.

Mayerhoff, Z.D.V.L. Obtenção de Xilitol a partir de Hidrolisado Hemicelulósico de palha de arroz: Seleção de Leveduras e determinação de parâmetros fermentativos por Modelagem Estatística, Lorena:FAENQUIL, 1997. 94p. *(Tese de Mestrado).*

Nápoles, I., Silva, S. S., Mancilha, I. M., Felipe, M. G. A ., Acosta, E., Villa, P., Cepero, I., González, M., Manganelly, E. Application of Ion-Exchange Resins to Upsttream Processing of Sugar Cane Bagasse Hidrolisate for its Utilization in Bioprocesses. In: 2 nd *Europeam Symposium on Biochemical Engineering Science*, porto, Sep., 1998.

Pessoa, Jr. A . Produção de biomassa microbiana a partir de hidrolisado hemicelulósico de bagaço de cana-de-açúcar. São Paulo: USP /Faculdade de Ciências Farmacêuticas (*Tese de Mestrado*).

Sirisansaneeyakul, S.; StaniszewskI, M.; RizzI, M. Screening of Yeasts for Production of Xylitol from D-Xylose *Journal of Fermentation and Bioenginnering*, v.80, nr.6, p. 565-570, 1995.

Tsao, G.T. Cellulosic material as a renewable resource. *Process Biochemistry*, v.10, p.12-14, 1978.

EVALUACIÓN DEL TRATAMIENTO DEL HIDROLIZADO HEMICELULÓSICO DE BAGAZO DE CAÑA CON DIFERENTES CARBÓN ACTIVADO Y CONDICIONES DE ADSORCIÓN

Graças de Almeida Felipe, Maria das *
Marcelo Marton José
Batista de Almeida e Silva, João
Villarreal Morales, Martha Lissete

Departamento de Biotecnologia, Faculdade de Engenharia Química de Lorena – FAENQUIL
CEP 12600-970 Lorena - São Paulo.
*Autor para correspondencia (Fax: (12) 553-3165;
E-mail: mgafelipe@debiq.faenquil.br)

ABSTRACT

Lignocellulosic hydrolysates contain fermentation inhibitors that cause decreased bioprocess productivity. During hydrolysis, some byproducts, namely acetic acid, furfural, hydroxymethylfurfural and phenols, appear in the hydrolysate. These substances are toxic to the microorganisms, acting as inhibitors of the microbial metabolism. It is known that the success of the bioprocess depends on the initial substrate concentration, which can be increased by concentrating the hydrolysate by vacuum evaporation. However, concentrating the hydrolysate also brings about an increase in toxic substances, aggravating the problem of inhibition. Our work was an attempt to reduce the toxicity of sugar cane bagasse hydrolysate by treating it with seven types of powdered activated charchoal (Synth, CDA, CDG, Carbon 117, Carbon 118L, Carbon 147 and Carvorite) with different physicochemical properties. The hydrolysate was obtained by acid hydrolysis and concentrated under vacuum four times. During the treatment the pH was increased to 7.0 with commercial CaO, and decreased to 1.0 with sulfuric acid. Adsorption was carried out using different charcoal concentrations, temperature degrees, contact periods, agitation rates and pH values, in accordance with a 2^{5-2} factorial design. Of the seven types of powdered activated charcoal tested, Synht proved the most effective, reducing the concentration of acetic acid and phenols in 57.50% and 97.60%, respectively.

INTRODUCIÓN

Varios trabajos investigativos han confirmado el efecto tóxico ejercido sobre los microorganismos, de varios compuestos presentes en los hidrolizados hemicelulósicos. Ejemplo de estos son los compuestos fenólicos derivados de la lignina (Parajó *y cols.* 1996, 1997,1998; Larsson *y cols*, 2000) el ácido acético originado de los grupos acetil de la xilana (Felipe *y cols.*,1995,1997; Alves *y cols.*, 1998; Rodrigues *y cols.*, 2001), y los derivados del furano (furfural y 5-hiroximetil-furfural) generados por la degradación de pentosas y hexoxas (Lohmeier-Vogel *y cols.*, 1998; Larsson *y cols*, 1999; Palmqvist &

Hahn-Hägerdal, 2000). Además del efecto individual, la actuación en conjunto de alguno de estos compuestos, incluso en bajas concentraciones, interfiere en el uso biotecnológico de los hidrolizados hemicelulósicos obtenidos por hidrólisis ácida por potenciar sus efectos tóxicos (Rodrigues *y cols.*, 2001).

Diferentes tipos de tratamientos vienen siendo empleados con el objetivo de remover o reducir las concentraciones de estos compuestos inhibidores y mejorar la fermentabilidad de los hidrolizados ampliando así sus aplicaciones biotecnológicas. Dentro de estos la alteración de ph combinada con la adsorción en carbón activado ha sido usada para la detoxificación de los hidrolizados hemicelulósicos utilizados en la bioconversión de xilosa en xilitol (ALVES *y cols.*, 1998, Rodrigues *y cols.*, 2001).

Desta forma, el presente trabajo tiene como objetivo evaluar la acción de diferentes tipos de carbón activado pulverizados bajo diferentes condiciones de adsorción en la detoxificación de hidrolisado hemicelulósico de bagazo de caña, empleando un diseño factorial fracionario.

MATERIALES Y MÉTODOS

Hidrólisis y Concentración

El bagazo de caña fue sometido a hidrólisis ácida según la metodología establecida por Pessoa Júnior y cols., (1997). La concentración se realizó en un evaporador a vacío con capacidad útil de 4L, operando a 70 ± 5 ºC.

Tratamiento

El ph inicial del hidrolizado fue elevado a 7,0 con adición de CaO comercial y luego rebajado a 1 con H_2SO_4 . Fueron utilizados 7 tipos diferentes de carbón activado (Synth, CDA, CDG, C117, C118L y Carvorite). La adsorción con 1% Cp/v) fue realizada utilizando erlenmeyer de 250ml con 125ml de hidrolizado hemicelulósico en zaranda rotatoria New Brunswick, Scientific Co. modelo IN NOVA 4000 a una velocidad de 100 pm, 60 ºc y por un tiempo de contacto de 30 minutos. El precipitado resultante fue removido por filtración a vacío.

Métodos Analíticos

Las concentraciones de azúcares, ácido acético, furfural y 5-hidroximetilfurfural fueron determinadas por HPLC (Felipe *y cols.*, 1996). La concentración de compuestos fenólicos fue determinada por el método $FeCl_3$ e $K_3Fe[CN]_6$ descrito por Kim, Yoo (1996).

Planeamiento Factorial

Para evaluar el efecto de la adsorción con carbón activado se diseño un planeamiento fraccionario 2^{5-2} (tabla I). Las variables independientes evaluadas y sus repectivos niveles mínimos y máximos fueron: [T] temperatura (30ºC; 60ºC), [tc] tiempo de contacto (30 min; 60 min), [A] agitación (100 rpm; 300 rpm), pH (1,0; 6,0) y [CC] concentración de carbón (p/v) (1%; 10%).

Tabla I: Matriz experimental 2^{5-2} empleada en el estudio del efecto del tratamiento con carbón activado en el hidroizado hemicelulósico

Tratamento	[T]	[tc]	[A]	[pH]	[CC]
1	+	-	+	-	+
2	-	-	-	+	+
3	+	+	-	+	-
4	+	+	+	+	+
5	+	-	-	-	-
6	-	+	-	-	+
7	-	-	+	+	-
8	-	+	+	-	-

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Una vez concentrado al vacío, el hidrolizado, presentó la siguiente composición: xilosa 69,23 g/L ; ácido acético, 6,02 g/L; Fenoles, 7,88 g/L; Furfural, 0,021 g/L; 5-hidroximetilfurfural, 0,024 g/L.

Aunque la utilización de una concentración mayor de carbón activado puede propiciar una mayor área para la adsorción de compuestos (Greenbank y Spotts, 1995), los datos obtenidos, en este estudio, no corroboran este hecho en el caso de la xilosa. La menor remoción observada, pera este azúcar (5,10%), ocurrió cuando se empléo carbón activado C147 (10%) a una temperatura de 30 ºC, 30 minutos de contacto, 100 rpm y un pH de 6.

En relación a los compuestos tóxicos, se puede observar que la mayor remoción de ácido acético (57, 50 %) y fenoles (98, 60 %) fue con carbón Synth (10 %) a temperatura de 30 ºc, un tiempo de contacto de 60 minutos, 100 rpm y pH de 1,0. Según Rodríguez y cols., (2001) una explicación posible para este hecho sería el aumento de la solubilidad del ácido acético y fenoles en su forma molecular a ph 1 y 30 ºC, sumada al área superficial disponible en estas condiciones

Tabla 2 Remoción (%) de xilosa y compuestos tóxicos del hidrolizado de bagazo de caña, luego de la concentración y tratamiento con diferentes tipos de carbón activado según un planeamiento factorial 2^{5-2}

Ensayos		Azúcar	Compuestos tóxicos					Azúcar	Compuestos tóxicos			
		Xilose	HAc*	Fenóis	Fufural	HMF**		Xilose	HAc*	Fenóis	Fufural	HM
1	**SYNTH**	14,76	46,83	83,12	22,28	96,30	**C118L**	11,74	34,83	86,93	72,04	99,
2		17,98	13,67	86,29	64,46	30,04		14,14	23,17	89,94	67,30	99,
3		14,66	14,67	62,31	10,20	81,48		11,03	5,84	59,01	8,50	74,
4		21,54	13,34	94,42	77,73	100		8,62	15,50	94,42	40,76	99,
5		15,59	17,50	46,83	68,70	46,83		12,05	13,67	58,12	67,75	58,
6		26,94	57,50	97,59	55,92	100		12,71	40,67	98,60	50,71	99,
7		15,02	9,34	64,09	79,62	85,60		11,51	6,84	60,00	77,73	89,
8		24,14	23,67	61,17	40,28	76,96		22,97	9,33	64,09	7,60	73,
1	**CDA**	10,86	44,50	83,25	36,97	98,35	**C147**	9,62	40,00	85,79	73,94	98,
2		13,29	26,67	86,93	64,46	30,04		5,10	16,67	89,94	69,67	99,
3		15,12	12,50	59,64	12,50	73,66		6,60	4,34	57,61	7,00	83,
4		11,76	16,84	95,43	49,76	93,41		6,67	16,67	96,45	49,29	99,
5		12,52	22,33	52,92	65,89	52,92		15,28	18,67	52,18	77,62	52,
6		12,78	49,67	96,32	100	97,94		8,12	42,67	98,47	63,98	99,
7		13,55	12,34	55,58	61,13	79,01		12,96	12,34	56,60	67,03	89,
8		12,52	13,00	54,95	10,90	63,70		11,55	13,67	64,34	39,34	75,
1	**CDG**	10,17	46,33	81,98	41,23	98,35	**Carvorite**	11,06	40,67	84,52	76,78	98,
2		10,11	14,33	85,02	55,93	92,59		7,35	13,34	89,34	69,19	99,
3		12,80	13,17	53,43	24,65	72,43		11,70	17,50	61,29	6,50	79,
4		8,65	11,84	95,30	66,35	99,59		8,49	14,67	94,80	81,04	99,
5		14,29	17,50	58,00	63,09	58,00		12,28	9,34	57,23	100	79,
6		14,24	54,67	97,46	100	98,35		7,97	49,67	98,05	66,35	99,
7		12,61	8,84	58,00	78,67	76,95		12,28	9,34	57,23	100	79,
8		12,80	13,17	53,43	24,65	72,43		13,53	13,67	60,15	29,38	80,
1	**C117**	10,23	39,00	84,26	55,92	98,35						
2		10,28	21,00	89,72	36,02	98,76						
3		10,30	6,67	60,66	9,7	74,07						
4		6,41	19,17	94,92	52,61	99,18						
5		12,86	14,17	49,23	68,02	49,23						
6		9,39	46,17	97,59	40,93	98,35						
7		12,06	10,00	51,90	72,98	87,95						
8		14,11	14,50	59,14	31,28	73,66						

***** Ácido acético ****** 5-Hidroximetilfurfural

Los tratamientos también contribuyeron en la remoción de compuestos tóxicos derivados del furano. Las mayores remociones ocurrieron en condiciones de adsorción

iguales pero con carbones diferentes. El furfural fue totalmente removido en la condición de máxima remoción de ácido acético, aunque sólo para los tipos de carbón CDA y CDG. El tipo carvorite a 1 %(p/v) también permitió la remoción total de furfural sin embargo a 30 ºc, 30 minutos, 300 rpm y ph 6, mientras que en esas condiciones los tipos CDA y CDG solo proporcionaran 61, 13 y 78,67 % de remoción de furfural, respectivamente. Para el 5-HMF la remoción total ocurrió también con el carbón activado coincide con la de máxima remoción de glucosa, ácido acético, fenoles y furfural, y la segunda para una temperatura de 60 ºc, un tiempo de contacto de 60 minutos, 300 rpm y ph 6, con una concentración de carbón activado de 10 % (p/v).

Respecto a la clarificación del hidrolizado, en función del tipo y condición de adsorción en carbón activado, fue máximo en la condición de 60 ºc, 30 minutos, 300 rpm, ph 1 y un 10 % (p/v) de carbón activado independientemente del tipo de este.

Los resultados experimentales obtenidos en este trabajo permiten concluir que la remoción de los compuestos tóxicos presentes en el hidrolizados hemicelulósico de bagazo de caña es influenciada per el carbón activado y por las condiciones de adsorción empleadas durante el tratamiento. Fue también constatado la perdida de xilosa durante el proceso en una condición diferente a la encontrada para la mayor remoción de los compuestos tóxicos.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecem a FAPESP (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo) y CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e tecnológico) por el apoyo financiero.

REFERENCIAS

Rodrigues, R.C.L.B *y otros* (2001*). Brazilian Journal of Chemical Engineering*, Vol. 18, p.299-311

Larsson, S. *y otros* (2000). *Applied Biochemistry and Biotechnology*, Vol..84-86, pp. 617-631

Palmqvist, E., Hahn-Hägerdal, B. (2000*). Bioresource Technology* Vol. 74, pp. 25-33

Larsson, S. *y otros* (1999). *Enzyme and Microbial Technology* , New york, Vol..24, pp. 151-159

Alves, L. A. *y otros* (1998). *Applied Biochemistry and Biotechnology*, Vol..70/2, pp .89-98

Lohmeier-Vogel, E.M., Sopher, C.R., LEE, H. (1998). *Journal of Industrial Microbiology & Biotechnology*, Vol.20, pp. 75-81

Felipe, M.G. A. y otros (1997). *Biomass and Bioenergy*, Vol..13, pp. 11-14

Parajó, J.C., Dominguez, H., Domínguez, J. M. (1997). *Process Biochemistry*, Vol.32, pp. 599-604

Parajó, J. C., Domingues, H., Domingues, I. M. (1996). *Bioresource Technology*, Vol.. 57, pp. 179-185

FELIPE, M.G. A. *y otros* (1995). *J.Basic Microbiol.*, Vol. 35, pp. 171-177

Greenbank, M., Spotts, S.(1995). *Industrial Water Tratament*, jan/feb pp. 19-27

EVALUACIÓN ECONÓMICA DE UNA MINI-DESTILERÍA DE ALCOHOL DIVERSIFICADA

***Ramos P.A.R.,**
Lombardi G.
Corsini R., ***
Santana R.,
Pérez O.,
Gozá O.

*Facultad de Ingeniería Mecánica, ISPJAE,
E-mail: pedro_jandro@yahoo.com
**Universidad San Paulo, Brasil.
***Grupo Azúcar, Facultad Ingeniería Química, ISPJAE,
E- mail: osney@quimica.ispjae.edu.cu

ABSTRACT

This paper presents an economic feasibility study of a Small Diversified Alcohol Distillery (SDAD) projected to operate as agroindustry, in an area of 4310 ha. As a consequence of the diversification was obtained that the distillery is profitable from 40000 L/d of etanol, with a cost that is competitive with regard to oil fuels. The SDAD with a capacity of 40000 L/d, provides 131 employments (25% hired), and produces 7,13 MW of electric power surplus for sale, 1130 t/y of dry yeast, 2800 livestock heads semiconfined for the production of milk and meat, 3630 t/y of fruits and vegetables, to satisfy the basic necessities of a city of up to 17300 inhabitants. The SDAD is conceived under the conception of maximum thermodynamic and productive efficiency, environmental and social quality giving answer to the concept of Sustainable Development. The ethanol as fuel besides being renewable, is potentially not polluting, because besides oxygenating the atmosphere, it retires CO_2, it avoids the accumulative emission of toxic gases, particularly the CO_2, maximum responsible for the Greenhouse Effect.

INTRODUCCIÓN

Las excelentes cualidades físico-químicas y termodinámicas del alcohol combustible y de las favorables propiedades ambientales del cultivo de la caña del cual se produce, lo hacen el ideal para sustituir a los derivados del petróleo. La directriz principal de los procedimientos en una Mini-Destilería de Alcohol Diversificada (MDAD) está basada en la integración entre la industria y el sector agropecuario, bajo la premisa de racionalización de métodos, procesos y equipamientos así como por el empleo de tecnologías de punta, que estén ya consagradas por su utilización.

Una MDAD no es una simple reducción en escala de una destilería grande, (Corsini, 1999). El efecto de Economía de Escala aparecerá, potencialmente, cuando se garantice la producción seriada de su equipamiento, reduciendo así sus costos de producción, de implantación y de mantenimiento.

La sustitución del petróleo importado por Brasil (600.000 barriles/d), sería posible con la potencia térmica equivalente de 155.10^6 L/d de alcohol que serían producidos por 3870 MDAD, cubriendo tan sólo el 1,96% del territorio de Brasil.

Las potencialidades de las MDAD son claras y significativas, Ramos (2001):

-En términos energéticos, estarán disponibles un total de 27.600 MW de electricidad excedente, magnitud valor que equivale a 2,19 ITAIPUs (12.600 MW).

-En beneficios al ecosistema, se deja de incorporar a la atmósfera $1,94.10^6$ t/d de CO_2, y otros contaminantes que, de forma acumulativa, van incrementando el Efecto Invernadero y la calidad de vida en el planeta. Asimismo los cañaverales y áreas cultivadas con sorgo enriquecen la atmósfera en 143. 10^6 t de O_2 además de retirar de ella 197.10^6 t de CO_2, de forma estable, durante toda la vida operacional de las 3870 MDAD, este hecho convierte al alcohol en el combustible ecológico por excelencia.

-En términos de beneficios sociales, serán generados 380000 empleos fijos y 127000 contrataciones. Se producirán alimentos variados para $67,0.10^6$ habitantes, de los 170.10^6habitantes que tiene Brasil, la cría de ganado semiconfinado, $10,8.10^6$ cabezas, $4,37.10^6$ t/año de levadura seca para alimento humano, excelente para alimentación infantil por su valor proteico y $14,0.10^6$ t/año de frutas y hortalizas, variados y renovables, cultivados en $7,01.10^6$ ha, 0,82 % del territorio de Brasil. La MDAD mantiene fijos los empleos durante los 365 días del año, 8 meses en cultivo de caña, 2 meses en cultivo de sorgo, 2 meses para mantenimiento. El cultivo de sorgo dura 4 meses, quedando 8 meses de área libre para cultivar frutas y hortalizas de corto ciclo.

-En términos financieros, 5,5 billones de dólares anuales serían ahorrados por concepto de importaciones y 5,8 billones recaudados por impuestos directos, contribuciones tributarias e impuestos sobre renta, totalizando así 11,3 billones de dólares por año.

-En términos estratégicos, 3.870 MDAD distribuidas por todo Brasil evitarían apagones y minimizarían las necesidades de transportación a largas distancias.

-En términos de igual tiempo de retorno económico una MDAD de 40000 L/d ocupa un área de 4310 ha en tanto una destilería tradicional que produce sólo alcohol, (220.000 L/d), ocupa 7850 ha, 1,82 veces mayor, lo que constata la superioridad productiva del concepto de la diversificación.

-La situación actual en Brasil manifiesta que: La producción nacional de alcohol es de $10,6.10^6$ m^3/año, Alcoobras (2001), la mayoría sin considerar la diversificación. Ese alcohol apenas corresponde a 1086 MDAD, o sea 28,1% del total necesario para sustituir todo el petróleo importado. La falta de diversificación elimina la producción adicional de alimentos para 21,1 millones de habitantes con $2,94.10^6$ bovinos, 360000 t de levadura seca, 0,613 ITAIPUs y decenas de miles de nuevos empleos.

Por último, 10 años después de la reunión de Río de Janeiro de 1991, la diplomacia brasilera consiguió un inusitado éxito en la reunión de Marrakesh (JESP, Sardemberg, RM-16/11/01) sobre cuestiones ecológicas y sociales, de importancia para el desarrollo sostenible del planeta. Por tanto la sustitución del petróleo por el alcohol, bajo el concepto diversificado de la MDAD, servirá no sólo para mejorar el balance económico nacional, sino también, para dar una respuesta concreta a la posición de Brasil dentro del contexto

del Protocolo de Kyoto, confiriéndole una posición de liderazgo mundial en el trato ecológico y social del Planeta.

MATERIALES Y MÉTODOS

Procedimiento

El proyecto conceptual de la MDAD considera ciclos operacionales optimizados. Se propone, siempre que sea posible, el empleo de procesos regenerativos y reciclables, tanto en el sector agrícola como en el industrial, así los cogollos de la caña son aprovechados en la alimentación del ganado, las excretas de este junto con la vinaza son biodigeridos y reciclados en la fertirrigación. El bagazo, 50 % húmedo, pasa por un secador de lecho en suspensión con potencialidad de reducir la humedad hasta 12 %, para ser utilizado en la caldera. Todos los equipamientos son accionados por motores eléctricos. Los intercambiadores de calor utilizan vapor de proceso o vegetal y el condensado que sale de ellos, es reaprovechado en otros sectores del proceso, por lo que ninguna potencialidad se pierde. De hecho, este proyecto constituye un dimensionamiento, selección y aplicación de equipamientos, procedimientos y procesos todos, con tecnología de punta.

Proceso tecnológico

En el trabajo, Ramos (2001) se describen detalladamente las siguientes etapas: Cosecha, Corte Mecanizado y Transportación de la Caña y del Sorgo (Materia Prima), Atención al ganado, Recepción y Preparación de la Materia Prima, Extracción del jugo, Tratamiento del jugo, Fabricación del Alcohol, Fermentación, Destilación, Biodigestión, Tratamiento del Bagazo, Generación de Vapor y de Energía, Tratamiento da Levadura

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se resaltan a continuación los resultados económicos de la MDAD,(Ramos, 2001). La tabla 1 presenta los costos operacionales, (USD)-$. En ella resalta la ventaja económica de la diversificación. Se observa que el Costo Unitario del alcohol es 0,79 $/$. Este es el mismo valor que se obtiene en una destilería de alcohol tradicional de 40.000 L/d. Entretanto, la diversificación permite que los otros conceptos tengan bajo costo, ej. la cogeneración cuesta 7,51 $/MWh, 3,7 veces menor que para una termoeléctrica tradicional (27 $/MWh) ,Horta (2000), con un costo unitario de 0,19 $/$. En este caso la ganancia es de 426 %. La diversificación garantiza un costo unitario global bajo (0,48 $/$), 39 % menor que el del alcohol.

Tabla 1. Costos

Conceptos	Costo total anual, mil $	Costo unitario ($/u)
Productos Agrícolas	273	0,39 $/$
Productos Pecuarios	402	0,27 $/$

Alcohol	3 100	0,79 $/$ o 0,25 $/L
Cogeneración	405	0,19 $/$ o 7,51 $/MWh
Diversificación	4 180	0,48 $/$

En el caso de las Inversiones, (consideradas para 20 años de vida útil), ocurre algo similar, como muestra la tabla 2.

Tabla 2, Inversiones

Conceptos	Invers. Total anual, mil $	Inversión unitaria ($/u)
Productos Agrícolas	1 514	2,15 $/$
Productos Pecuarios	671	0,46 $/$
Alcohol	7 554	1,93 $/$ o 0,60 $/L
Cogeneración	3 353	1,55 $/$ o 62,2 $/MWh
Diversificación	13 092	1,52 $/$

Se obtiene un valor para la Inversión Unitaria de la diversificación de 1,52 $/$, valor 21 % menor que el del alcohol (1,93 $/$) que es el responsable de la mayor inversión. El cálculo de la tabla 2 es elaborado considerando que para cada producto los costos de los equipamientos de cada concepto es estrictamente el necesario para producirlo. Ejemplo, la inversión para el alcohol es de $7{,}55.10^6$ $, el mayor de todos, considera el costo de una caldera de 20 atm, necesaria y suficiente para producirlo, además de los costos del cultivo de la caña, del sorgo y los equipamientos afines para la cosecha y la producción del alcohol. Si se produce electricidad mediante cogeneración para la venta al Sistema Electroenergético Nacional (SEN), es necesario adicionar $3{,}35.10^6$ $, adicionando aquí la diferencia de costo entre la caldera de 20 atm y la de 62 atm, que sería la necesaria para la cogeneración, incluidos el resto del equipamiento directos necesario para generación de electricidad. La cosecha, el corte y recogida y los equipos asociados, tienen los costos repartidos entre el alcohol, los productos agropecuarios, hortifrutícolas y la cogeneración.

En la tabla 3 son presentados los valores de los ingresos.

Tabla 3. Ingresos

CONCEPTOS	INGRESO TOTAL ANUAL, mil $
Alcohol	3 906
Electricidad Excedente	2 157
Grano de Sorgo	0,00*
Leche	730
Carne	654
Cuero Curtido	88
Frutas y Hortalizas	704
Levadura Seca	383
Fertilizantes	0,00*
Diversificación	8 622

*- sorgo y biofertilizante.- materiales reciclados internamente.

Se puede apreciar que el 45 % de los ingresos es producido por el alcohol y el 55 % por el resto (electricidad y otros productos). Como ya se comentó, es el alcohol quien crea

las condiciones de existencia de los otros productos, que incluso en conjunto generan un ingreso superior al propio alcohol. Este hecho ocurre gracias a la DIVERSIFICACIÓN responsable del balance económico positivo de la MDAD.

Tabla 4. Indices de eficiencia económica

ALTERNATIVA	ALTER 1	ALTER 2	ALTER 3	ALTER 4
ÍNDICES / Financiamiento, [%]	0,00%	50,0%	70,0%	80,0%
Valor Actual Neto, VAN. [$10^6$$]	8,61	2,81	0,79	-0,22
Tasa Interna de Retorno, TIR. [%/año]	23,93	16,20	13,69	12,50
Margen de Contribución, MC. [$/$]	0,28	0,24	0,25	0,24
Rendimiento Económico, RN. [%/año]	16,97	15,20	14,79	4,59
Período de recuperación, PR. [año]	5,7	6,4	6,5	6,6
Punto de Equilibrio, P*.[%]	35,75	40,27	40,92	41,26
Flujo de Caja Acumulado, FCA.[$10^6$$]	44,86	33,49	29,76	27,90

Datos de la Dirección de Infra-Estructura del BNDES (junio de 2001)

Plazo de Pago- 8 años, Período de gracia- 3 años , Tasa de Interés- 12,75 %/año.

Se presentan en la Tabla IV los principales índices de eficiencia económica, destacándose los siguientes:

VAN- La 4ª alternativa de financiamiento (80 %) muestra un valor negativo (-0,22), atestando el mal empleo de capital, pues su TIR es menor que la Tasa de interés de financiamiento. Por tanto las alternativas 1, 2 y 3, se tornan factibles.

TIR- Para las alternativas 1, 2 y 3 los valores son superiores a la Tasa de interés (12,75 %/año) de financiamiento.

PR – El período de recuperación es adecuado para las 4 alternativas, solo presentan pequeñas diferencias.

FCA - Este índice muestra que al final de la vida útil de la MDAD, 20 años, la utilidad financiera líquida es significativa.

Todos os cálculos sobre costos, ingresos, inversiones, así como temperatura, presión, brix, características técnicas de los equipos, el flujograma, etc. que fundamentan el proyecto, pueden ser encontrados en el informe técnico de los autores, Ramos (2001).

CONCLUSIONES

- El concepto MDAD permite aprovechar las potencialidades de la integración (industria, pecuaria y agricultura) en el contexto de la producción de alcohol. La diversificación es la responsable del éxito económico y social de una MDAD de 40.000L/d.
- La factibilidad económica de la MDAD ocurre a partir de los 40000 L/d de alcohol con financiamiento de 70% o menor. La inversión es relativamente baja, 13,0 mill de dólares por MDAD. Con 50% financiado (BNDES) el período de recuperación es 6,4 años.
- Su implantación es posible a través de cooperativas o empresas de participación, formadas por pequeños productores rurales.

- La MDAD posibilita incorporar a la economía nacional, los territorios marginados.
- El alcohol es un combustible ecológico. Es el combustible por excelencia para sustituir los petroderivados que actualmente tienen dramáticos resultados económicos, sociales y ambientales.

REFERENCIAS

Corsini , R. (1999)- Viabilidade econômica de Mini Usina de álcool Integrada. *Monografia. EESC*, Brasil.

Horta Nogueira, L. A et all. (2000)- Estudio alternativo de la caña de azúcar como recurso alimenticio y energético - un modelo integrado, Escuela Federal de Ingeniería de Itajubá - EFEI, Itajubá - MG - Brasil, http://www.fao.org/sd/SPdirect/EGre0056.htm

Ramos, P.A.R. e Lombardi, G (2001).- Viabilidade Econômica do Projeto Conceitual para Execução do Projeto Dimensional da MUAI. Relatório de Pesquisa FAPESP. NETeF, Escola Engenharia São Carlos, USP, S.P., Brasil.

Especificaciones técnicas de 31 fabricantes.

Informaciones de 49 sitios web (fev/2001-nov/2001).

EVALUACIÓN ECONÓMICA PRELIMINAR DE LA PRODUCCIÓN Y APLICACIÓN DEL BIOICIL

Blanco Carracedo, Gladis
Herryman Munilla, Maribel
Almazan del Olmo, Oscar
Julio A. Martnez Valdivieso. Ing.

Instituto Cubano de los Derivados de la Caña de Azúcar. (ICIDCA).
E-mail: gladysb@icidca.edu.cu

ABSTRACT

The use of bagasse as raw material or fuel, in non harvest season, is conditioned to its storage. So it is very important to achieve an appropriate preservation of the fibrous material and avoid its damage, to keep, as much as posible its characteristics. The method with the best results is the treatment with microbiological liquors.

In ICIDCA, a technology for the production of a concentrate of lactic bacterias has been developed. This product called BIOICIL, when used in bagasse, before baling storage, controls fermentative processes and allows higher conservation and drying.

This work is an economical evaluation of BIOICIL production in a 30 000 kg/year dry product plant; benefits of BIOICIL application to bagasse are also analysed. This evaluation demonstrated that proposed plant capacity is too low, pointed out by very high fixed costs. A sensitivy analysis done with 60 000 and 90 000 kg/ year capacities make possible to prove this. The cost- benefit analysis also pointed out that this treatment is more efficient for bagasse storage to use it as fuel for electricity generation rather than as raw material for board production**.**

INTRODUCCIÓN

La utilización del bagazo como materia prima y/o combustible, en tiempo de no zafra, está condicionada a su almacenamiento, ya que, generalmente, las fábricas de azúcar sólo operan durante cuatro o cinco meses del año. De ahí la importancia de lograr, en el período de almacenamiento, la preservación del material fibroso para evitar su deterioro y, conservar, lo más posible, sus características.

El método que mejores resultados ofrece, para este objetivo, es el tratamiento del bagazo con licores microbiológicos, de manera de dirigir y controlar la fermentación para que los azúcares residuales se conviertan en ácido láctico y otros ácidos orgánicos que mantienen el pH alrededor de 3,5, conservando la fibra en óptimas condiciones.

En el ICIDCA se ha trabajado en este sentido y se ha desarrollado una tecnología para la producción de un preparado de bacterias lácticas, el BIOICIL, que ha dado resultados muy satisfactorios en las pruebas realizadas en almacenamiento de bagazo respecto a su conservación.

El BIOICIL, aplicado al bagazo antes del empaque, controla los procesos fermentativos en el interior del bagazo empacado, permitiendo una mayor conservación y secado, con

una reducción de las pérdidas por deterioro de la fibra, de, al menos, un 50%, lo que ha sido corroborado a nivel industrial.

Este trabajo es una evaluación económica preliminar del proceso de fabricación de BIOICIL, utilizando como base la información presentada en el documento "Anteproyecto Tecnológico para la Producción de BIOICIL Seco"(Almazán 2001), en el que se analiza la producción de BIOICIL para una planta con capacidad de 30 000 kg anuales de producto seco y se realiza un análisis costo-beneficio de su empleo en la preservación de bagazo almacenado en pacas para la producción de tableros y la generación de energía eléctrica. En base a los resultados, se hacen recomendaciones sobre el tamaño de planta propuesto, la economía del proceso y la aplicación del producto.

ASPECTOS GENERALES

En el anteproyecto tecnológico se plantea una instalación modular con una capacidad de producción diaria de 100 kg de producto en polvo. La planta operará durante 300 días para una capacidad anual de 30 000 kg anuales. El producto se envasa en sacos multicapas de 25 kg para su almacenamiento.

En el país no existe una demanda identificada para el BIOICIL, pero teniendo en cuenta que su uso es como preservante de la fibra del bagazo, que el requerimiento de bagazo para papel y tableros, con las plantas a plena capacidad, es de unas 696 000 t/a (MINAZ 1999) y que el consumo de BIOICIL puede estar entre 100 y 1000 g/t de bagazo, dependiendo de la concentración a que se obtenga el producto final (10^{11} ó 10^{10} UFC/ml respectivamente) se estima que el consumo potencial será 69 600 ó 696 000 kg.

Por su composición y propiedades el BIOICIL puede emplearse en la preservación de otros subproductos de la agroindustria azucarera utilizados con fines industriales, como es la cachaza y también de otros materiales fibrosos que requieren ser conservados por largos períodos de tiempo (ensilaje).

PROCESO TECNOLÓGICO

El proceso de producción del BIOICIL consta de las siguientes etapas: preparación de materias primas y materiales, preparación del cultivo puro, fermentación de la cepa de Lactobacillus rhamnosus LB-12 para la obtención de preservante líquido, recuperación del producto por centrifugación, secado del producto, control de la producción y envase. Con este proceso se puede obtener un BIOICIL con una concentración de 10^{10} UFC/ml que podrá llegar a 10^{11} UFC/ml si el proceso de secado está optimizado. La planta es sencilla y el equipamiento convencional de la industria fermentativa**.**

EVALUACIÓN ECONÓMICA

Costo de inversión

El costo de inversión estimado para una planta de BIOICIL seco de 30 00 kg/año (30 t/año) se muestra en la tabla 1.

Tabla 1. Costo de inversión

Componentes	Valor	%Estructura	% Divisa

	Total(P)	Valor(USD)		
Equipos y Maquinaria	327000	265000	71	81
Construcción y Montaje	98100	39200	21	40
Otros	32700	19600	7	60
TOTAL	457800	323800	100	71

El equipamiento puede ser construida en el país, pero tiene un alto componente en divisas.

Costos de producción

Se estimo el costo de producción evaluando la miel a diferentes precios:

- - Alternativa 1. Miel final propia a 29,00 pesos /t (29,00 USD/t) (MINAZ 2001)
- - Alternativa 2. Miel final comprada a 31,90 pesos/t (31,90 USD/t) (MINAZ 2001)
- - Alternativa 3. Miel final de exportación a 50,00 USD/t (MINCEX, junio 2001)

En la tabla II se muestra el costo de producción para cada una de las alternativas analizadas.

Tabla 2 . Costos de producción por 100 kg de BIOICIL seco

Elementos	Alternativa 1		Alternativa 2		Alternativa 3	
	Pesos	USD	Pesos	USD	Pesos	USD
Costo Variable	146,35	122,48	146.55	122.68	147.80	123.93
Costo Fijo	527,30	253,61	527.31	253.62	527.37	253.64
Costo Total	673,65	376,09	673,86	376,30	675,17	377,57

Las tres alternativas tienen costos de producción muy similares.

El análisis de los costos de producción evidencia que:

- ▪ El precio de la miel final no tiene una incidencia significativa en los costos de producción.
- • El componente en divisas del costo es de cierta consideración
- • Los costos variables tienen poca incidencia dentro del costo total (22%), la mayor afectación está dada por la magnitud de los costos fijos (78%), lo que demuestra la alta influencia de la escala de producción.

Análisis económico del uso del BIOICIL

Para conocer la conveniencia, desde el punto de vista económico, de utilizar el BIOICIL en la preservación del bagazo, se hizo un análisis considerando su almacenamiento en pacas para la producción de tableros y la generación de electricidad, mediante la realización de un balance costo beneficio que permitiera determinar si la disminución que se obtiene en las pérdidas del bagazo almacenado, justifica los gastos del tratamiento.

Bases de cálculo:

- En el caso de los tableros, se considera el almacenamiento en pacas de 50 000t de bagazo y, el que se ahorra, se valora como sobrante empacado, al precio oficial del MINAZ 2001, que es de 17,45 pesos/t con un componente en divisa de 11,10 USD/t.
- En el caso de la generación de electricidad, el bagazo ahorrado se valora como fuel oil equivalente, suponiendo una zafra de 4.0 millones de toneladas de azúcar con un 20% de bagazo sobrante, que se empaca para su almacenamiento (1 760 000 t).
- El BIOICIL se valoró a precio de costo empleando el de la variante de 90 000 kg/a de capacidad, que es 3,70 pesos/kg con un componente en divisas de 2,57 USD/kg.
- Pérdidas de bagazo almacenado sin tratamiento de 15% y con tratamiento de 7%.
- Se consideraron dos variantes de concentración de BIOICIL, una alta de 10^{11} UFC/ml y una baja de 10^{10} UFC/ml, que representan índices de consumo de 100 y 1000 g/t de bagazo tratado respectivamente

Las tablas 3 y 4 muestran los resultados de este análisis.

Tabla 3. Resultados en bagazo para tableros (Pesos).

Elementos	**100 g/t bagazo**		**1000 g/t bagazo**	
	Total	**Divisa**	**Total**	**Divisa**
Pérdidas bag. sin tratar	130 875	83 250	130 875	83 250
Pérdidas con tratamiento	61 075	38 850	61 075	38 850
Valor bagazo recuperado	69 800	44 400	69 800	44 400
Costo tratam. con BIOICIL	18 500	12 800	185 000	128 000
Beneficio	51 300	31 600	-115 200	-83 600

Tabla 4. Resultados en bagazo para generación de energía eléctrica

Elementos	**100 g/t bagazo**		**1000 g/t de bagazo**	
	t fuel equiv.	**USD**	**t fuel equiv.**	**USD**
Pérdidas bagazo sin tratar	50 769	11 085 411	50 769	11 085 411
Pérdidas con tratamiento	23 692	5 173 148	23 692	5 173 148
Bagazo recuperado	27 077	5 912 263	27 077	5 912 263
	Pesos	USD	Pesos	USD
Costo tratam. con BIOICIL	651 200	452 320	6 512 000	4 523 200
Beneficio	5 261 063	5 459 943	-599 737	1 389 063

Cuando el tratamiento se realiza con un BIOICIL de concentración de 10^{10} UFC/ml, en el que se requiere un índice de 1000 g/t de bagazo, los resultados económicos no son satisfactorios, menos en la generación de electricidad, en el balance de divisas. Cuando se emplea un producto de concentración 10^{11} UFC/ml, el consumo de BIOICIL disminuye considerablemente y los resultados justifican la aplicación del tratamiento. Esto indica la importancia que tiene obtener un producto lo más concentrado posible de manera de utilizar la menor cantidad del preservante en el bagazo a tratar.

El costo mínimo que debe tener el BIOICIL para que pueda emplearse él de concentración de 10^{10} UFC/ml es el siguiente:

- En bagazo empacado para tableros 1.40 Pesos/kg
- En bagazo empacado para electricidad 3.36 Pesos/kg

El empleo del producto en el tratamiento de bagazo para generación de energía eléctrica es más eficiente que para la fabricación de tableros.

CONCLUSIONES

- La escala de producción del anteproyecto (30 000 kg/a) es muy baja, lo que se evidencia por altos costos fijos en el costo de producción. Debe analizarse una planta de mayor tamaño para favorecer la economía del proceso.
- La implementación del proceso no requiere de costos de inversión altos. No obstante, el componente en divisas de la inversión es alto (71%).
- El análisis económico del uso del BIOICIL demostró lo importante que resulta lograr una optimización de las operaciones que permita alcanzar concentraciones de 10^{11} UFC/ml.
- El análisis económico de la aplicación del preservante al bagazo almacenado en pacas evidenció que ésta es más eficiente cuando se emplea en bagazo para generación de electricidad que para la producción de tableros.
- Es necesario realizar estudios de demanda para conocer el consumo potencial del producto y respaldar el aumento en la escala de producción.

REFERENCIAS

Almazán, O. et al. (2001). Anteproyecto tecnológico para la producción de BIOICIL seco. Dpto. de Bioingeniería. Subdirección de Biotecnología. ICIDCA.

MINAZ. Dirección de Derivados. (2000). Balance Producciones Derivadas 1999.

MINAZ. Dirección de Precios. (2001). Relación de precios de insumos.

MINCEX. Dirección de Precios. (2001). Precios indicativos del mercado en productos seleccionados. (Mayo/junio/julio)

EVALUACIÓN INDUSTRIAL DE LEVADURAS DEL GÉNERO SACCHAROMYCES CEREVISIAE EN LA DESTILERÍA GEORGE WASHINGTON

Jover de la Prida , Josefina Dra
Cuevas Hernández, Mabel

Dpto. Ingeniería Química. Universidad Central de Las Villas.
E mail: jjover@uclv.edu.cu

ABSTRACT

In this paper it is showed the industrial evaluation of yeasts *Saccharomyces cerevisiae* HB, *S. cerevisiae* C3 and *S. cerevisiae* Santa Cruz in the George Washington distillery. It is reported the average values of the alcoholic percentage in mash, efficiency of the fermentation and yield alcohol-substrate. The best results are archieved with the use of the Saccharomuces cerevisiae C3. It is also obtained 5,6% of the alcoholic percentage, 55.50% yield alcohol-substrate and 86,14% in tht efficiency of the fermentation with the use of this yeast.

It is analyzed the economic effect obtained through the use of the yeast *S. cerevisiae* C3 in relation with others. The yeast S. cerevisiae saves molasses in 3441 t/year and improves the production of ethylic alcohol in 15711 HL/ year in relation with *S. cerevisiae* Santa Cruz yeast which at present is used in the G. Washignton distillery.

There are showed in this paper the results of the gas-chromatography for mash and aguardiente in its organic components analyzed not only with the use of *S. cerevisiae* C3 but also with the use of *S.cerevisiae* Santa Cruz.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para llevar a cabo la evaluación industrial de las levaduras S. cerevisiae HB, S. cerevisiae C3 y S. cerevisiae Santa Cruz fue necesario realizar la propagación de éstas a escala de laboratorio por los métodos establecidos, antes de ser trasladado a la fábrica, y el proceso de fermentación alcohólica se efectúa por el procedimiento tradicional de ésta. Se trabaja bajo las mismas condiciones fabriles tanto de materia prima (miel final) como tecnológicas. Para seguir el curso del proceso fermentativo se realizan determinaciones en los fermentadores de Brix de alimentación, Brix final, pH, temperatura, %alcohólico, azúcares reductores residuales, conteo celular y viabilidad según los métodos establecidos para la producción de alcohol en Cuba.

Los resultados obtenidos se procesaron estadísticamente por métodos de aplicación general según Lopez Planes (1989), Concluida la fermentación se procede a destilar la batición fermentada en la columna de aguardiente. Tanto a la batición fermentada como al aguardiente obtenido se le realizan determinaciones de acetaldehído, ácido acético,

metanol, acetato de etilo, n-propanol, isobutanol, y alcohol isoamílico por cromatografía gaseosa, usando una columna con fase estacionaria Carbowax 1500. Las condiciones de operación del equipo son las siguientes:

Columna : SP 1000
Gas portador : Argón
Flujo (mL/min) : 30
Detector : FID

Temperatura :	columna	inyección	detector
	70 ^{0} C	150 ^{0} C	150^{0}C

Volumen inyectado: 1 μL

Para evaluar el comportamiento de cada cepa se calcularon los valores de eficiencia de la fermentación y rendimiento alcohol-sustrato.

Se realiza un análisis del efecto económico que tienen las levaduras S. cerevisiae HB y C3 con respecto a la S. cerevisiae Santa Cruz que es la que actualmente utiliza la destilería G. Washington , en relación al incremento de la producción de alcohol etílico y al ahorro de miel, para ello se toma en consideración los valores medios obtenidos de % alcohólico y el % rendimiento alcohol-sustrato para cada levadura analizada y el % de azúcares fermentables de la miel final.

ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

Los resultados que muestran las características de la batición fermentada utilizando *S. cerevisiae* HB,S.cerevisiae C3 y S.cerevisiae Santa Cruz, que es la que actualmente usa la fábrica son reportados en las tabla 1 reportándose los valores promedios de los mismos.

El % alcohólico es superior en general cuando se usa la *S. cerevisiae* C3, en comparación con las otras dos levaduras estudiadas, siendo el valor de % alcohólico en batición promedio de 5,6 %. Puede observarse que los valores mayores de rendimiento alcohol-sustrato (%) y de eficiencia (%) se logran con el empleo de la levadura *S. cerevisiae* C3, siendo estos de 55,50 % y 86,14 respectivamente y los resultados más desfavorables corresponden a la levadura *S. cerevisiae* Santa Cruz, para la cual se obtuvieron valores de 52,43 % de rendimiento y 74,09 % de eficiencia.

Tabla 1 Valores de eficiencia de fermentación y rendimiento obtenidos para cada cepa de levadura a partir de los valores medios reportados

Levadura	C3	HB	Sta.Cruz
^{o}Bx $_{alim}$	16,47	17,22	16,72
^{o}Bx f	4,81	5,82	6,01
T_{max} (^{o}C)	35,9	36,2	35,7
% alcoholico	5,60	5,30	5,16
C. cel (10^6/mL)	26,4	27,6	26,9
pHf	4,161	4,057	4,248
^{o}Bx $_m$	87,7	88,8	85,0
ART_m (%)	57,0	54,0	55,0
ARF_m (%)	53,8	50,0	50,7

ARI_m (%)	3,2	4,0	4,05
ARF_{ib} (%)	10,102	9,699	10,506
ART f (%)	0,546	0,583	0,660
ART_{ib} (%)	10,659	10,471	10,818
ARR (%)	0,552	0,588	0,666
ARI_b (%)	0,595	0,775	0,842
Y p/s (%)	55,50	54,30	52,43
E.F (%)	86,14	75,09	74,09

Tabla 2 Resultados del análisis cromatográfico en batición y aguardiente

Compuestos (g/100 L a.a)	**Levadura S.cerevisiae S.Cruz**		**Levadura S. cerevisiae HB**		**Levadura S. cerevisiae C3**	
	Batición	**Aguardiente**	**Batición**	**Aguardiente**	**Batición**	**Aguardiente**
Acetaldehido	26,56	1,50	12,84	1,10	13,21	1,20
Acetato de etilo	219,40	41,51	148,40	30,30	148,00	31,00
Acido Acetico	126,00	25,00	110,20	20,30	125,80	21,00
Metanol	8,53	2,78	6,69	1,19	7,24	1,24
N-propanol	82,24	43,00	67,95	35,10	66,80	30,00
Isobutanol	74,41	34,00	112,68	60,70	98,16	59,10
Ac. Isoamílico	160,86	130,5	289,03	180,0	170,21	120,0

En la tabla 2 se ofrecen los resultados de los análisis cromatográficos realizados a las muestras de batición fermentadas y al aguardiente destilado. Cuando se utilizan las levaduras S.cerevisiae HB y S.cerevisiae C3 la formación de acetaldehido y acetato de etilo es bastante similar, tanto en la batición fermentada como en el aguardiente, mientras que cuando se usa la levadura Santa Cruz se tiene aproximadamente el doble de estos dos compuestos en la batición fermentada. No ocurriendo así para el contenido de ácido acético, bastante similar cuando son usadas las levaduras mencionadas. Los alcoholes superiores, se formaron en mayor cantidad en la batición fermentada cuando se emplea la S.cerevisiae HB, alcanzándose el valor de 469,06 g/100 L de alcohol absoluto, mientras que con las dos levaduras restantes se obtienen alrededor de 100 g/100 L alcohol absoluto o menos.

La producción de metanol es ligeramente superior en batición fermentada y en aguardiente cuando se utiliza la levadura S.cerevisiae Santa Cruz. Los valores obtenidos en todos los casos para el aguardiente en cuanto a aldehidos, ésteres, ácidos y alcoholes superiores están dentro de la norma establecida en el país. No obstante, se observa de modo general que a valores mayores de estos componentes en la batición fermentada se corresponden con contenidos superiores de los mismos en el aguardiente producido.

Como se observa cada cepa estudiada puede ser distinguida de las otras por un incremento o reducción en la formación de uno o varios compuestos orgánicos.

Los resultados obtenidos coinciden con lo planteado por Fahrasmane (1997) en cuanto a que el tipo de levadura influye en la formación de estos componentes no-etanol que le dan determinadas características organolépticas a los aguardientes y rones. Es decir, que la levadura empleada juega un papel clave en el desarrollo del aroma.

Efecto económico

Para analizar el efecto económico que tiene el uso de las levaduras utilizadas durante el proceso de fermentación alcohólica en esta fábrica los cálculos se efectúan a partir del ahorro de miel y el aumento de la producción de alcohol con respecto a la levadura que tradicionalmente usa esta destilería (S.cerevisiae Sta Cruz)

Tabla 3 Efecto económico de las levaduras empleadas en la destilería George Washington.

Levadura	Consumo de miel (t/d)	Ahorro de miel (t/anual)	Ganancia por concepto de miel (pesos	Producción alcohol A (HL/d)	Incremento alcohol (Hl/d)	Ganancia por concepto de alcohol producido(pesos MN/año)	Efecto económico total (pesosMN
S.cerevisiae HB	110.49	708	142629.00	242.33	40.16	602400.00	631746
S.cerevisiae C3	101.38	3441	29346.00	254.54	52.37	785550.00	928179
S.cerevisiae Sta Cruz	112.85	---	----	202.17	---	---	

Se observa que cuando se usa la levadura S.cerevisiae C3 se obtienen los menores insumos de miel y una mayor producción de alcohol, obteniéndose un efecto económico considerable con el empleo de esta levadura.

CONCLUSIONES

- El uso de la levadura S.cerevisiae C3 propicia los mejores resultados en cuanto a % alcohólico, eficiencia y rendimiento alcohol-sustrato, obteniéndose los valores promedios de 5,6%, 84,16% y 55,50% respectivamente así como un buen comportamiento en cuanto a los congéneres analizados en la destilería George Washington.
- Las levaduras S. cerevisiae C3 y S. cerevisiae Santa Cruz muestran un comportamiento adecuado en cuanto a los congéneres analizados por cromatografía gaseosa, tanto para la batición fermentada como para el aguardiente producido.
- La levadura S. cerevisiae C3 presenta un ahorro de miel final de 3441 t/año y un incremento en la producción de alcohol A de 15711 Hl/año con respecto a la levadura S.cerevisiae Santa Cruz , que actualmente utiliza la fábrica.

REFERENCIAS

Lopez Planes, R.(1989), Diseño estadístico de experimento. (Científico-Técnica ed.) La Habana, pp. 156-159
Fahrasmane, L. y otros. (1997), Memorias. TIPAL'97, Matanzas, Cuba.

EVALUACIÓN Y SELECCIÓN DE CEPAS DE BACTERIAS ÁCIDO LÁCTICAS PRODUCTORAS DE *BACTERIOCINAS*.

Pérez Heidi
Brizuela, María A.
Delgado, Grizel

Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA)
Departamento de Microbiología,
E-.mail: heidy@icidca.edu.cu

ABSTRACT

Lactic acid bacteria (LAB) manifest inhibitory activity on the development of spoilage and pathogenic microorganisms because of its production of certain antimicrobial substances such as organic acids, mainly lactic acid, hydrogen peroxide and specific inhibitors as bacteriocins. In this paper, the results from the antimicrobial activity reached in the evaluation and selection of different lactic acid bacteria strains against related genus and Gram+ microorganisms, in order to detect bacteriocins synthesis by them are presented. From nineteen strains evaluated, all of them manifested inhibitory activity because of bacteriocins production, they could be clasified in weak and strong inhibitors, being most of them from the last one. It was selected two strains with probiotic characteristics previously evaluated, with the aim to complete the study of these strains.

INTRODUCCIÓN

Las bacterias ácido lácticas (LAB) producen una serie de sustancias antimicrobianas responsables de la estabilidad de los alimentos fermentados. Estos microorganismos actúan inhibiendo el crecimiento de bacterias patógenas y alterantes, dando lugar a productos estables y relativamente seguros. El factor principal de su acción antimicrobiana está relacionado con su capacidad para producir ácidos orgánicos con el consiguiente descenso del pH. Además producen otras sustancias antimicrobianas como son metabolitos del oxígeno y algunos productos finales del catabolismo celular. Existen especies de LAB capaces de sintetizar y secretar al medio sustancias de naturaleza proteica conocidas como *Bacteriocinas*.

Las bacteriocinas se definen como un grupo heterogéneo de pequeñas proteínas simples o complejas, o de sustancias de origen proteico, que poseen un amplio espectro de modos de acción, pesos moleculares, origen genético y propiedades bioquímicas, así como, una marcada actividad antimicrobiana contra un determinado grupo de microorganismos (Schillinger,1990). Cada día hay más interés por el empleo de las bacteriocinas producidas por las LAB como biopreservantes. Su aplicación en combinación con los métodos tradicionales de preservación e higiénico sanitarios, se perfila como un tratamiento efectivo para controlar el deterioro y la presencia de microorganismos patógenos,

particularmente para humanos como la *Listeria monocytogenes*, en una amplia variedad de productos alimenticios.

En el presente trabajo se muestran los resultados obtenidos en la evaluación y selección de diferentes cepas de bacterias ácido lácticas incluyendo dos cepas probióticas, en cuanto a sus potencialidades para producir bacteriocina. En específico para las cepas probióticas se determinó la sustancia antimicrobiana responsable de la acción que ejercen.

MATERIALES Y MÉTODOS

Microorganismos: Cepas de *Leuconostoc mesenteroide* (3), *Lactobacillus rhamnosus* (2) y *Bacillus cereus* procedentes de la Colección de Cultivos del ICIDCA. Pertenecen a la Colección Española de Cultivos Tipo las cepas *Lactobacillus rhamnosus* (2), *Lactobacillus delbrueckii* (2), *Lactobacillus paracasei* (2), *Lactobacillus casei* (2), *Lactobacillus fermentum* (3), *Lactobacillus acidophilus* (2), *Lactobacillus brevis* y *Bifidobacterium* (2). Cepa patrón *Lactococcus lactis* productora de bacteriocina donada por el Instituto de Frío. CSIC, España.

Medios de Cultivo: El cultivo de los microorganismos se realizó en el medio Caldo MRS y la determinación de la actividad antimicrobiana en medio MRS-Agar. Las cepas de *Lactobacillus* fueron incubados a 37^0C durante 16 horas, mientras que las cepas de *Lactococcus* y *Leuconostoc* fueron a 30^0C durante 16 horas. La cepa de bacilo fue cultivada en Caldo Nutriente y para la actividad en Agar Nutriente, crecidas en cuñas de Agar Nutriente a 30^0C durante 24 horas.

Detección de Actividad Antimicrobiana: Se realizó la determinación a todas las cepas de LAB mediante el método de Difusión en Agar **(Strasser de Saad y Manca de Nadra,1993)**.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Dentro de las características que definen la potencialidad probiótica de una cepa, juega un papel de gran importancia la capacidad que tengan las mismas para inhibir el crecimiento de otros microorganismos, o sea, su capacidad antimicrobiana frente a determinados grupos bacterianos. Es conocido, que esta capacidad puede estar dada por la producción de ácido láctico, de peróxido de hidrógeno o de bacteriocina (De Vuyst y Vandamme,1994). En estudios anteriores se determinó que estas cepas no son productoras de H_2O_2 (Pérez, 2000), por lo que se decidió realizar la evaluación de la capacidad antimicrobiana de las cepas probióticas y definir si las mismas son capaces de producir bacteriocinas como causa de su acción.

Aparecen en la tabla 1 los resultados de la actividad de las cepas probióticas y la cepa patrón contra una cepa de LAB y una de bacilo. En esta determinación los sobrenadantes fueron sometidos a dos variantes: sin tratamiento y neutralizado para descartar que la actividad sea manifestada por la producción de ácido láctico.

Tabla 1 Detección de la actividad antimicrobiana de cepas de LAB frente a microorganismos Gram+

Cepas Indicadoras	Cepas Productoras Halos de Inhibición (mm)					
	LB 1-5		LB-12		Lact. lactis	
	V_1	V_2	V_1	V_2	V_1	V_2
Lactobacillus fermentum B/103-11-1	**NI**	**NI**	**NI**	**NI**	**11.0**	**11.0**
Bacillus cereus	**21.5**	**NI**	**19.0**	**NI**	**13.0**	**NI**

V_1: Sobrenadante sin tratamiento V_2: Sobrenadante neutralizado

Estos resultados demostraron que las cepas probióticas no presentaron actividad alguna frente a la cepa de *Lactobacillus*, mientras que frente al *Lactococcus* posee actividad positiva. En el caso del bacilo, el comportamiento de las cepas productoras fue inhibitorio cuando el sobrenadante no fue tratado (V_1), lo cual nos indica que la actividad antimicrobiana está asociada a la producción de ácido láctico, puesto que esto no ocurre al aplicar tratamiento a los sobrenadantes (V2).

En la tabla 2 aparecen los resultados obtenidos al evaluar los sobrenadantes provenientes de los caldos fermentados tratados con catalasa y llevados a pH 6.5 para verificar la posible presencia de bacteriocinas. Los resultados obtenidos demuestran la capacidad de las cepas probióticas para inhibir el crecimiento de algunas especies de *Lactobacillus* relacionadas y de otras cepas de bacterias ácido lácticas como el género *Bifidobacterium* debido supuestamente a la síntesis de bacteriocina. Estos resultados coinciden con lo descrito por Medina, (1992) en cuanto a que el espectro de inhibición de las bacteriocinas producidas por las LAB es bastante específico hacia microorganismos pertenecientes a géneros muy afines a ellos y microorganismos Gram+. En trabajos anteriores realizados por Pérez, (2000) se demostró la actividad negativa de estas cepas frente a *Escherichia coli* (Gram-).

Tabla 2. Actividad inhibitoria de cepas probióticas frente a géneros relacionados y microorganismos Gram+

Cepas Indicadoras	Halo de Inhibición (mm)		Tipo de Inhibición			
			LB 1-5		LB-12	
	LB 1-5	LB-12	Fuerte	Poca	Fuerte	Poca
Lactobacillus delbrueckii 286	**8.0**	**8.7**		**X**		**X**
Lactobacillus fermentum 4007	**9.0**	**10.0**		**X**		**X**
Lactobacillus casei 4040	**11.0**	**12.0**	**X**		**X**	
Lactobacillus acidophilus 362	**NI**	**9.0**				**X**
Lactobacillus rhamnosus 288	**10.5**	**11.5**	**X**		**X**	
Bifidobacterium dentium 687	**9.0**	**8.7**		**X**		**X**
Lactobacillus brevis 4121	**NI**	**NI**				

Lactobacillus paracasei 277	**NI**	**NI**		
Lactobacillus rhamnosus 278	**NI**	**NI**		
Lactobacillus casei 475	**NI**	**NI**		
Lactobacillus delbrueckii 4005	**NI**	**NI**		
Bifidobacterium bifidum 4549	**NI**	**NI**		

NI: No Inhibición

La tabla 3 muestra el comportamiento de las cepas de LAB en cuanto a la capacidad que tienen las mismas de inhibir el crecimiento de cepas probióticas mediante la producción de bacteriocinas, manifestándose su efecto positivo en la totalidad de los microorganismos pertenecientes a los géneros *Lactobacillus*, *Leuconostoc* y *Bifidobacterium*. Algunas de las cepas manifiestan actividad positiva contra géneros relacionados taxonómicamente. Las cepas de *Leuconostoc* y *Bifidobacterium bifidum* mostraron mayores diámetro en los halos de inhibición que los producidos por la cepa patrón de *Lactococcus lactis* reportada como productora de bacteriocina.

Según reportes de SORBIAL, 1999 la eficiencia del potencial inhibidor de las cepas contra los gérmenes patógenos se calcula a partir del diámetro de inhibición medido en mm alrededor de las cepas sometidas a prueba. Además describieron que cepas con halos de inhibición entre 0-10 mm se consideran cepas poco inhibidoras, mientras que con halos de inhibición mayores de 10 mm son cepas fuertemente inhibidoras. Basado en lo anterior, nuestros resultados indican un mayor porcentaje de cepas fuertemente inhibidoras con respecto a las poco inhibidoras.

Tabla 3 Comportamiento de la actividad antimicrobiana de cepas de bacterias ácido lácticas frente a cepas probióticas

Cepas Productoras	**Halo de Inhibición (mm)**		**Tipo de Inhibición**			
	LB 1-5	**LB-12**	**LB 1-5**		**LB-12**	
			Fuerte	**Poca**	**Fuerte**	**Poca**
Lactococcus lactis	**14.0**	**11.5**	**X**		**X**	
Lactobacillus casei 475	**10.5**	**11.0**	**X**		**X**	
Lactobacillus paracasei 4022	**11.0**	**11.0**	**X**		**X**	
Lactobacillus acidophilus 6179	**10.0**	**10.0**		**X**		**X**
Lactobacillus fermentum 4688	**10.0**	**11.0**		**X**	**X**	
Lactobacillus fermentum 4007	**10.0**	**11.0**		**X**	**X**	
Lactobacillus acidophilus 362	**13.0**	**11.5**	**X**		**X**	
Lactobacillus casei 4040	**12.5**	**11.0**	**X**		**X**	
Lactobacillus brevis 4121	**10.0**	**10.0**		**X**		**X**
Lactobacillus delbrueckii 286	**11.0**	**10.0**	**X**			**X**
Lactobacillus paracasei 277	**11.0**	**10.0**	**X**			**X**

Lactobacillus rhamnosus 278	**11.0**	**10.0**	**X**			**X**
Bifidobacterium bifidum 4549	**10.0**	**13.0**		**X**	**X**	
Bifidobacterium dentium 687	**10.0**	**10.0**		**X**		**X**
Leuconostoc mesenteroide B/110-1-1	**20.0**	**20.0**	**X**		**X**	
Leuconostoc mesenteroide B/110-1-2	**13.5**	**12.5**	**X**		**X**	
Leuconostoc mesenteroide B/110-1-3	**12.0**	**13.0**	**X**		**X**	

CONCLUSIONES

Se determinó la capacidad de producción de bacteriocina de 19 cepas de LAB, manifestada contra diferentes cepas indicadoras. La evaluación de la actividad antimicrobiana en las dos cepas probióticas bajo estudio demostró que la misma puede estar relacionada con la producción de ácido láctico y la producción de bacteriocina.

REFERENCIAS

De Vuyst, L., Vandamme, E. J. (1994), In bacteriocins of lactic acid bacteria:. Microbiology, genetics and applications (de Vuyst, L. and Vandamme, E. J. ed.). London: Blackie Academic & Professional, pp. 1-11

Medina, M., Gaya, P., Núñez, M. (1992), *Revista Española de Lechería* Febrero, Vol. 28-32

Piard, J. C., Desmazeaud, M. (1991), *Elsevier/INRA, Le Lait* 71,pp. 525-541

Pérez, H. (2000), *Tesis de Diploma*, pp. 1-45

Schillinger, U. (1990), *Biotechnology Food Quality*, pp. 55-74

Strasser de Saad, A. M., Manca de Nadra, M. C: (1993), *Journal Applied Bacteriology* Vol. 74, pp. 406-410

SORBIAL BIOTECHNOLOGIE DT PRO. Mayo/1999.

FACTIBILIDAD ECONÓMICA DE LA AUTOMATIZACIÓN EN UNA DESTILERÍA DE 500 hld.

Herrera, Lidia
Reyes, Roger
Alegre, Raúl

Especialista en Proyectos de Automatización
J' del Grupo de Ingeniería Económica
Email: iproyaz@iproyaz.colombus.cu

RESUMEN

En el trabajo se desarrolla la Ingeniería Básica y la Ingeniería de Valor de las soluciones técnicas necesarias para llevar a cabo la Automatización de la Destilería "Heriberto Duquesne".

Los cálculos demuestran la factibilidad de las soluciones aportadas, las cuales permitirán de conjunto mejorar los indicadores técnico-económico de la fábrica.

INTRODUCCIÓN

El complejo agroindustrial "Heriberto Duquesne" situado en el Municipio de Remedios, provincia Villa Clara, posee una molida potencial de 250 000@ y 120 días de zafra programados. Ostenta, además, una planta de biogás en construcción y la fábrica de ron Mulata.

La Destilería de 500 Hl/d, objeto de estudio, lleva a cabo casi la totalidad de sus operaciones de forma manual, lo que lleva aparejado la ocurrencia de errores no solo en su flujo de producción sino también en el control de los parámetros y materiales consumidos y producidos, como por ejemplo:

1. 1. No se cuenta con un mecanismo que permita contabilizar en tiempo real: Volúmenes, masa y calidad de la miel final que les envían los distintos ingenios tributarios.
   - Volúmenes y masa de la miel en almacén.
2. 2. La dilución de la miel se realiza de forma manual.
3. 3. El proceso de fermentación se realiza de forma manual
4. 4. El proceso de destilación se realiza de forma manual
5. 5. Es necesario la medición de los flujos a almacenaje de los distintos tipos de productos finales, así como la existencia en el almacén de productos terminados
6. 6. No tienen control exacto del despacho tanto hacia los posibles clientes como hacia la fábrica de ron..

Por los motivos antes expuestos se hace necesario la automatización de la Destilería y así tener la contabilidad de la materia prima, los productos finales, así como un ahorro de combustible que es de gran importancia para esta fábrica.

El trabajo que se expone da la solución técnica para dar respuesta a estas necesidades.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se elaboró una Tarea Técnica conciliada con el cliente.

Se hizo un levantamiento de los diferentes esquemas que conforman el proceso tecnológico.

Se utilizó el programa de computación SIECONS avalado por el Frente de Proyectos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como quiera que desde el punto de vista técnico se hace necesario realizar una inversión que garantice que el proceso eleve su eficiencia productiva, se impone hacer un análisis económico y financiero con el objetivo de conocer el nivel de viabilidad economica de la mencionada inversión

Evaluación Económico Financiera

Costos de inversión

El desglose de la inversión se muestra a continuación tanto en moneda total como en divisas.

INVERSIONES –Destilería CAI Heriberto Duquesne 500 Hl/día

Valoración Inicial

D e t a l l e	Equipos Mon. Tot.	Divisas	Const. Y Montaje Mon. Tot.	Divisas	Otros Mon. Tot.	Divisas	**T o t a l** Mon. Tot.	Di s
Automatización	469.81	427.10	40.01	24.63			509.82	45
Total	469.81	427.10	40.01	24.63	16.74	1.40	509.82	45

Fuentes de financiamiento de la inversión

Divisas

- Un 15% de interés anual.
- Se reembolsará en 3 años en cuotas iguales.
- Un año de período de gracia.

Moneda total

- Un 6% de interés anual.

- Se reembolsará en 2 años en cuotas iguales.
- Un año de período de gracia.

Premisas utilizadas en la evaluación

Se toma un período de análisis de 10 años, y la evaluación se realiza en divisa directa

Se considera el 5% de reserva para contingencias, según lo establecido por el MFP y el 35% de impuestos sobre las utilidades imponibles.

Se destina el total de las utilidades netas generadas por el proyecto al repago del préstamo y sus intereses.

Resultados de la evaluación

CORRIDA EN MONEDA TOTAL	
Concepto	**Moneda total**
Inversión Total (10 años)	509.82
Rentabilidad de la Inversión Total	
VAN al 10 %	685.6
TIR (%)	36.569
PRI (años)	3.46

CORRIDA EN DIVISAS	
Concepto	**Moneda total**
Inversión Total (10 años)	451.73
Rentabilidad de la Inversión Total	
VAN al 10 %	428.6
TIR (%)	49.725
PRI (años)	2.88

CONCLUSIONES

- Las soluciones técnicas que se propone para la automatización de esta planta resuelve con **seguridad, fiabilidad y economía** la contabilidad de las materias primas, los recursos energéticos y los productos terminados.
- Para cumplir con los requerimientos técnicos se diseñó un sistema de control con supervisión que permite:

  Disminuir del índice del consumo de miel / hl de alcohol producido.

  Aumentar de la capacidad de producción de alcohol.

  Minimizar el tiempo perdido.

  Aumentar la calidad del alcohol producido.

  Mejorar las condiciones de trabajo de los operadores de las diferentes áreas al liberarlos de la manipulación de las válvulas manuales y equipos tecnológicos.

Por las características del sistema centralizado de control la dirección de la Planta, los técnicos y operadores pueden valorar en tiempo real toda la información suministrada acerca del proceso.

Los operadores realizan sus funciones directamente desde el cuarto de control protegiéndose de esta forma de ruidos excesivos, altas temperaturas y posibles accidentes.

Se obtienen los registros de la operación de las diferentes áreas, se almacenan los datos de las operaciones realizadas, y se posibilita dar los acumulados, balancear los resultados obtenidos y analizar el uso de las materias primas e insumos.

Se evitan derrames en los diferentes tanques, imputables al trabajador por causa de la operación manual.

Se garantiza la coordinación de las operaciones entre las distintas estaciones tecnológicas.

- Con la inversión prevista, le logra una sustancial disminución de los costos de producción.
- La corrida en divisas tiene unos excelente indicadores, lográndose su recuperación en menos de tres años.
- La corrida en moneda total, aunque no tan ventajosa logra una recuperación en menos de 3.5 años
- El producto terminado tiene una mayor calidad.
- Aumento de la producción de alcohol y por consiguiente de ron.
- Disminución de los recursos energéticos (vapor y electricidad).

REFERENCIAS

Trabajos realizados por nuestra institución en la especialidad.
Revista ATAC, 1982 al 2000.
Trabajos realizados por el ICIDCA en la especialidad.

FACTILIDAD TÉCNICO ECONÓMICA PARA PRODUCIR PAPEL DE IMPRENTA Y ESCRIBIR CON ALTO CONTENIDO DE FIBRA RECICLADA

Leal, J.
León, T
Taquechel, Y.
Pérez, O.
Pérez, D.
Medina, M.

UIP de la Celulosa del Bagazo Cuba -9 Central Pablo Noriega Apdo 8 Quivicán
E-mail: Investc9@ip.etecsa.cu

ABSTRACT

Previous years the industry of the recycle was practically insignificant and its main focus was not directed to the environment, that situation has changed thanks to the introduction of new technologies in the industry.

The paper demand has also been in constant increase, that which has resulted in difficult moments for the shortage of matters cousins, the saturation of the market, environmental problems, etc.

Presently work is carried out an economic technical analysis of alternatives that contain different dose of chemical aditives and high material content recycled with the objective defining the most feasible to produce printing paper and to write in its composition**.**

INTRODUCCION

Los enormes avances de la ciencia y la técnica , han elevado el nivel de vida de la sociedad, pero al mismo tiempo han puesto en peligro la calidad de la vida y por consecuencia la escasez de los recursos naturales.

Debido a esto muchas de nuestras industrias han sido afectadas, la industria del papel por ejemplo se ha visto limitada en la disponibilidad de sus materias primas pues para su proceso productivo utilizaban en su mayoría pulpas de madera vírgenes. Leal (2001)

Para solucionar estas dificultades se estudian variantes que resulten menos costosas de bajo impacto ambiental y producciones con alto valor agregado.

Las fibras secundarias han sido una de las salidas emergentes y su uso se incrementa cada día pues las mismas ofrecen una gran flexibilidad en término de romper volúmenes de producción, el papelero debe tener mucho cuidadoso con las proporciones entre fibra reciclada y fibra virgen, para que las propiedades del papel permanezcan estables.

Es difícil obtener con la misma calidad papeles con fibras recicladas comparados con los obtenidos a partir de fibras vírgenes, puesto que a medida que se recicla un papel, este va perdiendo propiedades pues la fibra se deteriora. Pappens (1995).

En la actualidad con objeto de mejorar el papel que en su composición presente desecho, se emplean un considerable número de productos químicos en diferentes etapas del proceso. Higgs (1997).

El reciclaje trae como consecuencia la reducción de las propiedades de resistencia mecánica de las fibras por lo cual en algunos casos, se requiere refinación, el uso de aditivos de resistencia y otros en la etapa de preparación de pasta, con el objetivo de mejorar estas y otras propiedades. Ferguson (1992), Aril (1997).

Con el desarrollo de este trabajo se pretende definir desde el punto de vista técnico económico alternativas para obtener papel de imprenta y escribir que en su composición contienen alto contenido de fibras reciclada además de diferentes dosis de aditivos químicos que pueden mejorar la calidad del producto final.

ANÁLISIS TECNICO ECONÓMICO

Para definir cual de las mezclas analizadas es más factible no solo es necesario conocer cuales son las propiedades de cada una que marca la calidad del papel a obtener, sino también es de vital importancia conocer los costos de las mismas.

Antes de realizar nuestro análisis económico realizamos un estudio de las propiedades físico - mecánicas en cada una de las alternativas que comparamos con restricciones encontradas en la bibliografía consultada, Taquechel (1996), las que constituyen requisitos necesarios para obtener un papel de imprenta y escribir de calidad.

En los resultados obtenidos encontramos las siguientes particularidades:

1. 1. Para realizar papeles que vayan a ser sometidos a cualquier tipo de impresión se sugiere utilizar la mezcla Nº 2 de este trabajo, ya que la misma tiene las características adecuadas para impresiones que requieran papeles con buena resistencia.
2. 2. El papel elaborado con los sistemas 1 y 2 presentan propiedades muy alentadoras para el uso del papel reciclado bond sin impresión, para la fabricación de papel a nivel industrial, se recomienda el uso de los mismos para la fabricación de papel offset.
3. 3. El sistema 4 arroja propiedades que cumplen con las restricciones fijadas.

Para realizar el análisis económico se tuvo en cuenta las consideraciones que se muestran a continuación:

- ♦ Solo se analizaron las materias primas fundamentales, así como los insumos de agua, vapor y electricidad.
- ♦ Los costos fijos correspondientes para la máquina de papel Nº 1 da la UIP Cuba 9, con una capacidad productiva de 15 ton/día.
- ♦ 20% de pérdidas para las materias primas y 10% de pérdidas para los aditivos.

Las variantes analizadas fueron las siguientes:

Variante 1	Variante 2
60% Reciclado	60% Reciclado
40% Madera	40% Madera

1.5% Basoplast 200-D
10% $CaCO_3$
1% Amilofast 75
0.3% Polimin SK

1.5% Basoplast 200-D
20% $CaCO_3$
1% Amilofast 75
0.3% Polimin SK

Variante 3
60% Reciclado
40% Madera
1.5% Basoplast 200-D
10% $CaCO_3$
0.5% Amilofast 75
0.3% Polimin SK

Variante 4
60% Reciclado
40% Madera
1.5% Basoplast 200-D
20% $CaCO_3$
0.5% Amilofast 75
0.3% Polimin SK

De acuerdo a los resultados obtenidos, que aparecen en la tabla que a continuación se muestra y se ilustra en la figura, se observa que los costos oscilan entre 1001 y 1010 USD, lo cual quiere decir que no es significativa la variación en los gastos.

El mayor porciento de incidencia en los costos totales está en las materias primas y esta se mantiene para los cuatro sistemas estudiados, solo varía sensiblemente los costos unitarios del carbonato de calcio y del Amilofast, lo cual tiene poca influencia sobre los costos totales.

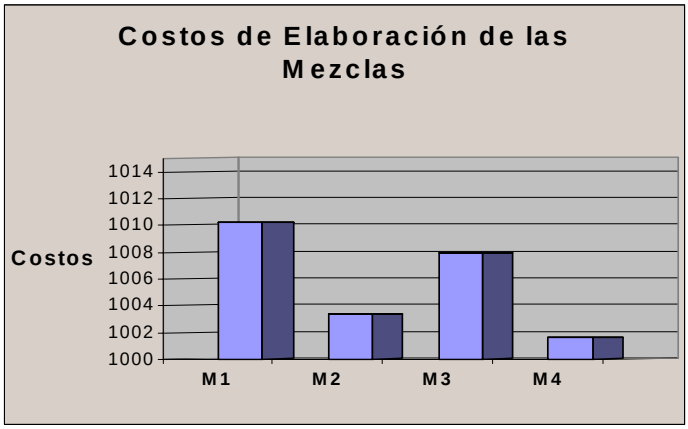
Conociendo lo anteriormente expuesto podemos plantear que para definir la mezcla más factible influye significativamente las propiedades que se obtuvieron de las mismas.

No obstante como varias de las mezclas cumplen con las restricciones establecidas, podemos plantear que aunque no es significativo para una tonelada las diferencia entre los costos totales de cada alternativa, para cientos de toneladas si lo es.

La variante 4 es la más factible técnica y económicamente puesto que es la menos costosa y sus propiedades satisfacen las expectativas para un papel de imprenta y escribir de calidad.

COSTOS TOTALES DE LAS MEZCLAS

COSTOS	**VARIANTE 1**	**VARIANTE 2**	**VARIANTE 3**	**VARIANTE 4**
VARIABLES	686.73	679.91	684.79	677.61
FIJOS	323.45	323.45	323.45	323.45
TOTALES	1010.22	1003.36	1007.93	1001.06



CONCLUSIONES

De los sistemas estudiados la variante 4 es la menos costosa, y tomando en cuenta que las propiedades obtenidas, cumplen con los valores mínimos necesarios para fabricar un papel de imprenta y de escritura a bajo costo, se puede concluir que esta alternativa es la más factible técnica y económicamente .

RECOMENDACIONES

En el posible caso de acometer esta producción se debe tener en cuenta todos los gastos que aparecen en la ficha de costo por las que se venderá este papel, así como las pérdidas reales e índice de consumo de cada una de las materias primas y materiales.

REFERENCIAS

Leal, J. y colaboradores.(feb/2001). Tendencias actuales medioambientales en la industria de pulpa y papel.

Pappens, R (Abril 1995). Making the grade with recycled fiber. *PPI* Vol 37(4), pp., p 40 - 41

Higgs R. (1997. Recycling goes by the board, *Package week* Vol.12(32), pp. 20 - 21

Ferguson, L. (Febrero 19,20,21. 1992), Reciclado múltiple. El impacto de adiciones químicas sobre las propiedades ópticas de la fibra. En: *Congreso Internacional de ACOTEPAC*, V. p 239 - 240

Abril, A.(1997). La era de los aditivos de parte húmeda en el papel. En: *Congreso Atac*., 47

Taquechel, Y. (1996). Desarrollo de papeles base con fines a estucar.

FRACCIONAMIENTO DE AGUARDIENTE Y RON MEDIANTE EXTRACCIÓN CON CO_2 SUPERCRÍTICO

García , Miguel A. *
Gracia , Ignacio **
Álvarez, Amaury *
González, María Dora *
García, Alberto *

*ICIDCA, Vía Blanca 804, La Habana 11000, Fax 338236 albertg @icidca.edu.cu
**Universidad de Castilla la Mancha, Fac. Química 13004 Ciudad Real,
E-mail: igracia@ uclm-diq.cr.es

ABSTRACT

The extraction of alcoholic beverages and crude distillates products was investigated in supercritical conditions with CO_2 at temperatures from 40^0 to 60^0 C and various pressures ranging from 100 t0 250 bar. Residence times ranged from 1 to 6 hours. The percentage of extract recovered was found to be from 2,9% to almost 100% when a completed extraction was attained. The solubility of 75^0 GL distillate -hard liquor- from sugar cane molasses was measured under 3 different temperatures at the pressure of 250 bar.

INTRODUCCIÓN

La motivación del presente estudio se justifica por el interés de incrementar el valor agregado y diversificar el uso de los productos, corrientes intermedias y residuales de los procesos que tienen lugar en la industria alcoholera. Entre las alternativas que pueden existir, la extracción con CO_2 con fluido supercríticos resulta de interés, dado su alto poder disolvente, la pureza y elevada concentración del soluto obtenido, partiendo de que el CO_2 se produce durante la fermentación alcohólica de las mieles y es el único disolvente, además del agua, que puede considerarse compatible con el medio ambiente y que no deja residuos tóxicos ni presenta peligros de inflamación en su manipulación industrial, *Senorans, FJ., (2001).* Es conocido que este solvente, de polaridad semejante al hexano se emplea para separar fracciones aromáticas a partir de matrices sólidas y líquidas para su aplicación en fragancias y perfumes, *Stahl, E., (1987).*

Se estudia la viabilidad de la extracción con CO_2 supercrítico como técnica de extracción y concentración de los componentes de alto valor añadido presentes en rones y productos intermedios en el proceso de fabricación de alcohol y aguardiente. Para ello se evalúa la influencia de las variables de operación en el rendimiento de la extracción y se obtienen parámetros de transferencia de materia y de equilibrio siguiendo metodologías descritas por *Luque de Castro (1993)* que serán útiles en un escalado posterior.

La finalidad de evaluar la influencia de la presión y la temperatura es la de decidir

cuáles serían las condiciones ideales de trabajo para obtener unos buenos rendimientos y para determinar datos de solubilidad y difusividad que permitirán la modelación del proceso *Gracia, I. (1999)*.

MATERIALES Y MÉTODOS

La instalación experimental en la que se llevaron a cabo los experimentos, consta básicamente de un extractor cilíndrico encamisado de 72 cm^3 de capacidad, en el cual se puede alcanzar una presión de hasta 690 $Kg/cm^{2,}$, una bomba capaz de comprimir el fluido hasta alcanzar las condiciones supercríticas, un VPR regulador de la presión en el sistema, y un módulo de separación. Todos los experimentos se realizaron a un caudal de 1 l/min

Materias Primas y materiales empleados.

Materias Primas

- Ron comencial " Caribe " de 34.3 ^{0}GL de la Ronera Caney, Santiago de Cuba
- Aguardiente de 75 ^{0}GL. Destilería Habana.
- Aguardiente Añejado 75 ^{0}GL. ICIDCA.
- Ron Comercial " Vigia"

Materiales.

Dióxido de carbono suministrado por Carburos Metálicos con una pureza de 95,5 %

Procedimiento experimental

La cantidad de muestra fijada para la realización de los experimentos fue de 125 ml. La misma se introduce en el interior del extractor el cual contiene un lecho de bolas de vidrio con la finalidad de aumentar la superficie de contacto. Seguidamente se comienza la extracción haciendo pasar a través del liquido distribuido en el lecho el disolvente supercrítico.

RESULTADOS DISCUSIÓN

La finalidad de evaluar la influencia de la presión y la temperatura es la de decidir cuáles serían las condiciones ideales de trabajo para obtener unos buenos rendimientos y para determinar datos de solubilidad y difusividad que permitirán modelar el proceso. La influencia del tipo de materia prima permitirá determinar de cual de ellas se pueden extraer la mayor cantidad de extractos.

Influencia de la presión y la Influencia de la temperatura

La evaluación de la influencia de la presión se llevó a cabo mediante la realización de tres experimentos en los que se mantenía una temperatura constante de 40 ºC . Como muestra se utilizó el aguardiente de 75 ^{o} GL rebajado hasta 40 ^{o} GL. Los resultados se muestran en la siguiente tabla.

Para estudiar la influencia de la temperatura se realizaron tres experimentos en los que se mantuvo la presión constante en 250 Kg/cm^2. La muestra empleada fue aguardiente de 75 ºGL, rebajada con agua destilada hasta 40 ºGL .

Tabla 1 Influencia de la presión y la temperatura en la extracción (Y, % rendimiento de la extracción)

Tiempo (h)	1	3	4	5	6
Y(%) 100 Kg/cm^2	6,505	21,299	21,753	32,555	50,243
Y (%)150 kg/cm^2	2,577	27,508	36,790	49,884	60,781
Y(%)250 Kg/cm^2	9,525	36,262	53,083	63,337	75,987
Y(%)40° C	4,164	12,151	20,668	24,825	31,489
Y(%)50° C	18,370	51,326	63,483	71,254	77,250
Y(%)60° C	7,378	44,661	62,979	79,437	100

Influencia del tipo de materia prima

En este caso se han mantenido en valores constantes tanto la presión (100Kg/cm2) como la temperatura (40 ºC) y se han realizado experimentos cambiando la muestra. Los resultados se indican en la tabla 3. En estos experimentos, el Aguardiente de 75 ºGL no ha sido diluido.

Tabla 2 Influencia de la materia prima en la extracción(Y, % rendimiento de la extracción)

Tiempo (h)	1	2	3	4	5
Y(%) Aguardiente, 75 º GL	15,758	44,070	64,246	85,098	100
Y(%) Aguardiente,	2,996	9,335	25,666	35,208	35,800
Y(%) Vigia	2,996	9,335	25,666	35,208	35,800

Determinación de la solubilidad El cálculo de la solubilidad se ha llevado de forma experimental, y el dato así obtenido se denomina solubilidad aparente *según Gracia (*

1999).

Tabla 3 Solubilidad del aguardiente a 75° en CO_2 supercrítico

Condiciones. (Kg/cm^2) / ° C	**ρ (g/cm^3)**	**Solubilidad mg/gCO_2**	**Solubilidad $mg/mlCO_2$**
250/40	0.891	9.204	8.201
250/50	0.841	22.619	19.022
250/60	0.798	24.150	19.272

CONCLUSIONES:

- Los resultados demuestran que es posible obtener extractos a partir de las materias primas empleadas con elevados rendimientos, en dependencia del tiempo de residencia y P y T. El color y aroma de las fracciones obtenidas difieren notablemente lo que indica diferencias en la composición de estas fracciones. aumento de la presión hace que aumente el rendimiento de la extracción debido al aumento de la densidad del CO_2
- El aumento de la temperatura también conlleva a un aumento en el rendimiento, lo cual puede ser ocasionado por el aumento de la volatilidad de los componentes.
- La solubilidad calculada aumenta con el incremento de las dos variables. Esto concuerda con lo planteado por *King y List 1996.*

REFERENCIAS.

Gracia, I. (1999), " Obtención de aceite de orujo mediante la extracción con fluidos supercríticos" UCLM.

Luque de Castro, M., Valcárcel, M., Tena, M.T. (1993)"Extracción con fluidos supercríticos en el proceso analítico "

Senorans, F. J., Ruiz, R. A., Ibañez, E., Tabera, J., Reglero, G. (2001) " Countercurrent supercitical fluid extraction of alcoholic breverages " *Journal of Agricultural & Food Chemistry "*

Stahl, E. *Extracción y refinación con gases densos, Springer, Heidelberg* (1987).

GESTIÓN Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN CORPORATIVA EN EL CAMPO DE LOS DERIVADOS DEL BAGAZ0 DE LA CAÑA DE AZÚCAR A PARTIR DE LA BASE DE DATOS BECAAP.

Moreda, C.
Agüero, C.
De la Torre, J.

Unión Investigación Producción de la Celulosa del Bagazo Cuba 9**.**
E-mail: investc9@ip.etecsa.cu

ABSTRACT

The corporate information constitutes an effective tool for the development of the cooperation among institutions that work in similar fields. Also, this it can be used as ways to fortify the technological capacities, to reduce the duplicity of the investigations and consequently to diminish the waste of resources.

In this work, starting from the managemet and analysis of the corporate informetion in the field by products of sugar cane bagasse, it was obtained that around 302 organizations in the world (research centers, industries, universities, etc.) working in the transformetion of this lignin-cellulose material in products of high added value, approximately. about of 530 specialist and/or executive working with bagasse of sugar cane and the most representative is cellulose sector

INTRODUCCIÓN

En reconocimiento de la importancia de las actividades de investigación y desarrollo industrial que se lleva a cabo con el bagazo de la caña de azúcar, Cuba 9 ejecuta un programa de monitoreo informacional que consiste en la recopilación, análisis y evaluación de las informaciones disponibles sobre el particular, con vistas a percibir los cambios existentes en el entorno y emprender acciones futuras. A partir de este monitoreo se desarrolló la base de datos corporativa BECAAP, que registra las organizaciones que en el mundo se dedican a investigar, desarrollar y producir tecnologías, productos y servicios en función de la diversificación del bagazo de la caña de azúcar en diferentes sectores económicos. Becaap tiene como objetivos conocer quiénes están trabajando con el bagazo, qué están haciendo, dónde y cómo localizarlos.En este trabajo se presenta el resultado del análisis de la información corporativa registrada en BECAAP.

MATERIALES Y MÉTODOS.

El material de partida empleado en este trabajo fue la información recopilada a partir de bases de datos y directorios especializados”PIRA.(1990-2000)”,”AGRI(1990-2000)”,”INIS.(1990-2000)”,”EPO.(1990-2000)”,“CIBAPAT.(1990-000)”,”Freman.(2000)”

y “CAP.(1990-2000)”. Esta fue procesada y evaluada para conocer el nivel de impacto de las organizaciones que tienen como actividad fundamental I+D. La información concerniente a entidades productivas fueron localizadas a través de directorios“Freman(2000)”y “ONUDI(2001)”, búsquedas en INTERNET y consulta de catálogos especializados.

Las organizaciones fueron registradas en un sistema de gestión de información corporativa, hecho en Cuba 9, mediante el cual se recupera el nombre de la organización, dirección postal y electrónica, ejecutivos y/o especialistas a contactar, actividad de la organización (investigación, producción, etc), sector en que incursiona la entidad (celulósico, alimentario, biotecnológico, etc) y un resumen estadístico de la cantidad de organizaciones existentes por actividad, sector, país y región.

RESULTADO Y DISCUSIÓN

Como resultado de la actualización de flujo de información corporativa, realizada en junio del 2001, se obtuvo que alrededor de 302 organizaciones (centros de investigación, producción, universidades, etc.,) y aproximadamente 530 especialistas y/o ejecutivos están vinculados a este campo”Moreda, C, ed.(2001)”.

Sobre la base de la clasificación por sectores, se observa en la tabla 1 que gran número de organizaciones investigan y/o utilizan este recurso como alternativa celulósica”Moreda, C, ed.(2001)”.

Tabla. 1- Cantidad de organizaciones por sector

Sector	**Organizaciones*.**
Agrícola	13
Alimentario	53
Biotecnológico	44
Energético	51
Celulósico	162
Químico	29

*El total de organizaciones por sector supera a la cantidad de organizaciones registradas en le base de datos porque muchas de ellas incursionan en varios sectores..

Las 302 organizaciones están distribuidas en 38 países. Los países con mayor cantidad de organizaciones que incursionan alguna actividad con el bagazo son: India 19%, República Popular China 12% , Estados Unidos 10%, Cuba 9%, Brasil 7%, México 4 y por último Egipto con 3%..Los continentes más representados son Asia y América Latina”Moreda, C, ed.(2001)”.

Tabla 2. Organizaciones por continente.

Continente	**Cantidad de organizaciones**
África	31
A. del Norte	35

A. Latina	95
Asia	131
Europa	10

ANÁLISIS DE LA TENDENCIA DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO POR SECTORES

Energético

La conversión térmica de la biomasa para la cogeneración de electricidad, haciendo énfasis en la producción de vapor a alta presión y temperatura, el desarrollo de sistemas de secado del bagazo para incrementar la eficiencia del área de generación de vapor y disponibilidad de este combustible y el desarrollo de software para la evaluación técnico económica de los proyectos de generación de energía a partir de la biomasa son los temas que más sobresalen. En la generación de electricidad las alternativas modernas que se destacan son: la gasificación por descomposición térmica de la biomasa y la utilización de ciclos combinados con gasificadores y turbinas de gas. El gas que se obtiene se puede consumir en calderas y turbinas para generar energía eléctrica.

Celulósico

La proyección investigativa del sector papelero es significativamente mayoritaria hacia las tecnologías de pulpeo de alto rendimiento, particularmente la quimimecánica (CMP). La mejora y ajuste de la etapa de pretratamiento químico, con vistas a incrementar y estabilizar la brillantez de la pulpa, es el objetivo fundamental, debido que la naturaleza del pretratamiento tiene una fuerte incidencia en las propiedades ópticas de la pulpa. Se le augura una amplia perspectiva al tratamiento con peróxido alcalino, apuntándose que a partir del mismo se obtienen pulpas de bagazo con mejores propiedades ópticas y propiedades de resistencia similares a las procesadas únicamente con sosa. Más recientemente, se reporta el pretratamiento enzimático (enzima xilanasa) como medio de incrementar la brillantez inicial de la pulpa sin afectación de las propiedades de resistencia.

En el campo del pulpeo químico la actividad investigativa está enfocada hacia la implementación de procesos productivos y cambios tecnológicos que reduzcan al mínimo la contaminación ambiental. La mayor actividad al respecto se reporta hacia la evaluación de secuencias de blanqueos Libres de Cloro Elemental (ECF). Los arreglos propuestos incluyen una etapa de tratamiento con oxígeno (Deslignificación Extendida) previo al blanqueo de la pulpa, el uso de dióxido de cloro y ozono como producto químico para el blanqueo y la adición de oxigeno en la etapa de extracción. Otra vertiente es el pulpeo con solvente orgánico. Los solventes más valorados son los alcoholes alífaticos y más recientemente el etilén glicol.

Alimentario.

Para el uso del bagazo como fuente de alimento animal, se observa que con vistas a transformar las limitaciones de éste (baja digestibilidad y bajo contenido de nitrógeno) se

practican diferentes alternativas de tratamientos químicos, físicos, biológicos, radiactivo y/o de mezclado con carbohidratos de fácil fermentación y nitrógeno no proteico. Las alternativas de predigestión química y/o la física son las más investigadas y dentro de estas están: predigestión con amonio líquido o gaseoso, hidrólisis acuosa, peróxido alcalino, ácido fosfórico diluido y el bagazo explotado el cual puede o no ser tratado químicamente posteriormente.

.

Agrícola

El uso del bagazo como componente del compost es la vertiente que más sobresale, poniéndose en práctica varias alternativas de tratamiento, para aumentar su contenido de nutriente y su velocidad de descomposición, tales como: sistemas de aireación forzadas, combinación con substratos ricos en nitrógeno y/o conversión bioquímica con microorganismos y enzimas seleccionadas.

.

Biotecnológico

Son revelantes las investigaciones enfocadas hacia la conversión microbiológica del bagazo a productos de gran demanda en la sociedad. Los temas tratados, en orden decreciente de importancia, fueron: producción de enzimas, alimento animal, etanol, proteína unicelular y en menor proporción compost y xilosa/xilitol En línea general, se observa que los experimentos están dirigidos a la aplicación de diferentes pretratamientos al bagazo que faciliten la acción de los microorganismos sobre este y en la búsqueda de condiciones más efectivas de los mismos. También se estudian otros aspectos como son: elevar los rendimientos de los procesos, el empleo de diferentes fuentes de nutrientes y microorganismos, modo de recuperación de estos últimos y condiciones del proceso fermentativo INIS.(1990-200), CAP.(1990-2000) ,AGRI.(1990-2000), EPO(1990-2000), CIBAPT(1990-2000)

.

Químico

Las investigaciones químicas están mayormente dirigidas a la obtención de material bioabsorbente para ser usado como agente de descontaminación ambiental y decolorante. La obtención de productos adhesivos para las industrias de papel y de tablero es otra línea de trabajo importante.

CONCLUSIONES

- Alrededor de 302 organizaciones y aproximadamente 530 especialistas y/o ejecutivos están vinculados al desarrollo de productos de alto valor agregado a partir del bagazo.
- En general, se observa que aún existe un amplio interés en el empleo del bagazo para el desarrollo de productos de alta demanda social, principalmente en el continente asiatico, donde se destacan la India y La República Popular China.

- La dinámica de las actividades con el bagazo de la caña azúcar es superior en el sector celulósico, teniendo en cuenta que es el sector que registra mayor cantidad de organizaciones.

REFERENCIAS

Moreda, C. ;Agüero,C.;De la Torre, J.(2000). *Base de datos corporativa BECAAP*
PIRA. (1990-2000).*Base de datos Producción de celulosa, papel y cartó*n.
AGRI. (1990-2000). *Base de datos de agricultura*.
INIS. (1990-200).*Base de datos de tecnología nuclear y otras fuentes*.
EPO. (1990-200).*Base de datos de Patentes*
CIBAPAT. (1990-1998).Base de datos.de patentes
Freeman. (2000*).International Pulp and Paper directory*
UNIDO. (2001). *Word Learning Directory*
CAP.(1990-2000) *Base de datos de tecnología*.

IMPACTO DEL ÁCIDO JASMÓNICO, OBTENIDO POR VÍA BIOTECNOLÓGICA, EN EL CONTROL BIOLÓGICO DE PLAGAS QUE AFECTAN LA CAÑA DE AZÚCAR

Almedica, Giselle
Michelena, Georgina
Altuna, Beatriz
Delgado, Grisel
Lorenzo, Magdalena
Oliveros, Mayté
Legrá, Silvano

Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA). Vía Blanca 804. P.Box 4026, CP ll000, San Miguel del Padrón. Ciudad de La Habana, Cuba.
E-mail. gag@icidca.edu.cu

ABSTRACT

At present the tendency is towards sustainable agriculture specially regarding crops protection by means of biological control and the care environment by decreasing the use of chemical pesticides, being necesary the use of microorganisms or it´s metabolites for these purposes. Jasmonic Acid, vegetable growth regulator, obtained by ***Botryodiplodia theobromae*** presents very promisory properties for biological control given that it´s antimicrobial activity has been proveed agains ***Sclerotium rolfsii*** , phytopathogenical fungus in sugar cane. Jasmonic acid was evaluated at differents concentrations, 2-200ppm, in the microorganism growth medium by poisoning of the culture medium technique and determining inhibition %. Best results are achieving at 100 and 200 ppm with an inhibition % of 32.8 and 35.5 respectively

INTRODUCCIÓN

El uso indiscriminado de productos químicos para combatir las enfermedades en los cultivos agrícolas ha ocasionado daños de contaminación ambiental, su constante utilización ha contribuido a la selección de organismos patógenos resistentes, muchos plaguicidas tienen efecto residual ocasionando intoxicaciones y enfermedades en humanos y medio ambiente (Farías, 1990). En la actualidad se hace atractivo el uso de los métodos de control biológico en la agricultura, como una alternativa para reducir los daños que los agente químicos provocan al ambiente y mantener el equilibrio ecológico siendo numerosas las investigaciones que se realizan a nivel mundial (Lugtenberg, 1991; Schippers, 1992; Défago, 1993; Howell, 1994). El control biológico se define como el uso de organismos vivos para el control de plagas y enfermedades (Cock, 1995), lo cual, implica el mejoramiento de los cultivos por la aplicación controlada de estos organismos o el producto de su metabolismo en suelos agrícolas para proteger las plantas del deterioro producido por

agentes fitopatógenos (Lugtenberg, 1991). El Ácido Jasmónico (AJ) es un regulador del crecimiento vegetal endógeno, sintetizado de manera natural por una gran variedad de plantas. Fue identificado como potente inhibidor del crecimiento y senescencia de las plantas (Aldridge, 1971) y se ha podido demostrar otros efectos: incremento de rendimientos agrícolas en fresa, soja y caña de azúcar; estimulación de la formación de tubérculos (Koda, 1991, 1994), maduración de frutos (Koda, 1991), y un especial papel en el control biológico (Kitahara, 1991) activando los mecanismos de defensa de las plantas. La producción de este regulador puede realizarse a través de la extracción de las plantas superiores, por vía química o microbiana. Hasta el momento la vía predominante es la extracción de fuentes naturales en los que el AJ se encuentra a un bajo nivel, por lo que este producto se coloca en el mercado mundial a elevado costo, los precios oscilan entre 300-400 USD/g calidad reactivo. El uso de microorganismos para la producción de AJ demostró ser promisorio, los estudios realizados en cultivo líquido revelaron que *Botryodiplodia theobromae*, hongo fitopatógeno de zonas tropicales y subtropicales que causa la putrefacción de frutos y plantas (Goos, 1961), es capaz de producir este tipo de sustancia como resultado de su metabolismo secundario con rendimientos satisfactorios (Miersch, 1993).

El objetivo del presente trabajo fue determinar actividad antimicrobiana del Acido Jasmónico frente a un microorganismo patógeno de caña de azúcar. El hongo *Sclerotium rolfsii* es patógeno de más de 180 especies de plantas, encontrándose la caña de azúcar, ataca diversas fases del desarrollo de sus hospederos, desde la semilla hasta los productos agrícolas a nivel de postcosecha (Farías, 1990)

MATERIALES Y MÉTODOS

Microorganismos. En la tabla 1 se presentan los microorganismos y medio de cultivo para el crecimiento de la cepa sensible utilizada en la determinación de la actividad antimicrobiana.

Tabla 1. Medios de cultivo empleados en el crecimiento y mantenimiento de las cepas de estudio

Microorganismos	Medios de cultivo	Objetivo	Referencias
B. theobromae	EMA	Crecimiento Mantenimiento	Malik, 1992
S. rolfsii	EMA	Crecimiento Mantenimiento de las cepas usadas como sensible de la actividad antifúngica	Malik, 1992

EMA. Extracto de malta agar (Merck)

Se utilizó la cepa 1517 de *Botryodiplodia theobromae* obtenida de la colección de microorganismos del Instituto Nacional de Investigaciones Fundamentales de la Agricultura Tropical (INIFAT) conservada en tubos inclinados de EMA a 4°C. En la producción de AJ se utilizó el medio de cultivo Miersch (Miersch, 1989; Broadbent, 1968) que utiliza sacarosa como fuente de carbono y nitrato de potasio como fuente nitrogenada.

Inóculo y Condiciones de fermentación. Se utilizaron placas petri con 25 mL de EMA, las cuales, se inocularon por estría a partir de micelio de la cepa 1517 de *Botryodiplodia theobromae* procedente de los tubos inclinados crecidos durante 3 días, las placas petri sembradas se incubaron por 5 días a 30 °C. El medio de cultivo se ajustó a pH 5.5 con NaOH (1N) y se esterilizó durante 15 minutos a 120 °C. Se inocularon 10 fragmentos miceliales de 8 mm de Ø obtenidas a partir de siembras realizadas en placas petri, en erlenmeyers de 500 ml con 100 ml de medio de cultivo Miersch utilizado como preinóculo, se incubó a 30 °C durante 3 días. Concluida la etapa de crecimiento del microorganismo, éste es inoculado en erlenmeyers de 3.5 L de capacidad total, incubado a 30°C, cultivo sin agitación durante 15 días. Transcurrido el tiempo de fermentación se realizó la cuantificación de AJ.

Detección y cuantificación de jasmonatos. El medio de fermentación se separó del micelio por filtración al vacío, utilizando papel de filtro Whatman N° 4. Alícuotas de 5 ml del cultivo filtrado se ajustaron a pH 3.0 con HCl (4M) y se sometieron a extracción con acetato de etilo (1:1). Las fracciones conteniendo el AJ se deshidrataron con sulfato de sodio anhidro y se llevaron a sequedad por rotoevaporación a 50°C. Para la determinación del AJ y compuestos relacionados se utilizó la técnica de cromatografía gaseosa (Miersch, 1987).

Determinación de la actividad antimicrobiana. La detección de la actividad antimicrobiana se determinó por la técnica del envenenamiento del medio de cultivo con EMA (hongos)

Técnica. Se utilizó el filtrado estéril de AJ, utilizando membrana miliporo de 0.22 µ m, de concentración 246mg/L. Se evaluaron concentraciones del caldo biológico, 2, 10, 15, 30, 60, 100 y 200 ppm, añadidos en 20 mL del medio de cultivo utilizado en la determinación antimicrobiana, para una relación del 50%. Los medios de cultivo (testigo y envenenado) se virtieron en placas petri de 5.5 x1.5 cm por triplicado.

Esquema de Trabajo. **La detección de la actividad antimicrobiana se realizó siguiendo el esquema general de trabajo que se presenta en la figura. 1.**

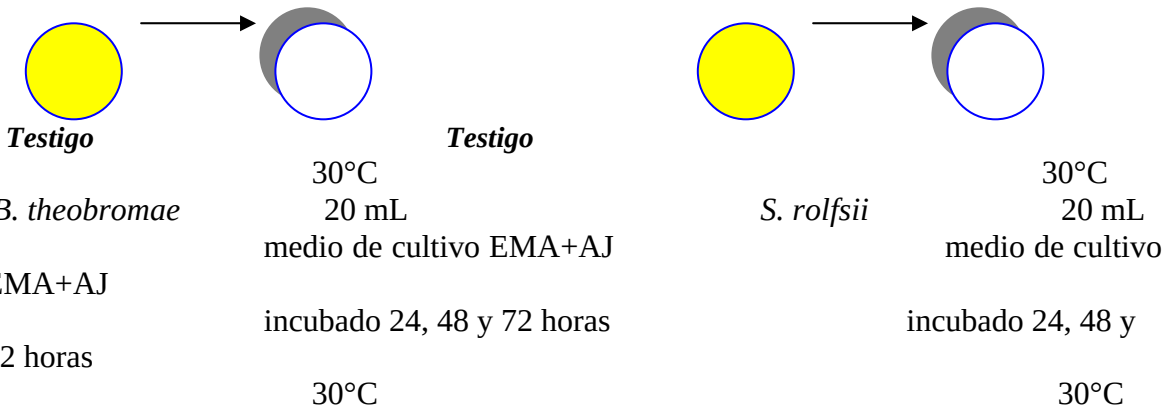


Fig. 1. Esquema general de trabajo para la determinación de la actividad antimicrobana.

Se midió el diámetro de la colonia del hongo a las 24, 48 y 72 horas, determinándose el % de inhibición del crecimiento micelial comparado con el testigo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La producción de AJ se realizó con la cepa 1517 de *B. theobromae* seleccionada en estudios previos (Altuna, 1996). La actividad biológica de los reguladores del crecimiento vegetal está determinada por el efecto fisiológico que provocan en las plantas, ya sea por inhibición o estimulación de alguna función (Salisbury, 1992). La producción de AJ alcanzó una concentración hasta 246 mg/L a los 15 días de fermentación.

Los usos del ácido jasmónico en la agricultura han sido diversos tanto en el tratamiento de semillas, como en cultivo "in vitro" y aplicación en cultivos de forma exógena y más recientemente, sus propiedades fungicidas en tratamientos locales y sistémicos (Koda, 1991).

Los resultados de la detección de la actividad antimicrobana se presentan en la tabla 2.

Tabla 2. % de inhibición del hongo *S. rolfsii* a diferentes concentraciones de AJ en el medio de cultivo

Concentración de AJ (ppm)	% de inhibición
2	0
10	9.1
15	18.2
30	23.7
60	27.3
100	32.8
200	35.5

Se observó que el metabolito, AJ, presentó propiedades promisorias para el control biológico del microorganismo patógeno ya que se constató actividad antimicrobiana frente al hongo *Sclerotium rolfsii*, Las mejores concentraciones ensayadas fueron 100 y 200 ppm, en las cuales, se obtuvo 32.8 y 35.5 % de inhibición respectivamente. Los microorganismos en defensa propia tienen la capacidad de producir sustancias que eliminan o inhiben el crecimiento de otros organismos, tales sustancias, producidas de forma natural tienen un papel ecológico importante. Teniendo en cuenta la denominada ″epidemia" (Farías, 1990) de la creciente resistencia evolutiva desarrollada por los agentes microbianos de enfermedades infecciosas a antibióticos comerciales comúnmente empleados se impone la necesidad de búsqueda de nuevos antibióticos y con ello la exploración de metabolitos biológicos.

CONCLUSIONES

El procedimiento diseñado permitió obtener concentraciones hasta 246mg/L de AJ empleando un cultivo batch con los consiguientes ahorros de energía y sin necesidad de un inductor externo. El AJ presentó actividad antimicrobiana frente al hongo *Sclerotium rolfsii* obteniéndose un % de inhibición de 32.8 y 35.5 a 100 y 200 ppm de AJ respectivamente.

REFERENCIAS

Aldridge, D.; Gatts, S. 1971. Metabolites of *Lasiodiplodia theobromae*. J. Chem Soc., *Sec.C*. pp. 1623-1627.

Altuna, B.; Klibansky, M.; Eng, F. ; Almeida, G. Acido Jasmónico , nuevo regulador del crecimiento en plantas, su identificación en cepas de *Botryodiplodia theobromae.*.En: *Manual de los Derivados de la Caña de Azúcar* 1996, pp. 16-21.

Broadbent, D.; Hemming, H. 1968. Preparation of jasmonic acid. G. B Patent 1386266, c07c61/36.

Cock, M. 1995. Control biológico de malezas en manejo de malezas para países en desarrollo FAO. Roma 171-180.

Défago, G. 1993. 2, 4-diacetylphloroglucinol, a promising compound in biocontrol. *Plant Pathol*. Vol. 42, pp. 311-312.

Davies, P.J., The plant hormones: Their nature, occurrence, and functions 1987, 1-11.

Farías, R. 1990. Los sideróforos microbianos y su influencia en el desarrollo vegetal. *Rev. Lat. Microbiol*. Vol. 32, pp. 157-248.

Goos, R.; Cox, E. 1961. *Botryodiplodia theobromae* and its association with *Musa* sp. *Mycologia* Vol. 53, pp. 262-277.

Howell, C.; Becker, O.; Lam, S. (1994). Anti-pathogenic bacterial strain of pseudonas fluorescens. USA: Pat No 5, 244, 658.

Koda, Y. (1991). Possible involvement of jasmonic acid in tuberization of yam plants. *Plant Cell Physiol.* Vol. 32, pp.629-633.

Koda,; Takahashi, K. 1994. Involvement of jasmonic acid and related compounds in the tuberization of *Jerusalem artichoke* plants. *Jpn J of Crop Sci*. Vol. 63, pp. 333-338

Lugtenberg, B.; Weger, L., Bennett, J. 1991. Microbialstimulation of plant growth and protection from disease. *Biotechnol*. Vol. 2, pp. 457- 464.

Malik, K. 1992. Some universal medium for the isolation, growth and purity check of a broad spectrum of microorganism. Technical information for culture collections curators in developing countries. Education Committee Unesco-WFCC, pp. 36-40.

Miersch, O.; Gunther, T.; Fritshe, G. (1993). Jasmonates from different fungal species. *Natural Product Letter* Vol. 2, pp. 293-299.

Miersch, O.; Preiss, A.; Sembdner, G. 1987. (+)-7-isojasmonic acid and related compounds from *Botryodiplodia theobromae*. Phytochemistry, vol. 26, pp. 1037-1039

Schippers, B. 1992. Prospects for management of natural suppresiviness to control sollporne patogen. Biological Control of Plant Disease. Plenum Press, New York.

INDICACIONES PARA EL EMPLEO SUSTENTABLE DE LA BIOMASA. PRO ALCOHOL BRASILEÑO

Lima J. R *.
Brossard , L. E **
Mariotoni C. A.***

* Faculdade de Engenharia Mecânica(FEM). Núcleo Interdisciplinar de Planejamento Energético (NIPE), Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Cidade Universitária Zeferino Vaz, CEP 13083-970 - Cx. Postal 1170 Campinas. São Paulo. Brasil. Fone: (019) 3788 4951 FAX: (019) 3289 4717 joedla@bol.com.br,
** Núcleo Interdisciplinar de Planejamento Energético (NIPE), Faculdade de Engenharia Mecânica(FEM). Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Cidade Universitária Zeferino Vaz, CEP 13083-970 - Cx. Postal 1170 Campinas. São Paulo. Brasil. Fone: (019) 3788 4951 FAX: (019) 3289 4717 luis@ct.unicamp.br,
***. Faculdade de Engenharia Civil (FCC). Núcleo de Planejamento Energético(NIPE). Universidade Estadual de campinas (UNICAMP). Cidade Universitária Zeferino Vaz, CEP 13083-970 - Cx. Postal 1170 Campinas. São Paulo. Brasil. Fone: (019) 3788 4951 FAX: (019) 3289 4717 cam@fec.unicamp.br.

ABSTRACT

This work presents some environmental damages caused by the productive chain of the alcohol, taking as example the program Brazilian "Proálcool" as well as it indicates that an integrated vision of the production process is a basic road for the sustainability.

INTRODUÇÃO

El empleo de la biomasa se presenta como una de las alternativas energéticas en la actualidad, tomando en cuenta su carácter renovable y de reducción en las emisiones de CO_2 proveniente del empleo de combustibles fósiles. Tal reducción se debe a que las emisiones de gases durante la quema de la biomasa, serian equilibradas por la absorción de las mismas proporciones durante su formación, dando un resultado líquido nulo. Sin embargo no podemos desconsiderar que algunos empleos de la biomasa aún ocurren en moldes insustentables causando daños negativos al medio ambiente contradiciendo, por tanto, el marketing de “energía verde”. Para que se justifique tal denominación, las inversiones en el área de biomasa deben venir con respaldo ambiental y resultar en una efectiva mejoría en la calidad de la vida para los involucrados en ésta actividad bases que le dan un carácter sustentable.

Para desarrollar ésta propuesta, el artículo está dividido en dos partes, precedidas por ésta introducción. La segunda parte se titula El "Proácool" brasileño-breve discusión, en la misma se listan los daños al medio ambiente generados por la cadena productiva de alcohol y los problemas sociales que del se derivan; la tercera parte se titula Un Rumbo

para la Sustentabilidad, se refiere a la importancia de una visión mas general para el análisis de procesos envueltos como requisito para alcanzar la sustentabilidad.

"Proálcool" brasileño – Breve discusión

El programa brasileño "Proálcool tomado como ejemplo en este artículo, divulgo internacionalmente el nombre de Brasil como un país que invirtió para competir con el petróleo. Los moldes actuales de este programa tuvieron su inicio en 1975 y representaron la busca para una autosuficiencia brasilera en el área de los combustibles líquidos motivados por la crisis del petróleo. El proyecto inicialmente iría a producir alcohol a partir de la caña de azúcar y la yuca, tuvo como aspectos positivos la reducción de las importaciónes de petróleo y la mejoría en la calidad del aire substituyendo el plomo de la gasolina por el alcohol anhídrido.

No obstante tal contribución, verifica impactos negativos ambientales y sociales en la cadena productiva del alcohol de la caña de azúcar, que confieren su carácter insustentable.

Primero el monocultivo de la caña de azúcar es plantado en grandes extensiones de tierra, además del desflorestamiento, Guarnieri y Januzzi (1992) afirman que éste monocultivo “es el responsable por el mayor índice de erosión del suelo en la actividad agropecuaria individual en el estado de Sao Paulo, totalizando 14% de las perdidas”. La erosión del suelo genera una serie de problemas en cadena, tales como la perdida de la capacidad productiva del suelo, el arrastre de tierra fértil para las represas, ríos, lagos, etc., reduciendo su capacidad volumétrica, provocando inundaciones, inclusive reduciendo el potencial de generación hidroeléctrica como también, el empobrecimiento del oxigeno en el agua. Desde el punto de vista ambiental el monocultivo es una práctica que precisa ser estudiada, pues empobrece la biodiversidad, interrumpiendo la cadena natural del ecosistema, lo que favorece a la proliferación plagas y el consecuente uso de pesticidas e insecticidas.

En la zafra de la caña de azúcar una practica muy utilizada es la quema, que tiene como objetivo facilitar su corte manual. Se estima que se la caña fuese cortada sin quemar habría una perdida en la productividad del trabajo del cortador de hasta cinco veces. Otra alternativa seria la mecanización de la zafra, la combinada mecánica substituye el trabajo de 50 cortadores. La quema de caña produce monóxido de carbono, hidrocarbonatos, óxidos de nitrógeno, este ultimo en proporción de 2,1 toneladas de dióxido de carbono por hectárea de caña quemada lo que favorece la formación de ozono en las bajas camadas atmosféricas. Sin olvidar del riesgo de perder el control de la quema, y ésta llegar a otras áreas.

Tercero, la zafra de la caña de azúcar envuelve serios problemas sociales, además de los ambiéntales, la existencia de los “bóias frías”[1], cuyo empleo es de seis a siete meses en el año, los bajos salarios y la utilización de fuerza de trabajo infantil, son problemas sociales graves, que fortalecen la cadena de pobreza y baja escolaridad. Bermann y Martins (2000) afirman que, “ De la manera como esta siendo conducido el uso de la biomasa en Brasil, principalmente en el área de la caña de azúcar, los efectos sociales positivos dejan mucho que desear”.

Cuarto, la cantidad de agua utilizada y la posibilidad de contaminación de los manantiales por la vinaza. En la fase de producción de alcohol, Bermann y Martins (2000)

llaman la atención para “el gran volumen de agua utilizado en las diversas etapas del proceso industrial además de la vinaza resultante del proceso de concentración, fermentación y destilación del caldo de la caña de azúcar para la producción de alcohol, y que podría ser aprovechado para la generación de biogás o como fertilizante. Igualmente en este caso, la utilización de la vinaza debe ser monitoreada una vez que las altas concentraciones puedan contaminar el manto freático o impermeabilizar el suelo”.

Quinto, y último, acrecentan que el lanzamiento de efluentes industriales en los ríos es el responsable por la muerte de peces, alimento y producto de venta para muchos riberinos[2], muchas veces la única fuente de proteína de ésta población. El aumento de la polución de las aguas lleva necesariamente a una elevación de los costos del tratamiento que abastece la ciudad y, eventualmente para el propio central azucarero o destilerías.

Es importante mencionar que la adición de alcohol a la gasolina aumenta la emisión de aldehídos siendo que, según Guarnieri y Januzzi (1992) “en los vehículos movidos con alcohol hidratado las emisiones son tres veces mayores en relación con aquellos que usan gasolina mezclada con el alcohol anhídrido. Los aldehídos son compuestos tóxicos que provocan irritación en los ojos, nariz, garganta y epidermis, y algunos (aldehído fórmico) están asociados a la incidencia del cáncer. Los aldehídos pueden también estar asociados a la formación de lluvias ácidas, a través de otras reacciones con compuestos (partículas presentes en la atmósfera). Existe la posibilidad de controlar estas emisiones a través de catalizadores”.

Un Rumbo para la Sustentabilidad - Indicaciones.

Este enfoque preliminar de las “contradicciones del alcohol” considerado una “energía verde” sirve de subsidio para entender como la biomasa puede ser empleada para servir de continuidad al modelo depredatorio de desarrollo, modelo que a largo plazo comprometen la continuidad de la vida humana por el agotamiento de los recursos naturales y la degradación de los valores humanos. La propuesta del desarrollo sustentable incluye las vertientes económicas, sociales y ambientales con el objetivo de revertir tales problemas.

El enfoque fragmentado y parcial presente en el análisis y proyecto es responsable por la transferencia de los problemas de un sector para otro sin efectivamente solucionarlos, permaneciendo las medidas comunes o análisis superficiales. El contexto actual exige la consideración de la interrelación e independencia que hay en todos los fenómenos o procesos, correspondiendo a lo que se llama en el sector productivo de “producción limpia, o sea ciclos cerrados de producción con el máximo de reciclage de los residuos.

Según Figueiredo (1994) “Hay una necesidad de una comprensión sistemática de los procesos o sistemas naturales, en una perspectiva de reintegración del hombre al medio ambiente natural no como depredador, pero sí como elemento de un sistema mayor, limitado, sin perder de vista el hecho de que, sí por un lado, tenemos la capacidad de intervenir en los varios niveles del sistema con intensidades variadas, debemos también estar preparados para absorber las reacciones y adaptaciones del sistema, como consecuencia de nuestras acciones”.

CONCLUSIONES

Considerando que “el hombre todavía tiene mucho camino para andar hasta llegar a comportarse como tal, su evolución todavía no es suficiente para que admita el concepto de fraternidad, de especie común. Las del hombre aún no están viradas para e objetivo común de sobrevivencia de la especie”. Enzo Tiezzi(1988). El desafío sustentable incita a los nuevos raciocinios y actitudes que caminan con este objeto.

Según Januzzi y Guarnieri (1992) para que el alcohol pueda ser considerado como un combustible “verde”, habrá que, entre otras medidas buscar alternativas tecnológicas con el objetivo de:

1. 1. Viabilizar técnica y económicamente la zafra de caña de azúcar sin quemarla antes de la zafra
2. 2. Promover el aprovechamiento de la vinaza con el objetivo de disminuir la degradación de los suelos y reducir la polución de las aguas,
3. 3. Reducir las emisiones de poluentes proveniente de los vehículos que utilizan como combustible el alcohol.

[1]Cortadores de caña o cañeros
[2]Personas que viven en Riberon Prieto, ciudad del estado de Sao Paulo

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bermann, C. and martins, O. S. (2000), Brasil 2020, o Cenário Energético Tendencial e seu Caráter Insustentável. Sustentabilidade Energética no Brasil. Limites e Possibilidades para uma Estratégia Energética Sustentável e Democrática. (Fase, ed.). Rio de janeiro. pp16-36

FIgueiredo, P. J. M. (1994), A Sociedade do Lixo: Os resíduos, a questão energética e a crise ambiental. (Unimep ed.), Piracicaba, São Paulo. pp.47 a 157.

GUARNIERI, L. C., Januzzi, G. de M (1992). Proálcool: I mpactos Ambientais. *Revista Brasileira de Energia* Vol 2(.2). SBPE, São Paulo, pp. 147 a 161.

TIEZZI, E.(1988). Tempos Históricos, Tempos Biológicos: A terra ou a Morte: Problemas da “nova” ecologia, trad., (Nobel ed.). São Paulo, pp. 35-72.

INFLUENCE OF THE SUPERFICIAL APPLICATION OF POLYVINYL ALCOHOL 0N THE PROPERTIES OF PAPERS

Hernández, A.
Abril, A.
Miró, N.

UIP Cuba-9, box. 8 Quivicán, Havana
E-mail: . investc9@ip.etecsa.cu

ABSTRACT

Inside the wide range of chemicals used in the Paper Industry, Polyvinyl alcohol (PVALC) is one of the most versatile, since it can be used as adhesive in coating colors and in superficial applications for special papers including the banknote papers, sizing for hot sealed papers, transfers and others.

The present paper deals with the effect of the PVALC like strong adhesive in superficial application for special papers as part of the researches carried out in order to improve the strength and superficial properties in these types of papers.

The results obtained in the laboratory facilities of the Paper Department of Cuba-9, as well as in the commercial trial in the commercial coated machine Twin HSM of the Company BTG Pulp&Paper Technology AB of Sweden are discussed.

INTRODUCCIÓN

Dentro de la amplia gama de aditivos químicos empleados en la industria del papel se encuentra el Alcohol Polivinílico (PVALC) de uso muy versátil en esta industria ya que puede emplearse tanto en su rol de adhesivo en mezclas de estucado como en el encolado superficial así como en aplicaciones para papeles especiales incluyendo el papel moneda, estucados para sellado en caliente y otras.

El objetivo del presente trabajo es dar a conocer el efecto del empleo del PVAL como fuerte adhesivo en su aplicación superficial en papeles especiales como parte de las investigaciones llevadas a cabo en el Proyecto 1.9.01.

Se dan a conocer los resultados obtenidos tanto a escala de laboratorio, llevadas a cabo en los laboratorios de investigaciones del departamento de papel de la UIP Cuba-9 así como en la prueba comercial efectuada en la maquina *ESTUCADORA PILOTO TWIN HSM DE LA FIRMA BTG Pulp & Paper Technology AB de Suecia.*

MATERIALES Y MÉTODOS

Para el desarrollo de los experimentos se emplearon hojas de papel preparados a escala de laboratorio con la formulación correspondiente al papel especial que se produce en la UIP Cuba-9. Se prepararon hojas de papel encoladas en la masa y sin encolar en la

masa para estudiar la diferencia de comportamiento cuando el papel se encola sólo superficialmente añadiendo el encolante conjuntamente con el PVALC.

Se emplearon dos tipos de PVALC uno parcialmente hidrolizado (PH) y otro totalmente hidrolizado (TH) con la adición en ambos casos de glyoxal como insolubilizador y etilenglicol como plastificante en las dosis convenientes e iguales.

Se aplicó un peso de recubrimiento aproximado de 1g/m² en todos los casos.

En las tabla 1 se presentan los resultados alcanzados en las propiedades de resistencia y superficiales para todos los papeles ensayados a escala de Laboratorio.

Adicionalmente y dada la experiencia de los trabajos realizados a escala de laboratorio se llevó a cabo una corrida industrial experimental en la máquina Estucadora Piloto Twin HSM de la firma BTG Pulp&Paper Technology AB de Suecia. Se procedió a la aplicación de 1g/m² por cara de PVALC empleando rolos transfer con dureza de 105 P&J así como la aplicación de 1g/m² por cara de PVALC con cambio de los rolos transfer para mayor dureza (30 P&J). Con esto cambio de dureza de los rolos transfer se buscaba mayor penetración en el papel para comprobar si existen diferencias significativas en las propiedades de resistencia y superficiales alcanzadas en ambos casos.

Tabla 1 Propiedades físico - mecánicas de los papeles obtenidos a escala de laboratorio.

PROPIEDADES	**PVALC TH Papel base Encolado**	**PVALC TH Papel base S/Encolar**	**PVALC PH Papel base Encolado**	**PVALC PH Papel base S/Encolar**
Calibre, mm	0,165±0,003	0,166±0,003	0,161±0,004	0,167±0,004
Densidad kg/m³	597±16	584±16	546±17	593±25
Índice de Tensión, Nm/g	54±4	54±4	58±7	71±6
Elongación, %	7±1	7±1	9±1	10±2
Porosidad Bendtsen, ml/min	9±2 9±2	7±2 8±2	12±2 13±3	10±2 12±2
Grado de encolado, Coob 60, glm²	27±1	25±4	27±2	28±2
Resistencia al arrancado, m/s	Mayor de 700m/s	Mayor de 700m/s	Mayor de 700m/s	Mayor de 700m/s
No pares de dobleces, #	3780	4218	4127	4898

La humedad final del papel solicitada para todos los casos fue de 7% ya que los suecos trabajan con niveles de sequedad muy superiores de 96-98 %.

El PVALC se preparó al 10 % de contenido de sólidos diluyéndose posteriormente a 6 % antes de la entrada al cabezal de aplicación con una temperatura de 47 º C y a una

velocidad de la máquina de 80 m/min para la aplicación de 1 g/m² por cara. La humedad final del papel fue de 7 % en todos los casos.

Las condiciones de operación se reportan en la tabla 2, señalándose como #1 al papel donde la aplicación se llevó a cabo con los rolos transfer de 105 P&J y como #2 para la aplicación con los rolos transfer de 25 P&J.

RESULTADOS Y DISCUSIÓ

Tabla 2. Propiedades físico-mecánicas de los papeles base y recubiertos bajo diferentes condiciones empleando PVAL en las corridas industriales

Propiedades	Papel base	#1	#2
Calibre, mm	0.113±0.004	0.120 ± 0.002	0.122 ± 0.002
Indice de Tensión, Nm/g	53±3 22±3	60 ± 5 27 ± 3	72 ± 5 29 ± 3
Porosidad PPS, ml/min (BTG)	-	1490	1890
Porosidad Bendtsen, ml/min	346±7 336±13	10 ± 1 10 ± 1	29 ± 3 26 ± 4
Rugosidad PPS, μm (BTG)	7.76 7.36	8.05 8,42	8.40 8.63
Rugosidad Bendtsen, ml/min	600±67 630±48	670 ± 48 500 ± 34	810 ± 41 1070 ±83
Doblez, No	1683 1149	1773 2013	2875 2086

Los resultados obtenidos a escala de laboratorio como se muestra en la tabla 1 indican que la aplicación superficial de PVALC incrementa considerablemente las propiedades de resistencia superficial del papel incluso a valores mas altos de los que pueden ser detectados por el Comprobador de imprimibilidad IGT AIC2 con que cuenta el Laboratorio de Pruebas Físicas d la UIP Cuba-9.

Asimismo los valores obtenidos para el doblez se incrementaron con respecto al papel base, observándose la mas alta mediana en el caso del recubrimiento con PVALC parcialmente hidrolizado en papel no encolado previamente en la masa, lo que puede explicarse por el posible efecto de penetración del polímero en este caso.

El grado de encolado prácticamente no varió en todos los papeles aunque con menores dosis en los casos donde la aplicación fue superficial.

Los resultados obtenidos en las pruebas industriales fueron similares a los obtenidos en los papeles recubiertos a escala de laboratorio en cuanto a doblez y rugosidad, aunque en estos se observo un mayor efecto de penetración debido cuando se utilizaron rolos duros de 30 P&J.

CONCLUSIONES

En todos los estudios realizados se corroboró la alta capacidad del PVALC para incrementar las propiedades de resistencia en aplicaciones superficiales, así como de incrementar las resistencias internas cuando se realiza la aplicación con penetración del polímero en la estructura interna del papel con el consiguiente aumento de porosidad en comparación con la aplicación sin penetración.

REFERENCIAS

Huggenberger, L., (1999) Coating and printing technologies at the threshold of the new millenium. *Wochenbl. Papierfabr*. Vol.127(16), pp. 1003-1006, 1008

Anon .(1996)., Brightness boost possible for high speed coating*. Pulp Pap. Eur*. Vol.1(8), pp. 5

Zimmermann, W., (1996). Synthesis and applications of water soluble polymers. *Adhasion*: Vol. 40, pp.. 522-525.

. Wolf, D., (1993). Polyvinyl Alcohol in specialty paper production *Ind. Letter* Vol.2, pp. 581-588

INFLUENCIA DE LA FUENTE DE CARBONO EN LA PRODUCCIÓN DE METABOLITOS ANTIMICROBIANOS A PARTIR DE *PSEUDOMONAS AERUGINOSA PSS* PARA SU USO EN LA PROTECCIÓN DE LA SEMILLA BOTÁNICA DE LA CAÑA DE AZÚCAR..

Frías Seoane , Alina
Villa Gómez, Pilar María Mrs. C.

Dirección: Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA) Vía Blanca #804 esq. Carretera Central. Apartado Postal 4026. San Miguel del Padrón. Ciudad de La Habana. Cuba.
E.mail: alina@icidca.edu.cu

ABSTRACT

Microorganisms with promisory properties for biological control are the fluorescent kinds of *Pseudomonas* gender, which produce a great variety of metabolites as: siderophores and antibiotics, effective against fungi phytopathogenic like *Dreschlera* and *Curvularia,* which produced damage to the botanic seed of sugar cane. Those metabolites are produced in stationary period of the microbial growth and their production upon to the conditions of fermentation. The present work, studied, the influence of the carbon sources in the production of metabolites starting from *Pseudomonas aeruginosa* strain *PSS*. The best result were obtained from glutamic acid, glycerol and mannitol for siderophores production and fructose, glutamic acid and glycerol for antibiotic metabolites. Furthermore, pH is an important factor for induction of metabolites. The greater production was with pH neutro.

INTRODUCCIÓN

Las especies fluorescentes del género *Pseudomonas* han sido muy estudiadas en el control biológico, por la capacidad que poseen de producir metabolitos secundarios antimicrobianos, entre los que se reportan: sideróforos y antibióticos, los cuales pertenecen a grupos de compuestos químicamente definidos y con funciones biológicas específicas (Thomashow, L.S. 1999), efectivas contra hongos fitopatógenos como *Phytosphthora nicoteanae, Sclerotium rolfsii, Rhizoctonia solani* y los del género *Dreschlera* y *Curvularia,* que atacan a la semilla botánica de la caña de azúcar.

Las bacterias del género *Pseudomonas* son capaces de crecer en medio mínimo, pero la producción de metabolitos puede variar cuando ocurre un pequeño cambio en la fermentación. Estos metabolitos son producidos durante la fase estacionaria del crecimiento microbiano y su producción depende de las condiciones de cultivo (Slininger,P.1995). Los estudios de fermentación y el desarrollo de las evaluaciones in vitro e in vivo realizados han permitido definir su mecanismo de acción.

El objetivo de este trabajo es el estudio de la influencia de diferentes fuentes de carbono sobre la producción de metabolitos antimicrobianos en una fermentación sumergida de *Pseudomonas aeruginosa* cepa *PSS* para su empleo en la protección de la semilla botánica de la caña de azúcar.

MATERIALES Y MÉTODOS

Microorganismo

Se empleó la cepa de *Pseudomonas aeruginosa* cepa *PSS* perteneciente a la colección del Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA).

Inóculo

Se partió de un cultivo previo sobre Placa de King B agar con 24 horas de crecido y posteriormente se transfirió a enlermeyer de invaginación de 250ml conteniendo 50ml de Caldo King B durante 8 horas para que se desarrollen las células. Posteriormente se inoculó (1:10v/v) en otro enlermeyer de invaginación de 250mL, conteniendo el mismo medio anteriormente citado, incubándose a 175 rpm y 30^0C hasta que cultivo alcance 18 horas de crecido.

Condiciones de fermentación: Se inocularon en una relación de 1:10 en frascos de invaginación con 250 ml de capacidad que contenían 90 ml de los medios con las distintas fuentes a estudiar. Se incubaron por triplicado en zaranda rotatoria durante 30 horas a 30^oC pH 7 y 175 rpm.

Análisis realizados

Crecimiento: Se determinó mediante densidad óptica a 600nm en espectrofotómetro OPTON PM 2A.

pH: Las determinaciones de pH se realizaron en pH metro Paetronic MV 870.

Sideróforos: Se determinó por método espectrofotométrico conociendo el coeficiente de absorción molar.$E=2000LM^{-1}cm^{-1}$

Ensayos in vitro: Se llevó a cabo mediante el ensayo de actividad antibiótica por la técnica del envenenamiento del medio de cultivo Agar Papa Dextrosa (PDA) empleándose el hongo fitopatógenos *Sclerotium rolfsii* determinándose el % de inhibición del crecimiento micelial comparado con un testigo (Villa P., 1999).

Efecto de la fuente de carbono

Se evaluaron 11 fuentes a una concentración de 10g/L.

Glucosa Fructosa Sacarosa Lactosa Glutámico Glicerol Maltosa Almidón Soya Manitol Biopla (medio derivado de la placenta humana)

Como fuente de nitrógeno se empleó la urea (0.85g/L) y como fuente de fósforo K_2HPO_4 (0.56g/L). Todos los medios fueron ajustados a pH 7 al inicio de la fermentación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 1:Resultados de la influencia de las diferentes fuentes de carbono en los distintos parámetros.

Fuente de Carbono + Urea + Fosfato	D.O. 600nm (30 horas)	Sideróforos mmol/L (30 horas)	pH final	%Inhibición del Desarrollo Micelial (48 horas)
Glucosa	3.2	40	3.4	17.5
Fructosa	2.2	165	8.0	**100**
Lactosa	0.95	60	8.6	60
Maltosa	0.60	60	8.7	32.7
Almidón	0.55	65	8.5	8.5
Sacarosa	0.70	60	8.6	34.6
Glutámico	1.70	290	8.9	**100**
Glicerol	2.3	360	7.9	**100**
Manitol	2.4	300	8.0	70
Soya	1.7	70	8.7	26.9
Biopla	0.55	55	8.8	32.7

La tabla 1 presenta los resultados obtenidos con las diferentes fuentes de carbono. En la misma se observa que la mayor producción de sideróforos fue obtenida con ácido glutámico, manitol y glicerol. Por su parte la fructosa, el glutámico y el glicerol fueron las fuentes que el microorganismo mejor utilizó en la producción de metabolitos.

Se observó bajo nivel de producción de los metabolitos antimicrobianos cuando se empleó lactosa, maltosa y sacarosa, lo cual indica que no son fuentes apropiadas para la producción de los mismos, tal como reportó Slininger, P. (1995). Los bajos niveles de crecimiento obtenidos con estos disacáridos así como con la harina de soya pudieran estar relacionados con su asimilación, ya que estos sustratos requieren de una previa hidrólisis enzimática.

Por otra parte, con el medio Biopla, se obtuvo un bajo crecimiento celular, lo que sugiere que este medio residual de la producción de melagenina, rico en proteínas, carbohidratos y aminoácidos, no es la fuente de carbono idónea para el crecimiento de estos microorganismos.

No se observó una correlación directa entre el crecimiento y producción de metabolitos sideróforos y antibióticos. Un ejemplo apreciable es el incremento en el valor de D.O.600nm cuando se emplea glucosa como fuente de carbono, siendo el valor máximo registrado debido al aprovechamiento de este azúcar simple por parte del microorganismo basado en el principio de economía celular. Sin embargo se detectó muy baja la producción tanto de metabolitos sideróforos como antibióticos, no considerando bueno su empleo para lograr nuestro objetivo. En la literatura se reporta la disminución de la síntesis del pioluterin en presencia de glucosa por *Pseudomonas fluorescens* Pf-5. Por el contrario la

producción de oomicina por *Pseudomonas fluorescens* HV-37ª, está favorecida cuando esta fuente de carbono está presente (Kraus, J. et al, 1995). Por lo que la glucosa favorece o desfavorece la producción de metabolitos que se desea obtener. (Nowak-Thompson, B. et al, 1994).

Otro de los factores a tener en cuenta es el pH, el cual se comportó entre 7.9 y 8.9, exceptuando el medio glucosa que reportó valores de pH bajo (3.4), posiblemente a la formación de ácido orgánicos. En trabajos realizados por Slininger, P. (1995) con la cepa de *Pseudomonas fluorescens* 2-79 se obtuvo un rango de pH entre 6 y 8 como óptimo. Así como ha sido reportado por diferentes autores, los sideróforos son sensibles a pH ácidos y muestran una pronunciada dependencia de éste parámetro. (Budzikiewicz, H. et al, 1992, Meyer, J.M. et al, 1992).

Los estudios indican que se debe tener en cuenta los factores ambientales tales como la fuente de carbono y el pH para la producción de metabolitos antimicrobianos por P*seudomonas aeruginosa* cepa *PSS* lo cual favorece el desarrollo por vía biotecnológica de un producto para la protección de la semilla botánica de la caña de azúcar.

CONCLUSIONES

- La fuente de carbono es decisiva para la producción de metabolitos activos. Los mejores resultados se obtienen a emplear glutámico, glicerol y fructosa para obtener metabolitos antibióticos y para sideróforos el manitol, glutámico y glicerol.

- El pH es un factor importante en la inducción de metabolitos. Los ensayos muestran que a pH neutro se obtienen las mejores producciones de metabolitos.

- Se recomienda continuar estos estudios que nos permitan establecer las condiciones óptimas de fermentación con vistas a aumentar la productividad y hacer más eficiente el proceso y disminuir los costos y evaluar el producto frente a los hongos que atacan la semilla botánica de la caña de azúcar.

REFERENCIAS

-Budzikiewicz,H. Shroder, H., Taraz,K. (1997). *Z. Naturforsch* C47, pp. 26-32

-Kraus, J., Loper, J.E. (1995). *Appl. Env. Microbiol*. Vol. 61, pp. 849-854

-Meyer,J.M. Azelvander, P. Georges,C.(1992). *BioFactors* Vol. 4, pp. 23-27

-Nowak-Thompson,B. Gould, S.J. (1994). *Can.J.Microbiol*. Vol. 40, pp. 1064-1066

-Shanahan, P., O Sullivan, D. J., Simpson, P.,Glennon, J. D.O Gara, F. (1992). *Appl. Env. Microbiol*. Vol. 58, pp.353-358.

-Slininger,P.J., Shea wilbur, M.A (1995). *Appl. Microbiol.Biotechnol*. Vol. 43, pp. 800-994

-Thomashow, L.S.,Weller, D.M. (1999) J.Bacteriol 170.3499-3508.

-Villa, P.M. (1999). Tesis para optar por el título de Maestro en Microbiología

INFLUENCIA DE MEZCLAS DE AZÚCARES EN LA PRODUCCIÓN DE LA ENZIMA DEXTRANSUCRASA Y LA VISCOSIDAD DEL CALDO FERMENTADO

Martínez, Aidin
Bell, Antonio
Carrera, Emilia
Michelena, Georgina
Valencia, Roxana

Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA). Vía Blanca # 804 y Carretera Central. P. San Miguel del Padrón. Box 4026. Ciudad de la Habana, Cuba.
E-mail. aidin@icidca.edu.cu

ABSTRACT

With the aim to the obtention of an enzymatic concentrated for the synthesis of the homopolymer dextran, a study on the addition of maltose as co-substrate to help the low molecular weight polymer formation. As well as to avoid the incremented the viscosity in the broth during the enzyme production stage was done, without affection its enzyme production. Some essays in 5L fermentadores were done using the ***Leuconostoc mesenteroides*** B/10-1-1 strain. The obtained results show that with the addition of maltose the viscosity in the broth got down in a significative without to affection the final enzyme concentrations. The independent sterilization of the co-substrate, the broth viscosity was lower than then were sterilized together the sucrose.

INTRODUCCIÓN

De los polímeros de origen microbianos que se comercializan e investigan se encuentran. xantano, dextrano, pululano, entre otros, destacándose entre ellos el dextrano, el que constituye un producto de producción nacional con un amplio espectro de usos en la industria del petróleo, alimenticia, farmacéutica, entre otras, como sustituto de diferentes materias primas de importación; a la vez que resulta un fondo exportable.

Este homopolímero es sintetizado por la enzima dextransucrasa (EC 2.4.1.5 α-1-6-D glucano D-fructosa 2-glucosil transferasa) (Bell, 2001; Also, 1983, Jeanes, 1966), producida fundamentalmente por las bacterias de la especie *Leuconostoc mesenteroides* la cual es responsable de trasformar la sacarosa a dextrana. Generalmente este proceso ocurre en dos etapas, una primera de producción de la enzima la cual es inducida en presencia de la sacarosa (Kin y Day, 1994) y está asociada al crecimiento del microorganismo; y la segunda etapa se corresponde con la síntesis del polímero. Sin embargo, durante la biosíntesis de la enzima ocurre simultáneamente formación de dextrano, dando lugar a que al final de la etapa de su producción, el medio en mayor o menor grado posee viscosidades que interfieren en el proceso de aislamiento, purificación y concentración de la enzima.

Con el objetivo de disminuir la viscosidad de los caldos de cultivo sin que se afecte la producción de la enzima, se realizó un estudio sobre la influencia de la sacarosa, y maltosa, así como la esterilización de las mismas con los componentes del medio y por separado.

MATERIALES Y MÉTODOS

Microorganismo: ***Leuconostoc mesenteroides*** (B/110-1-1) de la colección de cultivo del ICIDCA. Los medios de cultivo y preparación de inóculos, se realizaron según metodología de Martínez (1999), el pH se ajustó según el interés de cada fermentación.

Producción de la enzima dextransucrasa: La enzima fue desarrollada durante 9 horas a escala de banco en fermentadores de 5 L de capacidad con un volumen efectivo de 3 L. y se inocularon a razón de 1:25 v/v, el pH inicial fue ajustado a diferentes valores en dependencia de los objetivos perseguidos para cada una de las fermentaciones, la temperatura fue mantenida a 30°C.

Muestreo: Se realizaron muestreos horarios para realizar los análisis siguientes.
Crecimiento celular: Determinado por D.O a 650 nm en un espectrofotómetro OPTON PM2A.
Actividad dextransucrasa: Estimada por la cantidad de azúcares reductores libres calculada como fructosa producida según el método descrito en trabajos anteriores (Michelena, 1997; Lawfor, 1979).
Determinación de azúcares: los azúcares producidos y consumidos fueron determinados por dos métodos**.**

- Por el método 3-5 dinitro salicílico (DNS) (Miller, 1959)
- Análisis por cromatografía líquida de alta resolución Isocrática "OPTILAB Modelo 5931, Sueco.

Viscosidad: Se le determinó la viscosidad relativa en un Viscosímetro capilar UBBELOHDE CAPILAR1.

Los datos fueron procesados estadísticamente por un paquete de programa computarizado Statgraphics versión 5.0.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados del análisis cromatográfico obtenidos durante la producción de la enzima dextransucrasa con la utilización de la sacarosa como única fuente de carbono en cuanto a la actividad enzimática, reductores totales (ART), reductores libres (ARL) y manitol, en el medio se reportan en la tabla 1, donde puede apreciarse que a medida que disminuyen los reductores totales se incrementa la concentración de la enzima y de reductores libres representado por la fructosa, esta última presenta su máxima concentración aproximadamente a las 4 horas de fermentación momento en que comienza a descender al ser metabolizada y parcialmente convertida en manitol por la acción de la enzima manitol deshidrogenasa. Alrededor de las 5 horas de fermentación se alcanzó el máximo de actividad (89.25 $DSU.mL^{-1}$) y a la hora siguiente se detectó una caída de la actividad

producto de la disminución del pH por la acumulación de ácido láctico y acético, lo cual conspira contra la estabilidad de la enzima.

Tabla 1 Producción de enzima dextransucrasa en fermentación discontinua utilizando sacarosa como fuente de carbono.

TIEMPO (horas)	Act. enzimática (DSU.mL^{-1})	ART (g.L^{-1})	ARL (g.L^{-1})	Manitol (g.L^{-1})
0	0	34.86	1.38	1,74
1	5.7	34.71	1.59	1,59
2	25.55	28.35	2.67	2,28
3	50	19.32	4.11	2,94
4	63.2	3.09	7.65	8,73
5	89.25	1.36	3.69	10,56
6	68.16	1.00	1.29	11,85
7	52.75	0	0	12,21
8	30.96	0	0	12.21

Los resultados del crecimiento celular obtenidos durante las fermentaciones a diferentes pH se recogen en la Fig. 1, donde se hace evidente la diferencia entre los valores de absorbancia alcanzados (6.3 a pH 6.8 y 4 a pH 5.5), siendo mayor a pH 6.8 lo cual se debe a que existe una mayor estabilidad del microorganismo. Sin embargo los valores obtenidos a pH 5.5 con y sin maltosa no se encontró diferencia significativa al obtenerse crecimientos de 4 y 5 respectivamente, esto denota que la adición de maltosa al medio de fermentación no afecta de forma considerable el crecimiento pero el microorganismo es menos estable (kin y Day, 1994).

Con respecto a la producción de dextrana de alto paso en los caldos durante la producción de enzima, se puede apreciar en la figura, 2, que con la adición de maltosa a pH 5.5 las viscosidades disminuyeron de forma significativa con respecto a las fermentaciones llevadas a cabo con la sola adición de sacarosa a pH 6.8 y 65.5, lo que indica que la de maltoda actúa como aceptor de grupos glucosílicos, disminuyendo las cantidades y pesos

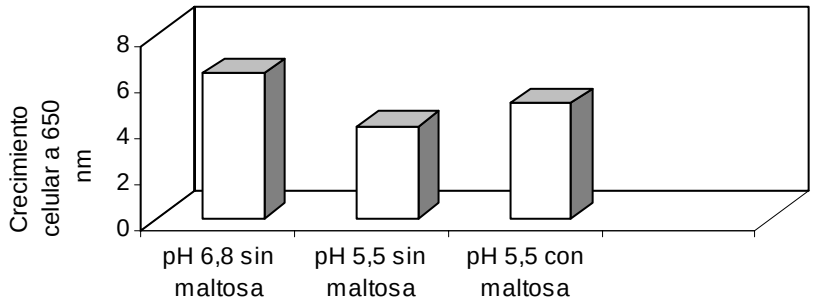


Fig. 1. Crecimiento celular del L. mesenteroides a pH 6.8 y 55 con y sin maltosa, utilizando sacarosa a una concentración de 30 g.L-1 y a 30ºC

moleculares de las dextranas formadas (Paul y otros, 1990

Los resultados del efecto de la esterilización sobre los parámetros medidos en la producción de enzima dextransucrasa se reportan en la tabla 2. Se puede observar que no existe una diferencia apreciable en cuanto al crecimiento celular y la producción de enzima en los caldos fermentados, en los cuales se alcanzan valores de 2.9–3.4 unidades de absorbancia y 61-64 DSU.mL^{-1} respectivamente. Sin embargo, se puede observar diferencias en los valores de las viscosidades.

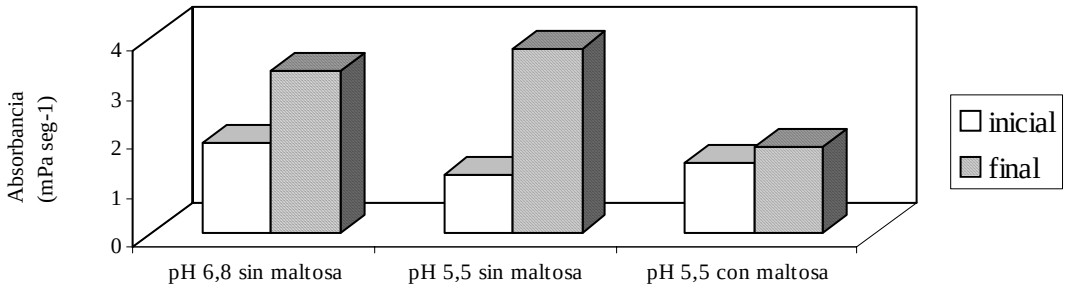


Fig.2. Viscosidad de los caldos fermentados durante la producción de la enzima deztransucrasa, sacaroasa 30 g.L-1 y temperatura de 30ºC

Tabla 2 Efecto de las condiciones de esterilización en las características de las fermentaciones en la producción de la enzima dextransucrasa por *L. mesenteroides* B/110-1-1.

Fuente de carbono	Crecimiento (650 nm)	Act. enzimática (DSU/mL)	Viscosidad (mPa.s)
sacarosa	3.4	61.9	6.6
sacarosa + maltosa	3.3	62.7	5.7
Sacarosa + maltosa*	2.9	64.2	3.2

Maltosa esterilizada separada del resto del medio

En los cultivos donde se utilizó sacarosa como única fuente de carbono (tabla 2), se alcanzó una viscosidad de 6.6 mPa.s, mientras que cuando se le adicionó al medio anterior la maltosa estéril los valores disminuyeron a 3.2 mPa.s.

En la literatura consultada (Robyt, 1995; Yamamoto y otros, 1993), no existen referencias en cuanto a la utilización de azúcares unidos a la sacarosa como fuente de carbono para la producción de la enzima, por lo que nuestro trabajo constituye un aporte de gran importancia para la obtención de caldos enzimáticos con concentraciones bajas de dextranas.

CONCLUSIONES

- Durante la etapa de producción de la enzima se logro disminuir la viscosidad de los caldos fermentados de forma significativa con la adición de maltosa al medio con sacarosa.

- Con la esterilización separada la maltosa con el resto de los componentes del medio de cultivo, las viscosidades disminuyeron a la mitad de lo alcanzado cuando se esterilizan todos los componentes juntos.

REFERENCIAS

Alsop, R. M. (1983) Industrial production of dextrans". en: "Progress in Industrial Microbiology". Ed. M. E Buschel. Elsevier Scientific Publishing Co. Amsterdam. 18, pp 1-43.

Bell, A.; Michelena, G. Martínez A. Carrera, E**. (**2001) Informe Técnico al MINAZ

Jeanes, A. (1966**)** Encyclopedia of Polymer and Technology**,** Ed. John Wiley and Sons. Inc.; 4, pp 805-824.

Kin, D. y Day, D. F. (1994) *Enzyme Microb. Technol*. Vol. 16, pp 844-848.

Lawford, G. R.; Kligerman, A. y Williams, S. T. (1979) *Biotech. Bioeng*. Vol. 21, (7), pp 1121-1131.

Martínez, A. (1999) "Estudio de la producción de la enzima dextransucrasa por la cepa *.L **mesenteroides***. Universidad de La Habana. Tesis de maestría en Microbiología, Mención Fermentaciones. La Habana, Cuba.

Michelena, G. L**.** (1997) Diseño de la Tecnología de Producción de la Dextrana. ICIDCA. Tesis de Doctor en Ciencias Técnicas. Cuba.

Miller, G. L. (1959) . Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar *Analyt*. T. 31, pp 426-428.

Paul, F.y Col. (1990) *Carbohydrate Research* Vol. 53, pp. 433-431

Robyt, J. F**.** (1995) *Adv. in Carb. Chem. Biochem*. Vol. 51, pp 113-167

Yamamoto, K.; Yoshikawa ,K. y Okada S. (1993) *J. Ferm. Bioeng*. Vol. 76, (5), pp 411-413

INFLUENCIA DEL INÓCULO EN PRODUCCIÓN DE ENZIMAS POR FERMENTACIÓN SÓLIDA

León, Martha
Delgado, Grizel.
Bueno., Gloria
Rodríguez-León
José. A.
Rodríguez
Doris E.
Aguilar, Laura.

Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA). Vía Blanca 804 y Carretera Central , PO Box 4026, Ciudad de la Habana, Cuba
E-mail : martaleon@icidca.edu.cu

RESUMEN

The effect of culture media and fermentation conditions on the development of *Aspergillus niger* W2 liquid inocula employed in solid state fermentation (SSF) was studied for animal food enzyme production.By a factorial design the influence of both inocula age and relation on celulase and pectinase production was determined.

The largest portion of optimal physiological sate biomass was obtained employing molasses media stirred during 72 hours whereas pectinase and celulase SSF step biosynthesis was enhanced by means of an 72 hrs. inocula and an inocula relation of 10% v/w.

INTRODUCCIÓN

La producción de enzimas de interés en la alimentación animal constituye una temática de actualidad y su producción mediante fermentación en estado sólido se incrementa dada las ventajas que brinda este tipo de fermentación en producciones con fines agropecuarios.

Dada la reconocida importancia del inóculo en los procesos fermentativos con vistas al desarrollo eficaz de la síntesis de metabolitos, se consideró necesario el estudio de varios factores que pueden incidir en las características fisiológicas del microorganismo y las condiciones adecuadas de inoculación .

En el presente trabajo se establecen las condiciones mas adecuadas en cuanto a medio de cultivo y condiciones de fermentación para el desarrollo del inóculo. Además mediante diseños factoriales, se estudio la influencia del inóculo en cuanto a edad y relación de inoculación, en la síntesis de las enzimás celulasas y pectinasas, obtenidas mediante fermentación en estado sólido de cáscara cítrica empleando una cepa mutante de *Aspergillus niger* W2 de escasa esporulación .

MATERIALES Y MÉTODOS

Microorganismo: Se empleó una cepa mutante de *Aspergillus niger* W-2 de esporulación escasa y tardía perteneciente al cepario del Departamento de Microbiología del ICIDCA

Medio y condiciones de fermentación: La preparación del inoculo para medio sólido se realizó en medio líquido Czapek (pH 6.8) y miel final de caña (miel de caña 20 g/l , sulfato de amonio 3 g/l, sulfato de magnesio 0.5 g/l a pH 5.6) y esterilizado a 120 ºC durante 20 minutos. La incubación se llevó a cabo en condiciones estáticas y agitada (175 rpm) a 30 ºC y tiempo variado según diseño experimental.El medio sólido estuvo compuesto de cáscara cítrica en la doble función de soporte y suministradora de nutrientes, urea (2.7% b.s) como fuente de nitrógeno y un contenido de humedad inicial del 60%.La fermentación se llevó a cabo en un sistema de columnas (2.5 x 20 cm) tipo Raimbault (1980) con una capacidad por columna de 20-30 g de soporte húmedo, un flujo de aire saturado de agua de 1 vKgm a temperatura ambiente. Antes del muestreo el medio fue mezclado manualmente para su homogeneización. Todas las experiencias se realizaron por duplicado.

Métodos analíticos: El extracto crudo enzimático se obtuvo mediante el método de extracción sólido-líquido empleando un hidromódulo de 1/20 (matriz fermentada/ agua) con agitación continua en zaranda rotatoria a 150 rpm/min durante 30 min a temperatura ambiente. El líquido se separó mediante filtración a vacío empleando fibra porosa (Nº 1). Las actividades pectinasa y celulasa se determinaron después de la hidrólisis enzimática de la pectina y carboximetil celulosa, bajo condiciones controladas a 50 ^{0}C durante 15 y 30 min respectivamente y medición espectrofotométrica a 540 nm del ácido galacturónico y glucosa liberados, por el método del ácido 3,5 dinitrosalicilico de acuerdo con Miller (1959). Una unidad de actividad enzimática se definió como la cantidad de enzima requerida para liberar un μMol de ácido galacturónico y glucosa respectivamente por minuto bajo las condiciones de ensayo. El crecimiento microbiano en el medio líquido se estimó por desecación a 105 ºC durante 16 horas de la biomasa previamente centrifugada y lavada a 10 000 rpm .

Para el estudio de la influencia de las condiciones de inoculación en cuanto a edad y relación de inoculación sobre la síntesis de enzimas en fermentación sólida; se desarrolló un diseño factorial 2^2 ,evaluando inóculos desarrollados durante 72 y 120 horas, a relaciones de inoculación de 10 y 20 %. Todas las decisiones estadísticas fueron tomadas con un 95% de confianza.

RESULTADOS Y DISCUSION

Selección del medio de cultivo y condiciones de incubación:

En la figura. 1 se presenta la influencia de las variantes: medio de cultivo y condiciones de fermentación en el desarrollo de la biomasa fúngica. Se observa en general una tendencia a obtener mayores concentraciones de biomasa (b.s.) por volumen de medio empleando

agitación en zaranda, así como cantidades similares de biomasa a las 72 horas para ambos medios.

Fig. 1. Comparación de variantes de medios y condiciones de cultivo.

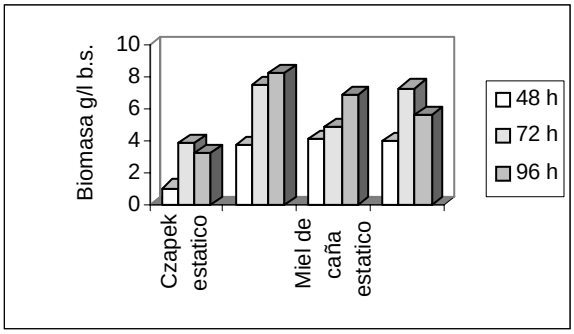
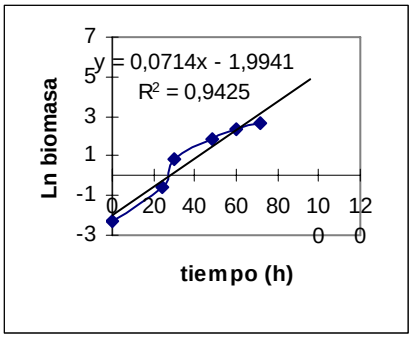


Fig. 2. Cinética de crecimiento de *Aspergillus niger* W2 en medio de miel



Un análisis de la cinética de crecimiento microbial del *Aspergillus niger* W2 en medio miel (figura 2) nos muestra una fase logarítmica de aproximadamente 72 horas.

Los resultados anteriores, permiten seleccionar el medio Miel como el mas adecuado, teniendo en cuenta su disponibilidad y bajo costo, para desarrollar inoculó en fermentación sumergida agitada en zaranda, durante 72 horas ya que se obtiene la mayor cantidad de biomasa en un estado fisiológico favorable para el posterior desarrollo fermentativo en el medio sólido para la producción de enzimas bajo las condiciones especificadas.

Influencia de las condiciones de inoculación en cuanto a edad y relación de inoculación:

Matriz de resultados para las distintas actividades enzimáticas.

Tabla 1. Discriminación de los factores significativos para la síntesis de CELULASA

	b_i	$(b_i)^2$	$(b_i^2)/1/4s_p^2$	$F_{calc.}/F_{crítico}$
b_0	**11,249**	126,53	387,94	**50,316**
b_1	**-2,656**	7,056	21,63	**2,806**
b_2	-1,011	1,023	3,14	0,407
b_{12}	-1,171	1,372	4,21	0,546

$S_{ponderada}$= 1.142

$F_{crítico}$=	7.71
?=	4

Tabla 2 Discriminación de los factores significativos para la síntesis de PECTINASA

	b_i	$(b_i)^2$	$(b_i^2)/1/4s_p^2$	$F_{calc.}/F_{crítico}$
b_0	**191,235**	36570,83	1102,77	**143,031**
b_1	**-21,963**	482,351	14,55	**1,887**
b_2	-0,983	0,965	0,03	0,004
b_{12}	-15,705	246,647	7,44	0,965

$S_{ponderada}$=	132.65
$F_{crítico}$=	7.71
?=	4

Tabla 3 Criterios sobre la edad del inóculo y la relación de inoculación de *Aspergillus niger* W2

Enzima	Efecto de bloque (UI/g bs)	Edad del inoculo	Relación de inoculación
Pectinasa	191.24	72	No Sig.
Celulasa	11.25	72	No Sig.

Los resultados obtenidos con relación a la edad del inóculo (tabla 3) empleado en la FES muestra que la producción de ambas enzimas se favorece al utilizar inóculos de 72 h, aspecto este, coincidente con lo reportado por Krishna y Nokes (2001 a) al obtener la mayor producción de enzimas en el menor tiempo cuando emplearon para la preparación del inóculo, como en nuestro caso, cuñas de 7 días de crecidas, lo cual, fundamentan sobre la base de la presencia de una mayor cantidad de factores de crecimiento y enzimas extracelulares al compararlas con inóculos procedentes de colonias crecidas durante 7 y 14 días Krishna y Nokes (2001 b) Estos resultados difieren de los reportados por Ebune (1995) en los que la edad del inóculo usado en el cultivo sólido de *Aspergillus ficuum* afectó la producción de fitasa de modo que las mayores y menores cantidades de esta enzima se encontraron con inóculos de 5 y 2 días respectivamente.

En lo referente al tamaño del inoculo empleado durante la etapa de fermentación en estado sólido (Tabla III) no se observo significación para este factor, bajo las condiciones estudiadas, por lo que seleccionamos la menor relación de inoculación 10 % (v/p).

Berovick (1997) en estudio realizado sobre producción de pectinasa por FES, encontró significativo este factor, empleando otra cepa de *Aspergillus niger*, mientras que Nair (1990) al estudiar la hidrólisis de ácido fitico a partir del crecimiento de *Aspergillus níger* reporta una correspondencia directa entre la hidrólisis de este t el mayor tamaño de inoculo empleado, tanto en forma de esporas como vegetativo.

CONCLUSIONES

Una mayor cantidad de biomasa en estado fisiológico adecuado para el desarrollo del inóculo se obtiene empleando el medio de miel de caña en condiciones agitadas durante 72 horas.

La biosíntesis de las enzimas pectinasa y celulasa durante la etapa de fermentación sólida se favorece con el empleo de inoculo de 72 horas y relación de inoculación de 10 % (v/p).

REFERENCIAS

Berovick, M.; Ostrovernisk, H. (1997). *Journal of Biotechnology* Vol. 53, pp. 47-53

Ebune, A,; Al-Asheh, S., Duvnjak, Z (1995). *Bioresource Technology* Vol.53, pp. 7-12

Krishna, C., Nokes, S. (2001 a) Biological Engineering Division pp. 1-10

Krishna, C., Nokes, S. (2001 b) *Journal of Foundation Microbiology and Biotechnology* Vol. 26, pp.161-170

Miller, G. L.(1959) *Anal. Chem* Vol. 31,pp. 426-428

Nair, V. y Duvnjak, Z. (1990). *Appl. Microbiol. Biotechnol* Vol.34(2), pp. 183-188

Raimbault, M. (1980). These de Doct. Travaux et documents de L'ORSTOM, Ne 127 Paris.

INFLUENCIA DEL OSCURECIMIENTO NO ENZIMÁTICO DE LAS MIELES FINALES SOBRE LA CALIDAD DE LA FERMENTACIÓN ALCOHÓLICA.

Fundora, Norka
García, Roxana
Valdés, Irma
Hernández, Luis M
Cepero, Elianet
Porto, Olga
González , Maria Dora
Álvarez, Xiomara
Rosete, Armando
Tabío, Marina.

Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar.
E-mail: gipsy@icidca.edu.cu

ABSTRACT

Nonenzymatic browning reaction in sugar cane molasses with detection of yeast metabolism inhibitors indeed has been already reported previously (Otero, Torres and Reyes, 1990).

In this work the influence of atipical molasses used in distilleries on organoleptic profiles and final product characteristic of two yeasts strains were studied. Molasses stored at high temperatures (60ºC) by 15, 30, 60 and 100 days were used. The results evidence these conditions provoque some changes in final product quality affecting congeners production, fundamentally ethyl acetate.

INTRODUCCIÓN

El sustrato o materia prima fundamental para la industria alcoholera cubana lo constituye la melaza o miel final. Aunque las mieles pueden calentarse hasta 40ºC sin efecto perjudicial sobre su composición y propiedades, el almacenamiento de las mismas se lleva a cabo frecuentemente a temperaturas superiores. Al aumenta la temperatura , la descomposición se acelera y al ser exotérmica , genera mas calor incrementando así progresivamente la velocidad(Werber, 1977). Esta acción conduce al oscurecimiento no enzimático (O.N.E) del producto y el deterioro de sus componentes mayoritarios. Se producen compuestos no azúcares que afectan la fisiología celular, siendo la mayor afectación el contenido de melanoidinas, así como la disminución en alto grado o desaparición de los azúcares presentes.

En este trabajo se estudió la influencia del deterioro de las mieles sometidas a 60ºC de temperatura por tiempos prolongados (15, 30, 60 y 100 días), sobre el perfil

organoléptico de cepas de levaduras alcoholeras ensayadas y sobre las características del producto final.

DESARROLLO DEL TRABAJO

Se trabajó con *Saccharomyces cerevisiae* (A_3) y una levadura spp. no-*Saccharomyces* alcoholera (37-III). Las mismas fueron propagadas en medio YPG líquido e incubadas a 30ºC a 160 rpm de 12 -16 horas. Los inóculos desarrollados se añadieron al medio de fermentación (miel diluida 1:1 y desfangada c.s.p 14% ART, $(NH_4)_2SO_4$ 1,8g, $(NH_4)_2HPO_4$ 0,8g, (p/v),agua destilada c.s.p 1L, pH 5,3-5,5) con una relación de inóculo de 1:10 para una concentración de 10^6 células/mL y se realizó la corrida en condiciones estáticas, a 30ºC durante 72 horas.

Las mieles físicas fueron caracterizadas, determinándose densidad óptica (D.O) (λ=283 y 420 nm), azúcares reductores libres y totales (ARL, ART) por el método de Eynon-Lane modificado (Biart, 1975), Lodos y pH. Al inicio y final de la fermentación se determinó ART y en la batición fermentada se cuantificó acidez total (g ácido acético/100 mL muestra) por el método potenciométrico, concentración de congéneres mayoritarios (g producto/100 mL muestra) y de etanol producidos, por cromatografia gaseosa (González y cols., 1997) y por reducción del dicromato, respectivamente.

Los resultados obtenidos se reflejan en la tabla 1 y en las figuras 1-4. Se aprecia que las condiciones de deterioro establecidas provocaban transformaciones apreciables, y que se incrementaban con el tiempo, en la composición de las mieles. Se observa un aumento en los valores de la densidad óptica para los valores de longitud de onda leídas.

Tabla 1. Caracterización de las mieles deterioradas a altas temperaturas.

Tiempo (días)	Absorbancia		ARL (%BS)	ART (%BS)	Lodos (%v/v)	pH
	283 nm	420 nm				
0	1.21	0.162	24.00	54.18	4.52	5.05
15	1.26	0.166	23.61	53.50	6.60	4.60
30	1.54	0.23	23.50	53.80	8.00	4.40
60	1.92	0.52	32.73	53.94	10.44	4.00
100	2.06	>1	29.22	55.90	12.01	3.00

Por otro lado se observa un aumento en el contenido de reductores libres, en los últimos dos días de tratamiento, mientras que los reductores totales permanecieron prácticamente inalterables. También hay decremento en los valores de pH lo que se plantea va aparejado al proceso de conversión de los monosacáridos presentes en la miel cuando ocurre la reacción de Maillard (Otero, 1997).

La constancia en los valores de los reductores totales ha sido también referida y comprobadas por otros autores, planteándose que la acción reductora de compuestos como el 5HMF y el crotonaldehído (formados durante el ONE) sobre el cobre bivalente, indicador que se utiliza en el análisis para determinar ART, compensa las perdidas en reductores libres durante su formación (Otero y Vondrak, 1985).

Con relación a la producción del alcohol y los compuestos mayoritarios en las figuras 1 y 2 se relacionan la concentración de los mismos y el consumo de sustrato respectivamente, ambos gráficos corresponden a las fermentaciones realizadas con la cepa A_3 a 30°C.

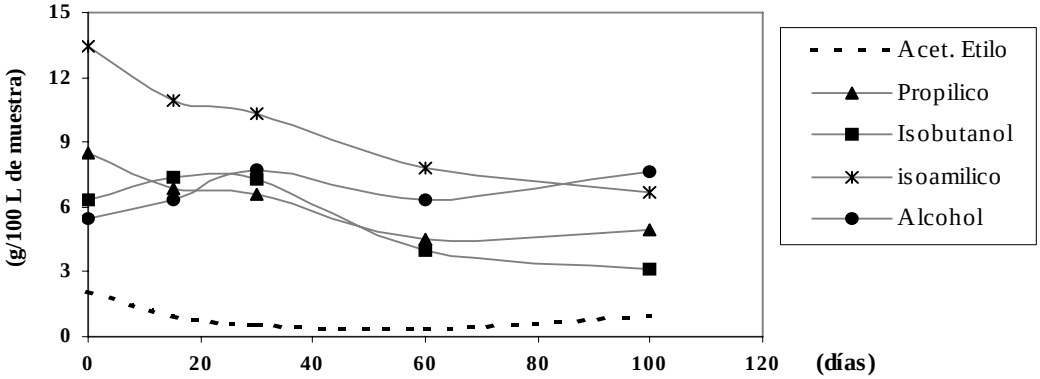


Figura 1 Comportamiento de la producción de alcohol y congéneres por la cepa A3 en las mieles deterioradas

En la figura. 1 se observa una tendencia a la disminución en la producción tanto de los alcoholes superiores como de ésteres en la forma del acetato de etilo, en la mieles que recibieran tratamiento.

Los alcoholes superiores mayoritarios dentro de la fermentación alcohólica son el propílico, isoamílico y el butílico. En la formación de los alcoholes superiores influyen algunos factores como el nivel y composición de nitrógeno en el mosto. Si el ion amonio o la urea son las fuentes de nitrógeno fundamentales disponibles, todos los alcoholes superiores son obtenidos por la ruta anabólica (Ingledew, 1995).

El componente de mayor interés, el alcohol etílico, no presentó variaciones significativas en todos los casos analizados, manteniéndose entre los valores de 6-7.5%(v/v). Esto se apoya con la representación del consumo de reductores durante el proceso que puede asociarse, en este caso, a un crecimiento estable del cultivo.

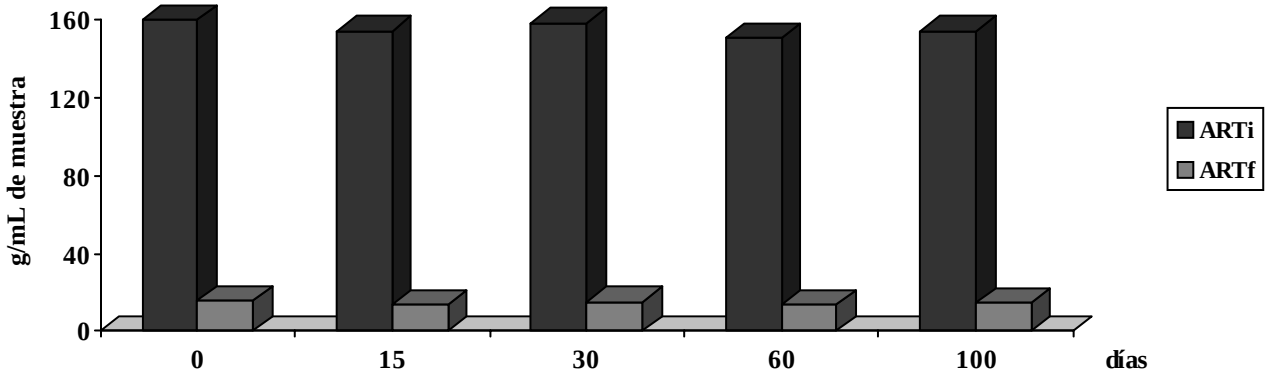


Figura 2 Comportamiento de los azúcares reductores iniciales (ARTi) y los finales (ARTf) en las fermentaciones con la cepa A3.

El comportamiento de la producción de alcohol y congéneres mayoritarios, así como el consumo de sustrato en el caldo de cultivo fue diferente para la cepa 37-III en comparación con la A_3 (Fig. 3 y 4). Observándose una disminución en el consumo de sustrato fundamentalmente para los 60 y 100 días de tratamiento correspondiendo estos tiempo a las condiciones de mayor deterioro en las mieles, es lógico que esto coincida con una mayor acumulación de metabolitos inhibidores del crecimiento microbiano influyendo el aprovechamiento del sustrato.

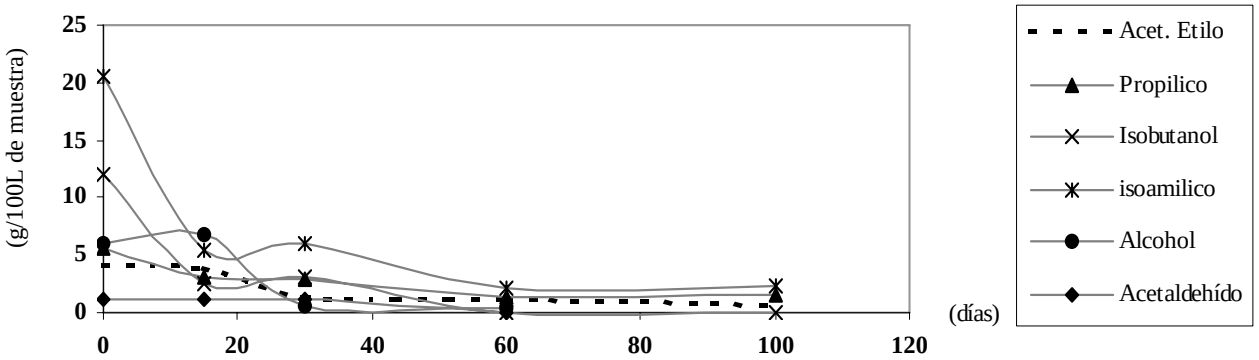


Figura 3 Comportamiento de la producción de alcohol y congéneres en la cepa 373 incubada a 30C en mieles deterioradas

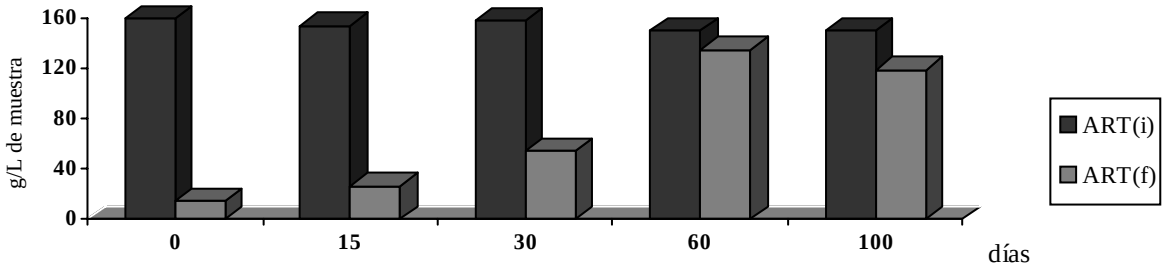


Figura 4 Comportamiento de los azucares reductores iniciales (ARTi) y finales ARTf en la fermentacion con la cepa 37-III.

Todos los componentes determinados en el mostos presentaron una tendencia manifiesta a la disminución en correspondencia con el aumento del nivel de deterioro de las mieles utilizadas como sustrato. Este comportamiento es bien apreciable si se comparan los resultados de estos experimentos con el control que corresponde a la miel sin tratamiento (día 0).

El comportamiento de la producción de alcohol y congéneres mayoritarios, así como el consumo de sustrato en el caldo de cultivo fue diferente para la cepa 37-III en comparación con la A_3 (figuras. 3 y 4). Observándose una disminución en el consumo de sustrato fundamentalmente para los 60 y 100 días de tratamiento correspondiendo estos tiempo a las condiciones de mayor deterioro en las mieles, es lógico que esto coincida con una mayor acumulación de metabolitos inhibidores del crecimiento microbiano influyendo el aprovechamiento del sustrato.

Todos los componentes determinados en el mostos presentaron una tendencia manifiesta a la disminución en correspondencia con el aumento del nivel de deterioro de las mieles utilizadas como sustrato. Este comportamiento es bien apreciable si se comparan los resultados de estos experimentos con el control que corresponde a la miel sin tratamiento (día 0).

Se ha reportado que que la propia enzima piruvato descarboxilasa puede catalizar la reacción de reducción del grupo aldehído del 5HMF y se piensa que, por este motivo,

compita en cierta medida con la reducción de acetaldehído y de esa forma ocupa o retiene parte de la capacidad glucolítica de las células.

Es posible suponer entonces que este factor sea responsable, en parte, de la disminución en la concentración de etanol producido.

CONCLUSIONES

El almacenamiento de las mieles finales por tiempo prolongado y a altas temperaturas provoca cambios en las mismas que influyen sobre los rendimientos y la calidad del proceso fermentativo en las destilerías, tales afectaciones se refieren a:

- Composición aromática del destilado. Provoca disminuciones en compuestos mayoritarios indeseables como algunos alcoholes superiores del grupo **–iso**, pero afectan también la producción en ésteres y precursores, compuesto estos de interés por su aporte al bouquet.
- Producción de congéneres: El comportamiento en cuanto ala producción de congéneres, alcoholes y consumo de sustratos va a depender del género de levadura que se involucre en el proceso. Al respecto se notaron marcadas diferencias entre las cepas utilizadas.

REFERENCIAS

Biart, J. R**.** (1975). Manual de Técnicas Analíticas de la Subdirección de Fermentaciones.

González, M. D.; Porto, O. y cols**.** (1997). Manual de técnicas analíticas para la industria ronera. ICIDCA.

Ingledew, W. M**.** (1995). The Alcohol Textbook. Editado por: Nottingham University Press, United Kingdom.

Otero, M. A**.** (1997). Premio anual. Academia de Ciencias de Cuba. ICIDCA

Otero, M. A. y Vondrak, D**.** (1985). *Revista ICIDCA*. Vol. XIX(2).

Otero, M.A; Torres, A. Y Reyes, A**.** (1990). Memorias del II Seminario Internacional Sobre Azúcar y Derivados de la caña. Tomo I.

Taherzadeh, M. J.; Gustafsson, L.; Niklasson, C. y Lidén, **G.** (2000. *Microb. Biotech*. (53), pp.. 701-708.

Werber, J. A**.** (1977) *Brasil Azucareiro* julio, 23.

INGENIERÍA PARA LA PRODUCCIÓN DE BLOQUES MULTINUTRICIONALES

Cepero Mazo, Roberto
Costales Sotelo, Raúl
Campos, Felipe
Massola Vega, Néstor

Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar (*ICIDCA*)
Vía Blanca 804 esq. Carretera Central. San Miguel del Padrón. Ciudad de La Habana.
E-mail: cepero@icdca.edu.cu

ABSTRACT

The production of nutritional blocks has demonstrated a wide effectiveness in the development of the bovine livestock in all the countries where it's offers in a regular way in the dairy

ICIDCA´s analyzing the potentiality of the package offering to these goal has developed for this production based a plant with modular characteristics able to achieve the diffusion of this production in the country and to facilitate the benefit of the animal gathering and it's by products productions such as meat and milk.

The design of the plant, is supplemented by the development of an Excel folio for the analysis of technological and economic viability alternatives of the process. That make possible to the managers as well as to the technologists linked to the production, carry out fine-tuning composition and determination of it's influence in the costs of the selected alternative.

INTRODUCCIÓN

La alternativa de suplementación de bloques multinutricionales en la ganadería bovina, ha demostrado poseer importantes beneficios, entre los cuales se destacan: incremento en el peso vivo y producción de leche y aumento en la potencialidad reproductiva del animal entre los más reconocidos.

Se analiza que una de las mayores posibilidades de introducir la producción estudiada entre los rubros comercializados por el MINAZ hasta la actualidad, radica en lograr su producción industrial con lo cual se garantiza no solo el volumen de producción sino la uniformidad y en la calidad de la misma.

El trabajo se presenta a manera de paquete de ingeniería, en el cual se destacan aspectos tan importantes como: ingeniería de detalle de los equipos vinculados en la producción, know how operacional así como la integración tecnológica y de selección de equipos y alternativas de formulaciones dentro de una hoja de simulación en base a Excel *(PROBLOM).*

La planta diseñada, se encuentra actualmente en fase constructiva a fin de realizar su evaluación y ejecución de mejoras procedentes del empleo de los prototipos.

DESARROLLO

Partiendo del modelo paso a paso de la producción en estudio, se efectuó un análisis de ingeniería y desarrollo de equipos, soportado en el diseño asistido por computadora, dando como resultado una planta que además de cumplir las demandas de la producción con un mínimo de recursos materiales posibilitará a su vez una producción en gran escala. Estos aspectos contrastan con algunas instalaciones de carácter provisional y experimental fundamentadas en una excesiva ocupación de la fuerza laboral y escaso rendimiento industrial.

Su carácter modular admite la inclusión en el esquema productivo de cualesquiera de nuestros CAIs, poseedores de la mayoría de las materias primas y escasos recursos para disponer de los mismos desde los centros de recolección hacia la planta. Por otra parte, la producción como tal, no esta sujeta a ningún servicio del central por lo cual presenta un carácter funcional independiente.

El desarrollo de los proyectos ejecutivos de todo el equipamiento asociado y potencialidad de construcción dentro del propio sistema MINAZ, es otra de las características de alta operatividad esperada en la generalización en el país.

Todo el movimiento de materiales asociado al balance de masa y energía, se analiza en una hoja de cálculo Excel *(PROBLOM)*, en la cual se manifiestan posibilidades de estudio de diferentes tipos de formulaciones, capacidades y número de equipos, volumen de producción e incidencia de los costos en función de la variante seleccionada.

La instalación en su totalidad constituye un paquete de comercialización, respaldado por años de investigación y desarrollo así como también afianzado por producciones demostrativas que se vienen realizando y comercializando exitosamente por el ICIDCA.

El proyecto de la instalación consta de:

- Proyecto de tanques de alimentación y dosificación
- Proyecto de mezclador de alto rango de agitación
- Proyecto de prensa
- Proyectos de facilidades de transporte y sujeción estructural

A todo lo anteriormente expuesto, además de las facilidades de tenencia de proyectos se ha de adicionar el contar con posibilidades de asesoría técnica para todos los momentos en el desarrollo de la instalación.

Un aspecto de sumo interés en la tecnología radica en que la misma puede considerarse como una tecnología limpia al no generar corrientes residuales.

♦ Cálculos de Viabilidad Económica

Una instalación típica trabajando un régimen de dos turnos y promediando 120 días de labor es capaz de producir en su totalidad 900 bloques de 7 kg por unidad diariamente, con

una inversión estimada en aproximadamente $35 000, esta se recupera en el entorno de 2 años tasa relativamente baja para la industria.

Fundamentado en la viabilidad económica de la inversión así como en los resultados obtenidos en su aplicación, es que se estima prudente sugerir una aplicación extensiva del resultado una vez lograda y evaluada la versión cero del proyecto.

Desde el punto de vista de la repercusión en el ganado, este producto según reportes bibliográficos obtenidos (1), la ganancia en peso asciende a aproximadamente 150 g/día en carne y en relación a la producción de leche se estima un entorno de 15 a 40 %. De igual forma se reportan ganancia en fuerza de trabajo del 20 al 30 % cuando de bueyes se trata y algunas mejoras en la ganancia en peso de las novillas y al destete.

CONCLUSIONES

- Las bondades de la producción de Bloques deben ser analizadas en el contexto de la agricultura general y no en su aplicación en sectores puntuales del país.

- Los costos de inversión permiten una rápida recuperación, no obstante ello, la repercusión social de los beneficios obtenidos en diferentes sectores poblacionales ameritan los esfuerzos por introducirla comparativamente con los gastos incurridos por el Estado en la importación de leche y carne para la distribución nacional.

- La introducción de especies leguminosas para ser utilizadas como "banco de proteínas" podría influir de forma muy positiva en los costos de esta producción.

- La tenencia de un proyecto ejecutivo íntegro de una instalación modular posibilita un rápido crecimiento de la producción y hacerla extensiva a todo el sector ganadero del país.

- El sistema "*PROBLOM* ", es una herramienta útil para el Diseño y Evaluación de Plantas para la producción de Bloques Multinutricionales con el cual se pueden realizar estudios de economía de escala en forma rápida y eficaz.

REFERENCIAS

Estudio de Caso: Proyecto de Mejoramiento de la Ganadería Bovina de Doble Propósito". Venezuela, Universidad Rómulo Gallegos 1996. Página Internet

ICIDCA. (2001). Bloques Multinutricionales, Paquete Tecnológico. Subdirección de Desarrollo

Blattner P., Ulrich L., Cook K., Dyck T., (2000), Microsoft Excel 2000. Anaya Multimedia. Madrid. España

Costales, S. R. y Cepero, M. R. Bloques Multinutricionales "Una Opción Económicamente Ventajosa para la Producción Bovina. Revista ATAC (en imprenta)

INHIBICIÓN DEL CRECIMIENTO DEL *Leuconostoc mesenteroides* POR LA ACCIÓN DE METABOLITOS MICROBIANOS

Cerutti, G. *
Michelena, G. **
Amoroso, M. J. *
Martínez, A. **
Legrá, S. **
Carrera, E. **

*Instituto de Microbiología, Universidad Nacional de Tucumán, Ayacucho 491-4000,Tucumán, Argentina. **ICIDCA, Vía Blanca 807 esq. a Carretera Central, P.O. Box 4026, C. Habana, Cuba.
E-mail : **miche@icidca.edu.cu**.

ABSTRACT

The effect of the microbian metabolites on the growth and dextran production from *Leuconostoc mesenteroides* was studied. The results show the use potential of these metabolites in the sugar industry for increasing the sucrose yield during industrial process.

INTRODUCCIÓN

Las características físicas y químicas del jugo de caña de azúcar hacer que éste sea un excelente sustrato para el desarrollo de una gran variedad de microorganismos. Entre ellos, se encuentran los pertenecientes al género Leuconostoc cuyas características metabólicas le permiten degradar la sacarosa presente en el jugo y formar e incorporar al mismo metabolitos como el ácido láctico, acético, etanol, manitol y polisacáridos como dextranos y levanos (Michelena y otros, 1992).

La pérdida de sacarosa y la formación de dextrano están asociados con el deterioro de la caña de azúcar. El azúcar producido con caña deteriorada tiene un alto contenido de dextranos y no reúne las condiciones de aceptabilidad para su empleo como materia prima en la elaboración de algunos alimentos

. Además de Leuconostoc, otros grupos de microorganismos capaces de deteriorar la caña y sus jugos incluyen a bacterias esporuladas (especialmente las pertenecientes al género Bacillus), bacterias lácticas (Lactobacillus), levaduras (Saccharomyces) y hongos.

Actualmente diversas sustancias químicas son empleadas como bactericidas y consideradas como agentes de sanitización para ingenios azucareros. Entre ellas se encuentran halógenos, compuestos organosulfurados y compuestos de amonio cuaternario (Cerruti and others, 2000). Sin embargo, pocos agentes de sanitización de origen biológico han sido probados en la industria azucarera.

El objetivo de este trabajo fue estudiar el efecto antimicrobiano de metabolitos biológicos sobre el Leuconostoc, principal microorganismo causante de deterioro y pérdidas económicas en la industria azucarera.

MATERIALES Y MÉTODOS

Microorganismos

Se utilizó las cepas de *L. mesenteroides* subsp. mesenteroides 3A, 1K, 2L, 7B de la colección de cultivo del CERELA y L110-1-1, L110-1-2 y L110-1-3 de la colección del ICIDCA, la cual fue conservada en tubos liofilizados. Los microorganismos fueron aislados e identificados a partir de caña de azúcar y jugos durante las zafras azucareras de Argentina (mayo-octubre) y Cuba (enero-mayo).

Como cepas productoras de metabolitos con efecto antimicrobiano se emplearon: *Streptomyces* MC1, MC2 y MC3, *Botryodiplodia theobromae* 715 y 1517 y *Pseudomona*s sp. PSS.

Producción de metabolitos con efectos inhibitorios

Streptomyces se crecieron en medio caseína-almidón con una composición en (1L): almidón 10 g, caseína 1g, K_2HPO_4 0.5 g y YEME (en 1L): extracto de levadura 3 g, peptona 5 g, extracto de malta 3 g, glucosa 10 g y sacarosa 340 g, durante 48 h en shaker a 30 ^oC. El sobrenadante se obtuvo por centrifugación a 10 000 rpm, durante 30 minutos a 4 ^oC.

Acido jasmónico a partir de *B. theobromae* se obtuvo en medio de cultivo Miersch (11-3) que utiliza sacarosa como fuente de carbono y nitrato de potasio como fuente nitrogenada. Se inocularon 10 fragmentos miceliales de 8 mm (obtenidas a partir de siembras realizadas en placas petri, en erlenmeyers de 5000 ml con 1000 ml de medio de cultivo Miersch), se incubó a 30 °C durante 15 días. El medio de fermentación se separó del micelio por filtración al vacío, utilizando papel de filtro Whatman N° 4. Alícuotas de 5 ml del cultivo filtrado se ajustaron a pH 3.0 con HCl (4M) y se sometieron a extracción con acetato de etilo (1:1). Las fracciones conteniendo el AJ se deshidrataron con sulfato de sodio anhidro y se llevaron a sequedad por rotoevaporación a 50 °C. Para la determinación del AJ y compuestos relacionados se utilizó la técnica de cromatografía gaseosa (Demole y otros, 1962).

Pseudomonas sp. PSS fue crecida en un medio con ácido glutámico y sales a 30 ^oC. Se separó la biomasa por centrifugación y se secó por secado por aspersión sobre sulfato de amonio.

Métodos en medios sólidos: para determinar el efecto antimicrobiano de los metabolitos se utilizó la técnica de difusión en agar (Panreac, 1992).

Métodos en medios líquidos: se empleó el medio compuesto por sacarosa 20 g/l, extracto de levadura 6 g/l, Na_2HPO_4 5 g/l y sales para estudiar la inhibición del crecimiento y producción de dextrano por las cepas de *Leuconostoc*. El crecimiento se determinó por absorbancia a 540 nm. El consumo de sacarosa se determinó por HPLC y dextrano según el método fenol-sulfúrico (Technical Report, 1981).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

➢ ➢ **Estudio de Inhibición de sobrenadantes de *Actinomycetes* sobre *Leuconostoc*.**

Se determinó que el sobrenadante de la *Streptomyces* MC2 inhibió el crecimiento de L. mesenteroides 1K mostrando el mayor halo de inhibición (8 mm) con el sobrenadante de 48 h de cultivo. La mayor inhibición de la cepa 3A se obtuvo con el sobrenadante de MC2 de 120 h. Estos resultados fueron confirmados siguiendo el crecimiento de ambas cepas de *Leuconostoc* en medio líquido más 10 % de sacarosa, donde se observó que el efecto de los *Streptomyces* sobre los *Leuconostoc* no sólo se manifiesta sobre el desarrollo sino también sobre el consumo de sacarosa y la producción de dextrano. Con el objeto de cuantificar el efecto observado, por el método de CMI, se determinó que el mismo decrece a medida que aumenta la dilución del sobrenadante, no depende del pH y se manifiesta sobre el metabolismo de la sacarosa de las cepas sensibles. *L. mesenteroides* 3A es capaz de consumir el 62 % de la sacarosa presente en el medio de cultivo liberando glucosa, fructosa y manitol. La adición del sobrenadante de *Streptomyces* MC2 sobre un cultivo de esta cepa produjo una reducción del 85 % sobre el consumo de sacarosa y disminuyó la formación de dextrano. En la tabla 1 se observan estos resultados.

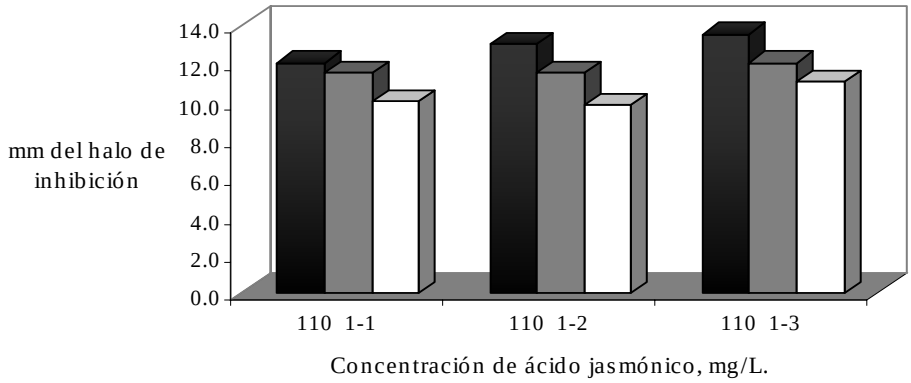
Tabla 1. Consumo de sacarosa y producción de dextrano por *L. mesenteroides* 3A a las 6 h de cultivo.

Sobrenadante Streptomyces MC2	% sacarosa consumida	mg/ml dextrano
Control	100	3.57
Sin dilución	1.67	2.00
Dilución ½	10.60	2.67
Dilución 1/4	44.69	3.02

➢ ➢ **Estudio de Inhibición del ácido jasmónico y los metabolitos de *Pseudomonas* sp. sobre Leuconostoc.**

Se estudió el efecto de inhibición del ácido jasmónico y los metabolitos de Pseudomonas sobre el L. mesenteroides mostrando el mayor halo de inhibición (12 mm) con la concentración de 430 mg/l a las 48 horas. La figura 1 muestra el efecto de inhibición en medio sólido sobre las cepas 110-1-1, 110-1-2 y 110-1-3 a las tres concentraciones ensayadas.

Fig. 1. Efecto inhibitorio del ácido jasmónico sobre el Leuconostoc mesentoroides.



Resultados similares se obtuvieron con el empleo de metabolitos de *Pseudomonas* sobre el *L. mesenteroides*, mostrando las mayores inhibiciones a concentraciones de 3 mg/ml.

CONCLUSIONES

Se comprobó la actividad antibiótica que presentan los metabolitos microbianos ensayados contra el crecimiento y producción de dextrano del Leuconostoc mesenteroides. Esta acción se manifiesta a nivel del metabolismo de sacarosa, afectando el consumo de la misma y la producción del polisacárido dextrano. Estos resultados muestran el potencial del uso de metabolitos microbianos en la industria azucarera con el fin de incrementar los rendimientos en sacarosa obtenidos durante el proceo industrial por reducción de pérdidas originadas por la producción y presencia de dextrano.

REFERENCIAS

Michelena G., Bell A., Valdés I. (1992) *Sobre los derivados* XXVI (1):10-15.
Cerutti de Guglielmone G., Diez O., Soria R., Cárdenas G. (2000) *Avance agroindustrial* PP. 37-40
Demole, E.; Lederer, E. y Mercier, D**.** (1962) *Helv. Chim. Acta* Vol. 45, pp. 675-685
Panreac.(1992). Métodos oficiales de análisis. Montplet y Esteban, S. A., 80-81.
Technical Report No.1 (1981). *Sugar Processing Research Inc*.pp: 1-14

INTEGRACIÓN DE PROCESOS PARA LA PREVENCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN APLICADO A UNA FÁBRICA DE PAPEL

González Cortés, Meilyn *
González Suárez ,Erenio Dr. Sc; *
Acevedo, Leonardo Dr **

*Centro de Análisis de Procesos. Universidad Central Marta Abreu de Las Villas. Santa Clara. Villa Clara. Cuba.
E-mail: mgonzalez@uclv.edu.cu
E-mail: erenio@uclv.edu.cu
**Universidad Industrial de Santander, Colombia.
Lacevedo@cader.vis.edu.co

ABSTRACT

In last years, the minimization of waste has been became in a fundamental aspect at the process industries. This has motivated mainly by the increase of the arrangement costs, the legal responsibilities and the environmental regulations that are imposed to industries with greater force every time. They have shifted the end –of-pipe treatment of mids 70 toward inside the plant.

In this work we establish a methodology of processes integration to prevent the pollution of residual to a profitable cost. We describe the techniques to carry out the treatment the wastes in plant (source-sink diagram, path diagram, mass exchange networks).

The methodology is applied at paper mill Damují in Cienfuegos, where they confront big difficulties due to high demand of water and waste generation. It is established an strategy of mathematic solution which gives it greater strength to method.

The optimization of solution is carried out whit LINGO^{TM} software. An 85 % of reduction was obtained in the water line of the process production; also a reduction of the 84 % was obtained in waste disposal. The solution is practicable economically.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años se han observado avances significativos en la optimización y síntesis de procesos ambientales (Crumper, 1989).

Entre las estrategias que se han desarrollado han cobrado mucho auge herramientas de integración de procesos que han sido desarrolladas para llevar a cabo tareas ambientales y son utilizadas en la prevención de la contaminación (El-Halwagi, 1997; Eastwood, 1998***)***.

Las herramientas de síntesis de procesos desarrolladas son técnicas de diseño genéricas, sistemáticas y de uso sencillo, que tienen como base el tratamiento de programación matemática, se trabaja con funciones objetivos, modelos matemáticos y el

tratamiento termodinámico en el cual se encuentra el análisis Pinch, siendo ésta última la de mayor aplicación en el ámbito industrial (El-Halwagi, 1998, 2000***).***

La industria de la pulpa y el papel tradicionalmente ha sido una de las mayores consumidoras de agua fresca. El agua siempre se había considerado un recurso libre; pero en los años más recientes se ha incrementado el costo de la misma así como el tratamiento de los efluentes (Cripps, 2000***)***.

Como es lógico una reducción del agua requerida en el proceso, generará menor cantidad de residuales acuosos, esto podría lograrse si se trata de maximizar el reciclo de flujos persiguiendo implementar un lazo cerrado en el ciclo del agua.

En la papelera se han realizado varios proyectos con la intención de cerrar los circuitos de agua, se ha logrado disminuir en una parte su consumo pero se continúan vertiendo residuales al medio. Por otro lado, en todos los casos los proyectos se han llevado a cabo sobre la base de la experiencia de los trabajadores de la fábrica, pero se carece de un método sistemático y genérico que logre el cierre de los circuitos de una forma óptima.

En el trabajo a partir de un análisis se deja establecida una Metodología de Integración de Procesos para la Prevención de la Contaminación, y con ésta se realiza un análisis del proceso de producción de la papelera "Damují".

En cada paso se explica detalladamente como se debe llevar a cabo el procedimiento, y se ejemplifica con gráficos generales, de forma tal que se entienda la posibilidad del método de ser extendido a cualquier proceso en el que se pretenda llevar a cabo una tarea similar.

Este trabajo tuvo como objetivo fundamental:

Desarrollar y aplicar una metodología de integración de procesos sistemática, genérica y potente, para minimizar los efectos adversos al ambiente de los residuales originados en la fábrica de papel "Damují", y lograr una producción limpia a un costo rentable.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se parte, de identificar el consumo de agua en las diferentes operaciones, así como los flujos de efluentes que pueden ser reciclos potenciales, como base del análisis se toma el por ciento de fibras en las corrientes. El contenido de fibras en las corrientes residuales constituye el elemento que provoca un efecto más negativo al medio cuando estas corrientes de residuos son vertidas, además al tomar como base esta especie que para el medio ambiente constituye un contaminante estamos también analizando la posibilidad de recuperar un material de valor para el proceso.

Se valoran en el análisis 22 sumideros y 3 flujos fuentes, Desaguador de Médula, Safe Alls y Prensa Lamort.

A través de balances de masa se determinó que el proceso demanda 2519,2 m^3/d de agua y genera 2580,14 m^3/d de residuales acuosos.

Con la selección y los datos de las fuentes y sumideros se procedió a su representación en el diagrama fuente –sumidero, en los mismos se analizó las posibilidades de reciclo, mezcla e intersección de flujos fuentes que serían suministrados a los sumideros. Para ello primero fue necesario caracterizar en cuanto a flujo y composición de fibra los

flujos fuentes. Para los sumideros se establecieron intervalos aceptables de composición y flujos.

Como sabemos el reciclo y el mezclado, son limitados ya que conducen a la acumulación de la especie de interés (fibras). Esto puede traer como resultado la violación de algunas restricciones de composición en el proceso, para eliminar este inconveniente debe tenerse previstas técnicas de intersección que logren la disminución de los contaminantes hasta niveles aceptables.

Para dar mayor fortaleza a las soluciones obtenidas y evitar el inconveniente anterior se realizó el planteamiento matemático del problema y se llevó a cabo la optimización de la solución utilizando el programa de optimización no-lineal LINGO^{TM}. El planteamiento matemático se describe a continuación:

El proceso tiene $N_{sumideros}$ y $N_{fuentes}$. Los $N_{sumideros}$ se corresponden con el número de unidades que requieren agua fresca como entrada y en las fuentes (corrientes que llevan la especie de interés) se considerara sólo una fuente de agua fresca. Por lo tanto serán (N_{fuente}-1) flujos de efluentes acuosos que pueden ser potencialmente reciclados.

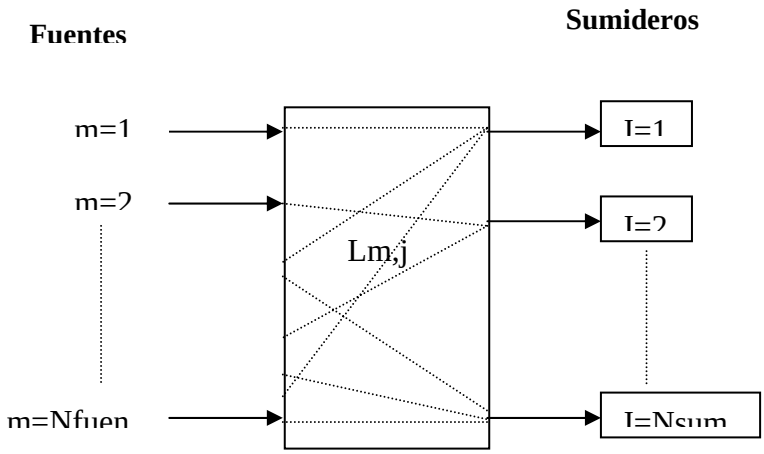


Fig 1. Representación de la distribución de flujos desde las fuentes a los sumideros para el desarrollo de la estrategia matemática.

Representando el problema como aparece en la figura 1, puede plantearse la función objetivo y las restricciones cuya solución debe converger a lograr el objetivo principal, minimizar el consumo de agua a través del reciclo de los efluentes.

Función objetivo:

$$L_{Nfuente} = \sum_{j=1}^{Nsumidero} l_{Nfuente,\,j}$$

$\min = L_{Nfuente}$ donde: $j = 1,2\ldots..N_{sumidero}$

Sujeta a las restricciones de segregación, reciclo e intersección, ecuaciones del balance de materiales en la fuente y sumideros, balances de composición de entrada a los sumideros, restricción para la intersección de las fuentes. Además en el modelo se plantearon otras restricciones como son las de no-negatividad, la cual garantiza que el

modelo no de cómo resultado valores negativos de flujo y composición, y restricciones de reciclo de residuales a los sumideros que previamente se decidió utilizarían agua fresca.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De la estrategia gráfica se obtuvo que las fuentes generadas por el Desaguador de médula, el Safe Alls y la Prensa Lamort pueden ser recicladas directamente a varios sumideros, pero sólo se utilizaron las dos primeras para suplir la demanda de agua de los sumideros, porque existen algunos equipos, a los que por necesidades del proceso no serán reciclados flujos fuentes, utilizarán agua fresca.

Sólo en los seis equipos que se relacionan a continuación se utilizará totalmente agua fresca. De estos equipos cuatro consumen pocas cantidades de agua y además como requerimiento del proceso, ésta debe tener una mayor calidad, por lo que resulta de mayor beneficio para el proceso utilizar agua fresca. En el caso de los dos restantes realizan el suministro del agua a través de duchas de agujas y el uso de agua reciclada podría traer problemas operacionales.

Después de esto podemos resumir como resultados de la estrategia gráfica:

- Cantidad de agua que se usaba anteriormente: 2519,2 m^3/d
- Consumo de agua actual: 318 m^3/d
- Para una reducción del 87,38 %
- Cantidad de residuales que se vertían anteriormente: 2580,14 m^3/d
- Se vierten actualmente: 378,94 m^3/d
- Para una reducción del 85,31 %

Al implementarse la estrategia la solución optimizada el consumo de agua fue de 372 m^3/día, ya que es necesario sumarle la diferencia de masa que se elimina al intersectar los flujos para evitar la acumulación de las fibras en las corrientes que se reciclan y se vierten 393 m^3/día, un poco mayor como es lógico que el consumo de agua obtenido en la estrategia gráfica ya que en esta última no se tiene en cuenta la intersección de las corrientes.

Con la implementación de las soluciones propuestas se ahorran $ 151,1 MN y 107,35 USD diariamente por el concepto de reducción del consumo de agua y vertimiento de residuales.

A la postre tendremos que para 300 días de trabajo al año se ahorrarían $32205 USD y $45330 MN, los cuales ayuda a atenuar las inversiones a realizar para llevar a cabo la implementación de la estrategia desarrollada en este trabajo.

CONCLUSIONES

- La Metodología de integración material de procesos para prevenir la contaminación desarrollada, constituye una herramienta sistemática, potente y genérica que puede ser utilizada en cualquier proceso que pretenda llevar a cabo una tarea de reducción de residuales.

- La estrategia gráfica empleada permite determinar las soluciones iniciales de varias opciones de reciclo y reuso de los efluentes, a través de la cual se aprecia que el consumo de agua se redujo desde 2519 m^3/día hasta 318 m^3/día y el vertimiento de los residuales se redujo desde 2580 m^3/día hasta 379 m^3/día**.**
- El planteamiento matemático del problema y su implementación para llevar a cabo la optimización de la estrategia ofrece una gran ventaja y facilidad de valoración de diversas variantes, obteniéndose a través de esta estrategia una solución más óptima de consumo del agua de 372 m^3/día, 85 % de reducción y vertimiento de residuos de 393 m^3/día, representando esta un 84% de reducción.
- La estrategia matemática y luego su optimización permitió considerar aspectos tan importantes como la acumulación e intersección de fibras en diferentes corrientes del proceso.
- A través de la estrategia de optimización se logra un ahorro de $ 151.1 MN y 107.35 USD diariamente, lo que ayuda a atenuar la inversión a realizar para implementar la estrategia propuesta.

REFERENCIAS

Cripps, H. (2000). *Tappi journal* Vol. 81(10). February, pp. 23-29

Crumpler, P. (1989) 96, No 12, 102- 107.

Eastwood, A. R; Tainsh, R. A. (1998) Minimizing waste water emissions using Water Pinch™ Analysis. Technical white paper. August. Copyright 1998 Linnhoff March.

El-Halwagi, M. M; Sheley, M. (2000) Mass integration for the optimal design of optimal recovery and allocation of infinite pollutants. American Chemical Society. Spring Meeting Session.

El-Halwagi, M. M; Spriggs, H. D. (1998) Solve design puzzles with mass integration. *Chemical engineering progress.* pp. 25-42

El-Halwagi, M. M; Srinivas B.K. (1997) Synthesis and Optimization for Enviromental Process Desing-A Review of the State of the Art. American Chemical Society. Spring Meeting Session.

INTERNET Y LA INDUSTRIA ALCOHOLERA

Ing. Pérez Ones, Osney [1]
Dr. Ing. Gozá León, Osvaldo [1]

[1] Grupo Azúcar, Facultad Ingeniería Química, ISPJAE,
E-mail: osney@quimica.ispjae.edu.cu

ABSTRACT

This paper has been conceived for our technicians and professionals involved with the Alcohol Industry, who are not familiar with Internet yet. It aims at emphasizing a group of basic aspects that are necessary to be known, as well as the kind of possible information to be accessed and ways to access it. Some assessments about the kind of information that may be found in different ethanol sites are presented.

INTRODUCCIÓN

El momento tecnológico actual se caracteriza por la gran cantidad y variedad de información que es posible acceder. Los continuos progresos en el mundo de la telemática han hecho que la cantidad de información se incremente exponencialmente.

El nuevo siglo será el siglo de la información. Uno de los valores en la educación del futuro será saber encontrar información. Aprender a encontrarla será tanto o más importante que absorberla.

Las inmensas posibilidades que se han abierto con Internet han planteado el reto de dominar los aspectos básicos que permitan usarla de forma adecuada y efectiva. Es necesario crear una cultura que permita usar la tecnología de hoy.

DESARROLLO

El portal The Online Distillery Network for Distilleries & Fuel Etanol Plants Worldwide (http://distill.com) constituye un sitio de referencia excelente como punto de partida para acceder a la información relacionada con la Industria Alcoholera en Internet.

Es uno de los portales más frecuentemente visitado, y el de mayor cantidad de vínculos relacionados con el alcohol. En la página Web principal del sitio los enlaces aparecen clasificados por temáticas. La información que permiten acceder es abundante y diversa y cubre casi todos los aspectos de la Industria Alcoholera. Resulta imposible referenciarla toda en este trabajo, por lo que a continuación, con el objetivo de destacar el tipo de información que se puede acceder, se abordarán sólo algunos sitios, correspondientes únicamente a los enlaces Glosario sobre Alcohol, Vocabulario de la Destilería, Propiedades Físicas y Químicas del Etanol, Libro de Texto de Alcohol, Asociaciones y Organizaciones, Guía de Destilerías del 2001, Destilerías y Plantas de

Etanol Combustible, Calendario de Eventos, Cursos, Especificaciones, Compañías, Publicaciones, Motores de Búsqueda, Corredores y Comerciantes de Alcohol.

Glosario sobre Alcohol

Se puede encontrar un Glosario sobre Alcohol elaborado por el Dr. John E. Murtagh en el sitio Web (http://www.distill.com/murtagh/alphab-3.htm#A), el mismo está ordenado alfabéticamente y con una breve definición de cada término.

Vocabulario de la Destilería

Con el objetivo de evitar la confusión que ocurre al usar diferentes términos para la misma cosa, y el uso de términos semejantes para cosas que son distintas, además de ayudar en la traducción de informes del inglés al español, y viceversa, en el sitio (http://www.distill.com/espanol.html) se presenta una lista de términos técnicos y abreviaturas usadas en la industria alcoholera, ordenadas por orden alfabético.

Propiedades Físicas y Químicas del Etanol

Se establecen vínculos con 5 bases de datos reconocidas mundialmente de propiedades físicas y químicas del etanol a través del enlace (http://www.distill.com/ethanolproperties.html).

Libro de Texto de Alcohol

Una buena referencia para la industria de bebidas, y alcohol combustible e industrial lo constituye sin lugar a dudas el Libro de Texto de Alcohol de la Nottingham University Press, elaborado por prestigiosos científicos. Consta de 386 páginas distribuidas en 6 partes con 22 capítulos en total. Su tabla de contenido se muestra en el sitio (http://www.distill.com/murtagh/textbook.html). La segunda edición de noviembre de 1999 se encuentra disponible en forma de CD-ROM, y puede ser solicitado en el mismo sitio.

Asociaciones y Organizaciones

En el sitio Web (http://www.distill.com/resources.html) se presentan las principales organizaciones relacionadas con las destilerías y el etanol combustible.

La Coalición Americana para el Etanol, ACE, tiene disponible en su sitio Web (http://www.ethanol.org) información sobre propiedades del etanol, del proceso productivo del etanol a partir del maíz, los principales fabricantes americanos de plantas de producción de alcohol, una comparación de los efectos en el medioambiente de la gasolina y el etanol, publicaciones, estudios relacionados con el etanol que pueden ser bajados en formato pdf, además de accesos a varios consultantes de la industria del etanol en las diferentes temáticas.

La Organización de Productores y Consumidores de Etanol, EPAC, presenta en su sitio Web (http://www.ethanolmt.org/) información sobre la producción de etanol a partir de granos como una fuente de energía limpia y renovable, muestra además los encuentros y talleres relacionados con la temática alcoholera que se han celebrados y los futuros. Presta un servicio de noticias con abundante información.

El Mercado del Etanol también tiene su sitio Web (www.ethanolmarketplace.com), el cual constituye una fuente internacional de noticias e información para la industria del etanol, en el se ponen en contacto los distribuidores, contratistas, consultores, ingenieros,

productores, y mercaderes globales de etanol y productos derivados del etanol. Ofrece además noticias al día por email.

El Buró Nacional de Biodiesel (http://www.biodiesel.org), la Asociación Nacional de cultivadores de Maíz, NCGA (http://www.ncga.com), la Asociación de Combustibles Renovables, RFA (http://www.ethanolrfa.org), el Buró de Etanol de Nebraska (http://nebsspc.nrc.state.ne.us/), y la Coalición Nacional del Vehículo de Etanol, NEVC, (http://www.e85fuel.com/), en sus sitios presentan información abundante acerca del uso del etanol como combustible renovable. Se relaciona además un glosario de los términos técnicos más usados e información acerca de los eventos relacionados con el etanol, ofrecen boletines de noticias y se da la posibilidad de bajar o solicitar información y artículos.

Guía de Destilerías del 2001

Una lista con las principales informaciones tales como nombre de la compañía, nombre de las destilería, dirección, teléfono, fax, número de empleados, capacidad, estado operacional, materia prima usada, productos, nombres de contactos, marcas con las que produce, de cerca de 5000 destilerías distribuidas en 150 países alrededor del mundo se puede solicitar en el sitio Web (http://www.distill.com/WorldwideDistilleriesGuide.htm).

Destilerías y Plantas de Etanol Combustible

Se muestran en el sitio (http://www.distill.com/offlinks.html) enlaces con destilerías que producen alcohol para bebidas, para usos industriales y plantas de etanol combustible de alrededor de 65 países, incluyendo a Cuba.

Calendario de Eventos

Los principales Eventos, Seminarios, Talleres, Congresos, Conferencias, y Encuentros relacionados con la Industria Alcoholera se pueden ver en el sitio Web (http://www.distill.com/calendar.html). Por ejemplo en noviembre del 2001 se efectuaron el Seminario de Tecnologías de la Producción de Etanol de la F.O. Licht's y la Cuarta Conferencia Mundial Anual de Etanol de la F.O. Licht's, en el año 2002 se efectuará el Decimoquinto Encuentro Anual y la Conferencia de Etanol de la Coalición Americana para el Etanol.

Cursos

Enlaces de cursos que ofrecen universidades e institutos sobre las operaciones fundamentales de las destilerías puede verse en el sitio (http://www.distill.com/education.html). Permite el acceso a la Universidad Heriot Watt de Escocia, a la Universidad de Horticultura y Alimento de Hungría y a la Universidad Internacional Eaux de Vie de Francia, entre otras.

En el sitio Web M. Tham's Distillation (http://lorien.ncl.ac.uk/ming/distil/distil0.htm) se ofrece un tutorial sobre la destilación, además de los enlaces Tipos de Columnas, Operación y básicos de destilación, Rehervidores, Principios de Destilación, Equilibrio liquido-vapor, Diseño de columnas de destilación, Factores que afectan la operación de columnas de destilación.

La Universidadde Akron en su sitio Web (http://ull.chemistry.uakron.edu/chemsep/distillation) ofrece también una excelente presentación acerca de la teoría de la destilación.

Especificaciones

Especificaciones y estándares para la composición de bebidas, alcohol combustible e industrial de aproximadamente 30 países puede accederse a través del sitio Web (http://www.distill.com/specs). Las especificaciones de Cuba pueden verse en (http://www.distill.com/specs/#Cuba).

Compañías

En el sitio Web (http://www.distill.com/sands.html) se relacionan aproximadamente 104 accesos a compañías suministradoras y de servicios. En su sitio (http://www.thebarrelcompany.com), la compañía Barrel, tiene disponible información sobre los barriles para el almacenamiento de bebidas que suministra.

La compañía de Consultantes para las Industrias de Bebidas, Alcohol Combustible e Industrial de Murtagh & Asociados (http://www.distill.com/murtagh), proporciona un servicio completo de consulta de la producción de alcohol, desde estudios iniciales de la viabilidad técnica y económica, hasta el diseño de planta y la selección de los equipos, incluyendo el entrenamiento del personal y la comercialización de productos. También proporcionan servicios para resolver determinadas necesidades de las gerencias de la destilería. Estos servicios incluyen las visitas periódicas, preparación de informes detallados sobre las recomendaciones para las mejoras, junto con ayuda técnica a lo largo de todo el año.

La compañía más también tiene un sitio Web (http://www.maascompanies.com), con información sobre la venta y gerencia de plantas, equipos usados y propiedades inmobiliarias.

Publicaciones

Gran cantidad de información puede verse en las publicaciones relacionadas con la Industria Alcoholera. Mediante el sitio Web (http://www.distill.com/Publications.htm) puede accederse a varias revistas y reportes. Este permite la suscripción a tres boletines de noticias que ofrecen acceso inmediato libre a las últimas noticias del mercado mundial, reportes y análisis del comercio internacional, precios, producción, consumo y estadística de las importaciones/exportaciones: el boletín de noticias relacionado con las mieles y el alcohol (http://www.agra-food-news.com/Publications/FOL-Rep02.html), tiene aproximadamente 24 páginas y se publica 24 veces por año, con la opción de ediciones inglesas o alemanas, el boletín de noticias relacionado con el mercado del alcohol (http://www.agra-food-news.com/Publications/FOL-Rep11.html), da una revisión del estado actual de la industria por todo el mundo proporcionando el análisis más actualizado para los productores, los procesadores, los consumidores y los comerciantes, y el boletín de noticias dirigido a la industria del etanol combustible y la biomasa, centrándose en la producción y la comercialización, es publicado mensualmente por Bryan & Bryan Inc. En el sitio Web (http://www.bbiethanol.com/energy) está habilitado un acceso para suscripción anual que oscila entre 89 $ y 159 $.

Por más de ciento cuarenta años la Revista BDI de lengua inglesa ha señalado los progresos técnicos y comerciales de la industrias de la elaboración de la cerveza. Es publicada mensualmente en Londres y se distribuye a 100 países. En su sitio Web (http://www.bdinews.com/bdi/core/index_ie.easy) se encuentra disponible un acceso para su suscripción.

Una guía práctica de vinos y alcoholes se publica mensualmente en Nueva York y su suscripción se logra mediante su sitio en Internet (http://www.wineandspiritsmagazine.com) a un costo de 26 $ el año.

Conocido como la Biblia de la industria y lanzado por primera vez en 1898, se publica anualmente un listado extenso de los vinos del mundo, de los embotelladores de alcohol, distribuidores y sus productos, más información al respecto se puede encontrar en (http://www.connectingdrinks.com/wsiyb.htm).

La revista comercial destinada a los fabricantes de bebidas alcohólicas, con toda la información necesaria es publicada mensualmente en Londres y su suscripción puede obtenerse en el sitio Web (http://www.connectingdrinks.com/framwsi.htm) diseñado para ello.

Motores de Búsqueda

De un gran valor resulta el acceso a los motores de búsqueda, cerca de 28, por el cual se puede acceder a través del enlace (http://www.distill.com/searches.html). Se presenta una distribución de motores de búsqueda por países y regiones, que facilitan el trabajo.

Corredores y Comerciantes de Alcohol

Se ofrecen alrededor de 15 conexiones a los corredores y comerciantes de alcohol en el sitio Web (http://www.distill.com/trade.html). Algunos de estos son, Alcoholera de Zapopan con su sitio (http://www.alcoholera-zapopan.com/english/index.html), y la ED&F Man Alcohols (http://www.edfman.com/alcohols/main.html).

CONCLUSIONES

En Internet existe una gran cantidad de información disponible relacionada con la Industria Alcoholera, que abarca los más variados tópicos. Dado el ritmo de crecimiento vertiginoso que tiene Internet, es de esperar que esta información se incremente sustancialmente en breve en comparación con el momento en que se hizo este trabajo (Diciembre del 2001).

Se tiene mucha información valiosa que puede resultar de gran utilidad especialmente para profesionales tanto de las fábricas como de las universidades y centros de investigación relacionados con la Industria del Alcohol.

En la búsqueda de esta información un punto de partida excelente lo constituye el portal The Online Distillery Network for Distilleries & Fuel Etanol Plants Worldwide, el que ha logrado aglutinar y organizar de forma encomiable la información más relevante sobre la Industria Alcoholera en Internet.

REFERENCIAS

Avila, F. (1997), Las Nuevas Tecnologías de la Información como Herramientas para los Profesores Universitarios. Trabajo publicado en la página Web, URL: http://cabbat1.cnea.gov.ar/cfc/internet97/grupo5/proyecto.htm

Conociendo Internet (2000), Curso impartido en el Centro de Estudios de Informática y Sistemas, ISPJAE.

Krol, E. (1995), Conéctate al mundo de Internet.(Mc Graw Hill), United States.

Seminario a Docentes sobre Uso y Evaluación de Internet como Herramienta de Ayuda. Material publicado en la página Web, URL: http://www.ciberaula.es/quaderns/curso/principal.html

LA COLECCIÓN DE CULTIVOS EN FUNCIÓN DE LA AGROINDUSTRIA AZUCARERA

Bueno, Lourdes
Martínez, Aidin
Gallardo, Ricardo

Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar.
Vía Blanca 804. P .Box . 4026 Ciudad de La Habana, Cuba Fax: (537)338236.
E-.mail: lbueno@icidca.edu.cu.

ABSTRACT

The function of microbial culture collections are the keeping of cultures,taxonomy, storage service and professional instructions, among others to assure a quality service.

The objective of this paper is to make known the results of the research carried out during 37 years for the importance of it for the research and production in our Ministry.

The principal results of the historical development of this collection,and preservation methods which are used to warrant the strain supply for the biotechnological research projet of ICIDCA , sugar industry and other centers are showed in this paper.

Taxonomic techniques used and the results reached to classified bacteria, yeast and mould isolated from different sugar industry raw materials are also showed.

INTRODUCCIÓN

A finales del siglo diecinueve surgió la primera Colección de Cultivos como una necesidad por el impetuoso progreso de la Microbiología y de las investigaciones que se realizaban utilizando los microorganismos, a partir de entonces se impuso para todos los centros que llevaron a cabo esas investigaciones contar con una Colección que respaldaran su labor , de ahí la importancia que muchos Gobiernos del mundo hoy día le atribuyen a las colecciones de cultivos microbianos, para las cuales se designan anualmente cifras significativas de dinero .(Uruburu, 1991,1997,Juarros y col,1997).

El ICIDCA claro de su papel en nuestra sociedad se dio a la tarea de iniciar su labor en aras de crear su colección de cultivos microbianos la que se fundó entre los años 1965 a 1966. En sus comienzos formaban parte de esta 152 especímenes entre bacterias y levaduras, incorporándose en la década del 70 los mohos, para enriquecer la lista de microorganismos.

En estos momentos la Colección almacena 273 especímenes de los cuales 71 son bacterias, 121 levaduras, 78 mohos y 7 hongos superiores, lo que se recoge de manera detallada en el catálogo de la Colección.

Un gran número de esos microorganismos lo más valioso que tienen, es su condición de autóctonos, aislados de las distintas etapas de producción del azúcar y de

residuos agroindustriales de las plantas de derivados destinadas a la producción de alcohol y torula.

La mayoría de estos microorganismos son productores de metabolitos, enzimas y biomasa, lo que se emplea en diferentes proyectos de investigación de la Industria azucarera y la Biotecnología. La incorporación de nuevas cepas procedentes de centros de investigación Nacional o de Referencia Internacional también contribuyen a enriquecer y prestigiar la Colección.

La Colección suministra a la industria los cultivos que estas emplean en la producción de alcohol, levadura torula y de algunas otras producciones e investigaciones Nacionales y Ramales.

DESARROLLO DEL TRABAJO

Métodos de conservación.

La Colección en sus inicios conservó todos sus cultivos por el método de subcultivo periódico en cuñas de agar y algunos liofilizados, el método de subcultivo periódico tiene varios inconvenientes que ponen en peligro de extinción a las colecciones que emplean este como único método de conservación, por ello es que se introducen nuevas formas de conservar los cultivos, ya que cuando estos son debidamente conservados y almacenados se asegura la viabilidad y estabilidad de los mismos, lo que se traduce en resultados satisfactorios, pues se evitan las interrupciones que en ocasiones suelen presentarse como consecuencia de las contaminaciones o mutaciones que sufren los cultivos por su constante manipulación.

Entre los métodos de conservación utilizados para preservar los microorganismos de la Colección figuran los siguientes:

Sub Cultivos:

En cuñas de agar, en cuñas de agar bajo aceite y en agua destilada estéril.
Congelación en perlas de vidrio a – 70°C y Liofilización.

Las bacterias se conservan en cuñas de agar, en perlas de vidrio a –70°C y liofilizados, mientras que los hongos se conservan en cuñas de agar, cuñas de agar bajo aceite, en agua destilada estéril y liofilizados.

Por otra parte, las levaduras se conservan en cuñas de agar y unas pocas en cuñas de agar bajo aceite. Los hongos superiores solo se conservan en cuñas de agar y en agua destilada estéril.

En todos los métodos de conservación se chequeo la viabilidad y estabilidad de los cultivos a los seis meses, un año, dos años y siete años comprobándose que el 100% de los cultivos conservados en perlas de vidrio a –70°C, liofilizados, en agua destilada y en cuñas de agar bajo aceite se pudieron recuperar sin que sus caracteres morfológicos y fisiológicos dieran evidencias de modificaciones, asegurándose de esta manera la introducción de más de un método de conservación para cada tipo de microorganismo, aspecto que así lo establece la Federación Mundial de Colecciones de Cultivos (WFCC)

Métodos de Clasificación

Tradicionalmente se emplean para clasificar los cultivos, métodos convencionales como pruebas bioquímicas en tubos para bacterias, pruebas de asimilación y fermentación para levaduras y la evaluación macroscópica y microscópica de los mohos.

Actualmente se han introducido métodos más novedosos y específicos como el Test de API y la clasificación por Biología Molecular mediante el estudio del ADN genómico, ribosomal y mitocondrial, para bacterias, levaduras y mohos, respectivamente. (Kirsop,1991, Smith y Onions,1994, Smith y Kolkowski,1996). Los resultados de la clasificación convencional permitieron identificar los microorganismos hasta género y en algunos casos hasta especie, lo que se confirmó por medio de los métodos de Biología Molecular, dando pruebas de que la taxonomía convencional es imprescindible para el posterior desarrollo de las técnicas más novedosas, por lo mantienen su vigencia e importancia. Entre los cultivos más representativos por su interés para la industria se encuentran los que aparecen en la tabla 1.

Tabla 1 Relación de algunos microorganismos de interés para la industria que obran en la colección de cultivos del ICDICA.

Tipo de microorganismo	**Capacidad productiva**
Bacillus subtilis (Ehrenberg) Cohn	Productora de Alfa amilasa
Leuconostoc mesenteroides	Productora de dextransucrasa
Candida membranaefaciens	Productora de enzima lipasa
Candida tropicalis	Productora de levadura forrajera y actividad lipolítica
Aspergillus niger Van Thieghem	Productora de xilanasa,,fitasa, celulasa y pectinasa
Botryodiplodia theobromae	Productora de ácido jasmónico

Además de las funciones antes apuntadas la Colección ofrece el servicio de venta de cultivos de interés para la industria azucarera y para otras como la medico farmacéutica, la docencia y otras ramas afines.

CONCLUSIONES

La labor desarrollada por la colección de Cultivos del ICIDCA durante toda su existencia ha permitido brindar un servicio de calidad a fin de satisfacer las necesidades de los Proyectos de investigación del Centro, de toda la agroindustria azucarera y de otros centros de investigación.

Sus resultados han constituido logros del MINAZ en 1997 y en el 2001, tanto de los métodos de Conservación como los de clasificación taxonómica.

REFERENCIAS

Kirsop, B. E., Doyle, A. (1991**).**A Manual of Laboratory Methods. Second Edition. Academic Press, 21-299.

Smith, D., Onions, A. H. S. (1994**)** The Preservation and Maintenance of Living fungi. second Edition, 15-55.

Smith, D., Kolkowski, J. (1996**).** Maintaining Cultures for Biotechnology and Industry. Academic Press In, pp. 101-132.

Uruburu,, F. (1991**)** *Industria Farmacéutica*. Marzo-Abril, pp. 39-42

Uruburu, F. (1997**)** *Iberica Actualidad Tecnológica* Vol.402, pp.536-537.

Juarros, E., Tortajada, E.,García, M. D., Uruburu, F. (1993) *Microbiología SEM 9, pp. 28-33.*

LA DESMINERALIZACIÓN DE RON, UNA ALTERNATIVA PARA PREVENIR LA FORMACIÓN DE SEDIMENTOS DURANTE SU ALMACENAMIENTO.

Gómez Rodríguez, Luis*
Martínez García, Mildred *
Lugo, Frank,**
Abrahantes, Octavio **

* Facultad de Química y Farmacia. UCLV
Carretera a Camajuaní Km. 5½, Santa Clara. Villa Clara. Cuba.
E-mail: lugo@uclv.edu.cu
** Ronera del CAI Heriberto Duquesne.
Remedios. Villa Clara.

ABSTRACT

In this work it is carried out a laboratory study on the demineralization of Rum, previous to its bottling, in Ionic Exchange Columns with Purolite Resin C-100, to decrease the content of Calcium and Magnesium ions, which eventually cause sedimentation in the stored Rum. This affects its quality, prestige and demand. It is also established the design methodology of the column, its hydrodynamic conditions and operation parameters. These are shown the results of the content of calcium, magnesium and iron determined by atomic absorption applied to rum samples before and after their way through the column, which reveals a considerable decrease on their level, without affecting their organoleptic.properties.

INTRODUCCIÓN

La presencia de sedimentos en rones durante su almacenamiento, catalogado como un fenómeno indeseable, que afecta su calidad, ocurre debido a complejos coloidales formados entre los silicatos, azúcar, caramelos y taninos, con los iones calcio y magnesio.
Varias pueden ser la fuente de incorporación de los iónes metálicos, entre las que se encuentran: el agua, los toneles, extractos de frutas, cartones de filtración, los cristales de los envases, etc.

Un estudio diagnóstico de la tecnología seguida en la elaboración del Ron Mulata en la Ronera del CAI Heriberto Duquesne, permite poner de manifiesto una serie de puntos débiles en dicho proceso, los cuales pudieran influir en la obtención de un productos final que no cumpla a cabalidad los parámetros de calidad establecidos. En este caso la afectación viene dada por la presencia de sedimentos en los rones embotellados, encontrándose entre las posibles causas de esta anomalía las siguientes:

.-El agua empleada en el proceso, directamente en la formulación de los rones e indirectamente en el hinchado de los toneles que se utilizan para el añejamiento.

.-Adición de sustancias que incorporan componentes azucarados y oxalato de calcio o que promueven la formación de éste.

.-Los medios filtrantes empleados en la filtración del ron.

.-El cristal de los envases.

.-La no realización de la adecuada limpieza que requieren los tanques empleados en el reposo.

.-No disponer de todo el equipamiento de laboratorio con la precisión requerida, que respalden la confiabilidad de los resultados analíticos.

OBJETIVOS

- Evaluar la desmineralización de Ron como una alternativa para prevenir la aparición de sedimentos durante su almacenamiento.
- Establecer las mejores condiciones y parámetros operacionales para el diseño de una columna desmineralizadora de ron con resina Purolite C-100**.**

DESARROLLO:

Fabricación de ron

La producción de rones en Cuba se lleva a cabo siguiendo patrones tradicionales en su tecnología, ya sean estos en etapas iniciales como la fermentación alcohólica y la destilación o en etapas más avanzadas como son el añejamiento y las mezclas de bases añejas, en busca de determinadas características sensoriales. Este proceso tecnológico brinda como resultado la calidad del producto, el que llega a alcanzar fama mundial con diferencias bien marcadas frente a bebidas similares de otros orígenes, Queris(1998).

Presencia de sedimentos en rones

Los rones al igual que otras bebidas destiladas, experimentan cambios en su composición durante el añejamiento; debido a reacciones en orden consecutivo o en paralelo. Un número considerable de sustancias fenólicas y carbohidratos son extraídos de la madera, los cuales a su vez experimentan transformaciones en el medio hidroalcohólico, reaccionando con los compuestos originales del destilado. Muchos de estos compuestos tienen pesos moleculares relativamente altos y en ocasiones se comportan como coloides.

Según estudios de rones en la destilería de Santiago de Cuba, se determinaron sedimentos formados por reacciones entre taninos y proteínas, taninos con metales y complejos de proteínas y polisacáridos.

Para evitar los sedimentos se utilizan resinas catiónicas fuertes para eliminar los iones metálicos, adición de ácido láctico, etc. González (2000).

Calidad del ron

El ron como producto terminado debe cumplir una serie de exigencias que garantizan su calidad; entre ellas:Olor y sabor: característicos del tipo y grado y libre de

olores y sabores extraños. Aspecto:traslúcido, libre de turbiedad, partículas en suspensión y sedimentos. Color: característico del tipo que se trate.

Además, a cada tipo de ron en particular se le determina: grado alcohólico, acidez total, contenido de ésteres, aldehídos, alcoholes superiores, extracto seco, methanol, NC 83-01 (1984).

El aroma de los rones cubanos difiere sustancialmente de los del tipo Jamaica, Demerara y los rones de melazas de remolacha; en tanto que estos tienen aroma intenso y penetrante, en los rones cubanos el aroma es menos intenso y poco penetrante, aunque en sentido general muy perdurable, Rodríguez(1987).

PARTE EXPERIMENTAL

Teniendo en cuenta que en las diferentes etapas de elaboración del ron, varias pueden ser las vias de incremento del contenidos de iónes metálicos (Ca, Mg y Fe) en los productos (rones) a envasar, considerándose estos elementos causantes de la aparición de sedimentos, durante el tiempo de su almacenaje, y ante la alternativa de que no se cambie la actual tecnología existente en la Ronera del CAI Heriberto Duquesne, surge la necesidad de estudiar la desmineralización de ese producto (ron), previo a su etapa de embotellado, para lo que se propone, incorporar a la tecnología existente, la etapa de **DESMINERALIZACIÓN EN UNA COLUMNA DE INTERCAMBIO IONICO**, con resina tipo Purolite C-100, catiónica fuerte, de operación en ciclo sódico, para la que fue necesario realizar estudios a escala de laboratorio cuyos resultados permitieran establecer las mejores condiciones operacionales y la metodología para el diseño de la columna requerida a escala industrial.

Para ello se realizaron experiencias a escala de laboratorio en dos columnas y a dos alturas diferentes de lecho, trabajándose a tres valores de flujo en cada una de ellas, con Ron Añejo 7 años, caracterizando el mismo antes y después de su paso por la columna.

Los valores de altura del lecho fueron: 3.0 y 6.0 cm, en tanto que los valores de velocidad del fluido a través de estos, a los cuales se experimentó, fueron: 10 m/h, 6.18 m/h y 4.12 m/h, realizándose de forma preliminar 6 corridas (A,B,C,D,E,F), tomando como referencia la muestra original. Los resultados de las determinaciones realizadas tanto a la muestra original como a las muestras tratadas, con vistas a su caracterización, se muestran a continuación (tabla I):

Tabla I.-Resultados por Absorción Atómica a muestras de ron, Patrón y Tratadas. (Valores Promedios)

Corrida	Patrón	A	B	C	D	E	F
Cont. de Ca (ppm)	1.921	0.419	1.386	0.314	0.441	0.379	0.164
Cont.de Mg (ppm)	0.573	0.201	0.175	0.142	0.194	0.059	0.039
Cont. de Fe (ppm)	0.189	0.219	0.186	0.189	0.193	0.200	0.209
Cont. total	2.683	0.839	1.747	0.645	0.828	0.638	0.412

(ppm)							
% Remoc.	–	68.72	34.88	75.95	69.13	76.22	84.64
Color	0.8489	0.819	0.798	0.804	0.8083	0.7665	0.8036
Turbidez	0.0128	0.017	0.018	0.012	0.0085	0.0049	0.0072

Teniendo en cuenta primeramente el porciento de remoción y cuidando además de que la variación en los demás parámetros no afecte la calidad del ron, se seleccionaron como mejores variantes la C, E y F. Replicándose éstas tres corridas se obtuvieron los resultados siguientes (valores promedios), que se muestran en la Tabla II:

Tabla II- Resultados replicados de las variants C,E y F, (Valores Promedios)

Corrida	**Original**	**C**	**E**	**F**
Contenido de Ca (ppm)	1.512	0.638	0.741	0.447
Contenido de Mg (ppm)	0.531	0.224	0.240	0.084
Contenido de Fe (ppm)	0.294	0.201	0.133	0.137
Contenido total (ppm)	2.337	1.063	1.114	0.668
% Remoción	–	54.51	52.33	71.41
Color	0.6261	0.5711	0.6246	0.6254
Turbiedad	0.0343	0.0348	0.0307	0.0321
Brix (%)	13.3	12.6	13.3	13.3
I. Refracción	1.3530	1.3520	1.3530	1.3530
Ph	4.24	4.64	4.55	4.36
Conductividad (* 100 µs)	0.669	0.693	0.692	0.695

Otras determinaciones realizadas a las muestras de cada corrida

Pruebas organolépticas: Las tres corridas arrojaron iguales resultados.
Olor: Agradable, característico. Sabor: Característico. Aspecto: Traslúcido, típico.

Se observa en la tabla que la variante F conserva una alta remoción, siendo en ésta también donde se obtienen los mejores resultados en las propiedades medidas al ron.

Diseño preliminar de la columna de intercambio iónico

El diseño se realiza sobre la base de los resultados experimentales obtenidos en estudios preliminares de laboratorio y criterios ingenieriles de la literatura especializada.

Datos para el diseño:

Velocidad ficticia de operación(V_0) = 4.12 m/h

H_{lecho} / $D_{interior}$ = 2.84 Remoción: 71 – 84 %
Tipo de resina: Purolite C-100 (Doc. Técnica Comercial.1996)

Contralavado en la regeneración de la Resina:

Contralavado(Flujo de agua): Fac = 3.012 m^3/h
Regeneración(Flujo de regenerante): Fr = 0.252 m^3/h
Enjuague(Flujo de agua): Fae = 3.02 m^3/h

Los cálculos del diseño realizado permitieron arribar a los siguientes resultados:

Volumen del lecho: Vl = 0.755 m^3
Altura total de la columna: H_{total} = 2.96 m
Diámetro de los orificios de la parrilla: do = $0.28*10^{-3}$m
Material de construcción de la columna: aceros 316 y 321

Verificación de las condiciones hidrodinámicas de trabajo durante la fluidización del lecho

Durante la regeneración y el enjuague la columna trabajará como un lecho fijo, pero en el contra lavado lo hará como un lecho fluidizado, en el que las condiciones hidrodinámicas son:

Veloc.ficticia:Vo = $1.14*10^{-3}$ m/s , Veloc.crítica: V_{OC} = $3*10^{-5}$ m/s

Veloc.arrastre: $V_{OA} = 2.5*10^{-3}$ m/s

Demostrándose que : $V_{OC} < V_O < V_{OA}$.Por lo que se trabajará en lecho fluidizado, sin que ocurra arrastre.

CONCLUSIONES

- La causa fundamental de la aparición de sedimentos en el ron envasado es la elevada concentración de iones calcio, magnesio y hierro, por encima de la norma establecida, los cuales reaccionan con los azúcares, caramelos, taninos y silicatos presentes en el mismo durante su almacenamiento.
- Al emplear una columna de intercambio iónico operando con la resina catiónica fuerte Purolite C-100, se disminuye el nivel de iónes metálicos en el ron, previo a su envase, a niveles inferiores a la norma establecida, sin afectar sus propiedades organolépticas, y se evita la formación de sedimentos.
- Los resultados de las experiencias de desmineralización del ron en columnas de Intercambio Iónico a escala de laboratorio permiten proponer una metodología de trabajo y establecer las mejores condiciones y parámetros operacionales, para su extrapolación y diseño a otras escalas, pudiendo ser estas para los flujos manipulados en la Ronera del CAI Heriberto Duquesne las siguientes: V_{lecho}=0,755m^3, H_{total}=2,96m, V_o=4,12 m/h

REFERENCIAS:

Queris Hernández, Oscar; Tratamientos con carbón activo de los aguardientes de caña; *Tesis* presentada en opción al título académico de PhD en tecnología de los alimentos; Universidad Politécnica de Valencia; 1998; pág. 1.

González Flores, María D.; Ponencia presentada en el VI Congreso Internacional sobre Azúcar y Derivados de la Caña; La Habana; Junio del 2000.

Rodríguez, José L.; Curso de tecnología de las bebidas destiladas; I.I.I.A.; Ciudad Habana; 1987; pág. 5, 6.

NC 83-01. 1984; Especificaciones generales de calidad para los diferentes tipos de rones.

LA INCERTIDUMBRE EN EL ESCALADO DE DESARROLLOS TECNOLÓGICOS AL EMPLEAR LA BIOMASA COMO FUENTE DE PRODUCTOS QUÍMICOS

Dr. Pedraza Garciga, Julio *
Dr.Sc. González Suárez , Erenio *
Dr. Aguirre, Pío **,
Domínguez, Dra. Elena Rosa *

*Centro de Análisis de Procesos. Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas, Villa Clara, Cuba.
E-mail: juliop@uclv.edu.cu
E-mail: erenio@uclv.edu.cu
E-mail: erosa@uclv.edu.cu
**INGAR, Santa Fe, Argentina.
E-mail: paguirre@ingar.ar

ABSTRACT

In the present work are applied the methods of process analysis considering the uncertainty conditions in the technology transfer of a process of the chemical industry to the entrepreneurial sector. It are emphasized the possibilities of the International Projects of scientific and technical collaboration in the minimization of the uncertainty of the processes that are transferred.

The importance of the Bioethanol and the Alcochemistry Route is emphasized using as illustrative example the design and scale up of a chemical plant to produce acetal in Cuba.

As an important result of this work, a new process, knowing as CYTED process, was obtained and patented.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años se incrementó el nivel de incertidumbre y complejidad de la vida social y de las transformaciones económicas, políticas, científicas y tecnológicas en un mundo cada vez más interdependiente.

El conocimiento de todas las tecnologías para la producción de un producto permite a la empresa definir prioridades en la elección entre diferentes opciones tecnológicas, por ello, en la base del progreso económico de la humanidad está la capacidad del hombre de generar nuevas ideas.

Es por ello, que según González (1995), una impronta de la "*época es que la tecnología incide cada vez más en las posibilidades empresariales*", por lo que se requiere pasar de la perspectiva tecnológica tradicional, que no posibilitó el desarrollo, a una prospectiva

tecnológica que puede interpretarse en: Búsqueda de posibilidades, Exploración de nuevos campos y Localización de recursos. Esto tendrá que descansar necesariamente en un análisis multilateral y pormenorizado de los factores y cambios tecnológicos de la empresa.

Según Rudd y otros (1980) para el diseño de una instalación de la industria química se asume , tradicionalmente, que los modelos y las principales variables y parámetros son exactos. Como se comprende, la suposición tácita de que para el diseño de un proceso se dispone de toda la información necesaria, no suele ser cierta. En adición, desdichadamente, desde el momento en que se concibe un proceso industrial hasta su realización y maduración transcurre un período más o menos largo de tiempo y por otro lado no siempre está disponible toda la información para el diseño de una instalación o para una parte sustancial de esta acrecentándose este grado de incertidumbre cuando se desarrollan nuevos procesos industriales, partiendo de procedimientos de laboratorio.

Coincidente con esta necesidad práctica, el Análisis Complejo de Procesos ha venido abordando con éxito la consideración de la incertidumbre en el análisis y diseño de procesos industriales.

Un estudio de esas características para una instalación de la industria química, requiere de diversos enfoques y métodos de eliminación de la incertidumbre en el diseño de la nueva instalación.

MATERIALES Y MÉTODOS

Según Rudd y otros (1980), Pedraza (1997), González y otros (1995) y Frey, (1997) la incertidumbre en los parámetros claves del funcionamiento de un proceso conducirán a incertidumbres en las características claves de salidas tales como eficiencia de la planta, costo o emisión de contaminantes.

Planificación y desarrollo de proyectos internacionales

Según Woodward y otros (2000) "*la Planificación y ejecución de un proyecto internacional requiere de muchas consideraciones especiales no usualmente encontradas cuando se hace la Planificación dentro de tu propio país"*. Existen obvias diferencias tales como en la productividad, impuestos, intereses y otros muchos factores que podrían ser obviados, introduciendo por supuesto valores inciertos en los estimados finales de costos capitales que podrían demeritar el resultado final.

Para esto se debe considerar las prácticas locales y los códigos aplicables en el proceso de diseño, así como las características y disponibilidad de las materias primas a utilizar, las posibles localizaciones de las inversiones a realizar, las características del medio ambiente, la disponibilidad de tecnologías, las fluctuaciones de los precios de las materias primas y productos, la disponibilidad y calidad de la fuerza de trabajo en los diferentes países y también como un factor importante el sistema social imperante en cada país, que puede ser un elemento favorecedor o entorpecedor en el desarrollo exitoso de los proyectos. Woodward y otros (2000) plantean que este conjunto de factores bastaría para desanimar a cualquiera. Sin embargo en casi todos los países existe una buena infraestructura de soporte que ayuda a comenzar de forma segura el desarrollo de cualquier proyecto internacional y a eliminar en un grado bastante notable las incertidumbres presentes en el diseño de nuevos procesos químicos.

Ilustraremos todos estos criterios mediante un caso ilustrativo: Proyecto CYTED IV.9: "Producción de aditivos oxigenados para gas oíl y otros combustibles a partir de bioetanol".

Ejemplo ilustrativo

El 1,1 dietoxietano, conocido comercialmente como acetal, ha tenido en los últimos años una nueva e interesante aplicación como aditivo oxigenado de combustibles líquidos, por las sensibles mejoras que se obtienen en las propiedades del combustible. El acetal puede ser obtenido a partir de etanol y acetaldehído según Laborde (1995). Uno de los objetivos del proyecto está centrado en el desarrollo de catalizadores sólidos que sustituyan los tradicionales ácidos líquidos utilizados, empleando minerales de la región, de bajo costo.

La calidad, precio, disponibilidad y destinos de mejor uso de las materias primas fundamentales y el negativo impacto ambiental de los residuales de la producción de bioetanol son factores históricos que limitan el incremento de la producción de alcohol por vía fermentativa. La producción combinada de torula y alcohol, puede brindar una solución al efecto contaminante que ya tienen muchas instalaciones industriales cubanas según los estudios realizados por González (1994) y Hall y otros (1992).

De acuerdo con Laborde (1995) en la mayoría de los procesos de obtención del acetal, este es obtenido utilizando como materias primas fundamentales: el etanol y el acetaldehído, aunque en algunos casos este último se sustituye por el acetato de vinilo.

Mediante un estudio de las patentes existentes para la producción de acetal se analizaron cinco variantes que parten del uso del etanol y acetaldehído como materias primas fundamentales. Estas son: a)Proceso Porocel Corp. (1948); b)Proceso Dow Chemical (1954); c)Proceso Distillers Co (1950); d)Proceso Degussa (1985); e)Proceso Bozel Maletra (1948).

De forma general en el proceso de obtención del acetal a partir de etanol se pueden distinguir dos etapas: la etapa de reacción que requiere de un catalizador en fase homogénea o heterogénea y la etapa de separación-purificación del acetal.

El proceso catalítico heterogéneo de fabricación del 1,1 dietoxietano ofrece a su vez, aspectos interesantes ya que es factible operar a presión atmosférica y temperatura ambiente y alcanzar, en estas condiciones operativas, conversiones cercanas a las del equilibrio (60%) y no se generan reacciones laterales. También existen antecedentes de procesos llevados a cabo a temperaturas más elevadas y empleando reactores continuos de lecho fijo.

La evaluación económica se orientó al proceso Porocel, con algunas modificaciones. A partir del análisis global, este resultará el más ventajoso de acuerdo a las características de Cuba. Atendiendo al nivel de información con que se cuenta, el acceso a datos de equilibrio químico, cinéticos, así como a otras propiedades del sistema, es limitado en la bibliografía consultada; trayendo consigo un alto grado de incertidumbre para realizar el diseño preliminar de la planta. Sin embargo, cabe señalar que una alternativa a tener en cuenta, para estudios posteriores, sería la combinación del proceso Porocel en la etapa de reacción y el proceso Bozel Maletra en la etapa de separación-purificación.

En el caso de la etapa de reacción química, después de un riguroso análisis de patentes, se concluyó que lo más recomendable en las condiciones de Cuba, es emplear la patente

que utiliza el catalizador de cromo-cobre debido a criterios económicos y al acceso a información sobre el sistema.

Por otra parte, la determinación de la incertidumbre en la estrategia para el desarrollo de la producción de acetal en Cuba obtenida por Fuentes (1997) y la evaluación económica del riesgo en una futura inversión en esta empresa obtenida por Llanes (1998), mostraron, preliminarmente, resultados alentadores.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Relacionando balances de materiales, totales y parciales, entre las estaciones de fermentación de ambos procesos y la unidad de destilación de alcohol, se calcula, aproximadamente, la capacidad de la planta de alcohol, cuyas vinazas puedan ser recirculadas totalmente. Como resultado de estos balances, se evalúa el proyecto sobre la base de una producción diaria de 32 t de torula y 670 hl de bioetanol, que crea una capacidad para producir 15 t de acetaldehído y 18 t de acetal. Se valora además el efecto económico de un excedente de un 5% de alcohol y de la venta de un subproducto de la producción de acetaldehído, el acetato de etilo.

Las alternativas evaluadas difieren en el mezclado de substratos en los procesos fermentativos (i) y en los precios del acetal (j), según la tabla 1:

Tabla 1 Alternativas para evaluar la producción de acetal a partir de bioetanol.

Alternativas i,,j	**1**	**2**
i	Producción de torula con vinaza (12 % ART) + miel y alcohol con vinaza (6.4 % ART) + miel.	Producción de torula con jugo de los filtros (18 % ART), vinaza (15 % ART) y miel.
j	Precio alto de acetal.	Precio bajo de acetal.

En las tablas 2 y 3 se resumen los resultados del cálculo económico de los costos de inversión y de producción de cada una de las plantas del complejo. Previamente se realizó un diseño preliminar de las plantas de alcohol (tecnología tradicional discontinua), acetaldehído y acetal para las capacidades definidas anteriormente, calculándose los costos de Inversión de las plantas de etanol (670 hl/d), acetaldehído (15 t/d) y acetal (18 t/d), reflejándose los resultados en la siguiente tabla:

Tabla 2 Costos de Inversión de las de las plantas de etanol (670 hl/d), acetaldehído (15 t/d) y acetal (18 t/d)

Planta de Etanol.	**Planta de Acetaldehído**	**Planta de Acetal**
$3 992 184	$3 875 689	$1 412 825

- La planta de producción de torula se encuentra instalada con una capacidad nominal de 32 t/d. Su costo de inversión fija actualizado es de 14 715 920 $.

Tabla 3 Costos de Producción de las Plantas de torula (32 t/d), etanol, acetaldehído y acetal

Costo Total de Producc.	Torula	Alcohol	Acetaldehído	Acetal
Alternativa 1	9 128 444	8 285 016	5 484 920	10 174 344
Alternativa 2	9 851 699	6 791 399	4 821 893	8 729 516

Para realizar el análisis económico del proyecto, se concibe el sistema alcohol-torula-procesos alcoquímicos como un todo, de modo que se consideren las entradas y salidas del sistema. Las ecuaciones 1,2 y 3 son usadas para obtener los costos de inversión y de producción totales del complejo.

$CI_{COMPLEJO} = CI_{P.ALCOH.} + CI_{P.ALDEH.} + CI_{P.ACETAL}$ ec. 1.

$CP_{COMPLEJO} = CP_{ALCOHOL\text{-}TORULA} + CP_{ALDEH.*} + CP_{ACETAL*}$ ec. 2.

$Ingresos = I_{TORULA} + I_{5\ \%\ ALCOH.} + I_{AcE} + I_{ACETAL}$ ec. 3.

Se han considerado los siguientes precios de venta de los productos: torula 612 $/t, alcohol 50 $/hl, acetato de etilo 440 $/t.

Para realizar el cálculo de los flujos de caja de cada una de las alternativas se tuvieron en cuenta los siguientes supuestos: Se consideran los flujos de caja al final de cada año y constantes.

Tabla 4 Indicadores de evaluación de inversiones y de tratamiento de riesgo.

Indicadores	Alternativas (i,j) 1.1	1.2	2.1	2.2
VAN	$ 20 581 983	$ - 2 593 206	$ 22 605 703	$ 1 201 138
TIR	45%	5%	49%	13%
PRD	1 año y 326 días	-	1 año y 285 días	3 años y 265 días

La elección de la mejor alternativa depende de la actitud del inversor ante el riesgo, al seleccionar la combinación esperanza matemática-varianza; la tendencia: maximizar-minimizar.

Por ejemplo: en el análisis de la alternativa 1.1, si a un precio de 2 662.37$ el valor actual de los ingresos es de 91 578 202 $, el precio que determina que ese valor sea ahora de 65 200 929 $ (VAN = 0) es $1 895.52. Es decir, el precio podría caer a 1 895.52 $ y todavía el inversionista obtendría el 10% exigido a la inversión.

CONCLUSIONES Y REFERENCIAS

- Solo el trabajo mancomunado de los centros de investigación científica, universidades, y centros de producción aliados en un objetivo común puede conducir al desarrollo de proyectos de investigación internacionales que contribuyan a resolver los acuciantes problemas que en el orden práctico se presentan en la vida diaria de nuestros países.

- El trabajo conjunto de investigadores de diferentes países puede contribuir a que la transferencia de tecnologías se adecue a las características especificas de cada país, ilustrado lo anterior con el desarrollo del proyecto internacional CYTED IV.9: que permitió incrementar la seguridad de enfrentar una estrategia para desarrollar la producción de aditivos oxigenados por vía alcoquímica en Cuba, obteniéndose los siguientes resultados prácticos:
- Utilizando la proporción de 5-10% v/v de acetal en mezclas combustibles se lograría un ahorro directo de gasolina de 53 000 000 USD por año, la producción de catalizadores de bajo costo con procesos no contaminantes, a partir de minerales abundantes en la región; el desarrollo de una tecnología, no contaminante, de fabricación de productos de mayor valor agregado a partir de bioetanol, con una sustentación energética y de materias primas fundamentada en la Industria de la Caña de Azúcar y la Incorporación de nuevos productos y nuevas tecnologías competitivas, al mercado mundial.

REFERENCIAS

1- Fuentes M.(1997). “Determinación de la incertidumbre en el escalado y diseño de un combinado para la producción de aditivos oxigenados”, *Tesis de Maestría en Análisis de Procesos*". Fac. Química y Farmacia, UCLV. pp. 20-67.

2- Laborde, M. (1997). Síntesis de acetal (1-1 dietoxietano) a partir del etanol utilizando montmorrillonita como catalizador. *Información Tecnológica*, Vol. 8(4), pp. 151-157

3- Woodward, C. y otros (2000). “The Planning and Execution of an International Project: A Checklist of Actions”. About_com http--ourworld_compuserve_com-homepages-icec-korev298.htm. pp.1-8

LA MEZCLA DE SUSTRATOS EN LA PRODUCCIÓN DE BIOETANOL Y SU INFLUENCIA MEDIO- AMBIENTAL

Iturria Quintero, Pedro Jesús MSc; *
Ing. Falcón, José A. Fabelo F ** Dr

*Dpto. Lic. Química–Fac.Química y Farmacia–UCLV- Santa Clara – Cuba
**Centro Análisis de Procesos–Fac.Quím.y Farm.–UCLV- Santa Clara – Cuba
E- mail: piq@uclv.edu.cu
E-mail: fabelo@uclv.edu.cu

ABSTRACT

In the present work is accomplished the environmental influence of the alcoholic fermentation process using different combinations of sweetened currents from the process of sugar production and distillery effluents as substratum at laboratory scale and employing the yeast vine-stock Saccharomyces cerevisiae, with which the best results in previous projects have been reported.

It was accomplished a follow-up to some indicative parameters of the pollution in different steps of the process such as: electric conductivity, total solids, C.D.O, pH, etc. These were evaluated in the residual of distillation too**.**

It was determined the influence of the raw materials in each considered parameter .It could be verified the high polluting power of the effluent of the process and the necessity of its minimization, the application of a suitable processing and its possible use in other branches.

INTRODUCCIÓN

Las destilerías de alcohol se destacan por la emisión de uno de los residuales más agresivos al medio ambiente, lo cual es necesario considerar debido al florecimiento que ha tenido la fabricación de este producto en los últimos tiempos. Estas fábricas en Cuba utilizan miel final como sustrato fermentativo el que cada día se hace más cotizado dado el desarrollo de la producción biotecnológica, lo cual ha llevado estratégicamente al uso de corrientes intermedias de la industria azucarera, que contribuyen a mejorar el proceso y amplían la posibilidad de disponer de nuevas materias primas. Residuales como la vinaza de destilería constituyen otra alternativa de materia prima para la fermentación alcohólica.

Es importante el estudio de la etapa de fermentación alcohólica usando combinaciones de diferentes sustratos, como por ejemplo: miel final, jugo de los filtros clarificado y vinaza , que permitan alcanzar resultados técnico - económicos factibles y que sean ambientalmente compatibles , de ahí la necesidad de conocer las características de los efluentes de este proceso, actuar en consecuencia logrando un entorno mucho más sano para las generaciones futuras por lo que el trabajo se propone el siguiente objetivo:

- Estudiar la etapa fermentativa del proceso de obtención de bioetanol utilizando diferentes corrientes del proceso azucarero, residuales de la industria alcoholera y sus combinaciones, desde el punto de vista de su influencia en los principales indicadores de la contaminación ambiental.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo experimental se realizó a nivel de laboratorio en diferentes etapas:

1. 1. Caracterización de los sustratos empleados en el estudio(miel final, jugo de los filtros y vinaza)
2. 2. Seguimiento en la etapa fermentativa de parámetros e indicadores de la contaminación ambiental
3. 3. Caracterización del residual resultante del proceso fermentativo para cada experimento

Las características de la miel final (MF), jugos de los filtros(JF) y vinaza de destilería (VD), que fueron las mismas para todas las experiencias, se determinaron de acuerdo a las técnicas de análisis químico, establecidas según metódica de aplicación general en la investigación azucarera y en la caracterización de aguas residuales. De la misma manera se procedió para las demás determinaciones experimentales realizadas durante el proceso de fermentación y al residual del proceso de destilación(mosto o vinaza de destilería) al cual se le midió temperatura, ^{o} Brix., pH , azúcares reductores totales(ART) , conductividad eléctrica , todos los tipos de sólidos , DQO y nitrógeno total.

El estudio del proceso de fermentación alcohólica utilizando diferentes sustratos se llevó a cabo preparando las mezclas acorde con un diseño de experimentos de tipo enrejado simple, según trabajos anteriores de Cortés(1997) y Fabelo(1999) ,consistente en la realización de ensayos experimentales en 7 puntos.

Las respuestas medidas en dichos puntos del diseño cúbico especial de 3 componentes, se representan por el polinomio general simplificado siguiente:

$$y = \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_3 x_3 + \beta_{12} x_1 x_2 + \beta_{13} x_1 x_3 + \beta_{23} x_2 x_3 + \beta_{123} x_1 x_2 x_3$$

A través del mismo se puede obtener la superficie de respuesta de cada determinación en dependencia de la variación de la composición lo cual fue llevado a cabo a través del software profesional Statgraphic Plus.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

- **<u>Caracterización de las materias primas</u>**

Los parámetros obtenidos se corresponden con los valores tradicionales reportados para cada uno de los sustratos utilizados, destacándose el bajo valor de la conductividad específica de la miel, lo cual resulta lógico debido a la prácticamente nula concentración de electrolitos en la misma. Se destacan los elevados valores de DQO para la vinaza y el jugo de los filtros por la elevada carga orgánica presente en estas materias primas.

- **Riqueza alcohólica**

Los % alcohólicos(% v/v) en la batición fermentada tienen un comportamiento similar al de las industrias del centro del país en la mayoría de los puntos y se encuentran dentro de los valores que se reportan en la literatura(de 4 a 6 % v/v), si se tiene en cuenta que se partió de un ^{o}Brix de aproximadamente 17, correspondiendo el mejor resultado al punto 1, experiencia compuesta por una batición de 100 % de aporte de ART de la miel final, y a continuación el punto 3 con un aporte de 40 % de ART del jugo de los filtros y un 60 % de la miel, acorde con trabajos realizados anteriormente

Modelo: % alcohol=5.55*M+4.0*V+ 4.6*JF – 3.1*M*V – 4.3*M*JF – 0.2*V*JF + 7.18313*M*V*JF

En el modelo obtenido se observa una influencia positiva de cada variable por separado, no así para la mezcla de las materias primas miel-vinaza, miel-jugo y vinaza-jugo que influyen negativamente, o sea, el aporte de estos sustratos disminuye el contenido alcohólico de la batición fermentada, factor perjudicial si tenemos en cuenta que se quiere obtener un máximo valor de esta magnitud para lograr mejor rendimiento, aunque los tres unidos la favorecen en buena medida.

Parámetros indicadores de la contaminación

1. 1. **Conductividad eléctrica específica**

Sus valores son relativamente elevados si tomamos en cuenta la Norma Cubana XX (1999) la cual establece como límite máximo permisible de vertimiento de residuales líquidos a los cuerpos receptores un valor menor a 4 mS /cm y en estos casos oscilan entre 12-16 mS /cm durante el transcurso del proceso y después tienen un ascenso considerable en el residual (se encuentran entre 15 –21 mS/cm) , lo cual agrava el problema ,y debe ser debido a la concentración de sustancias electrolíticas(fundamentalmente nutrientes) que tiene lugar al llevarse a cabo la operación de destilación de la batición fermentada. El mayor incremento de la conductividad del residual es de un 12.44 % en el punto 2 (que tiene el mayor aporte de vinaza) con respecto al punto 1 que solo tiene aporte de miel.Lo anterior pudiera valorarse a la hora de tomar alguna decisión sobre la factibilidad o no de la utilización de estos residuales en el fertirriego.

Modelo : Conduct = 17.7975*M + 20.013*V + 15.5955*JF – 1.621*M*V + 5.882*M*JF + 3.671*V*JF - 12.0148*M*V*JF

En el modelo se observa una influencia positiva de cada sustrato por separado a este parámetro, no así para la mezcla de las materias primas miel-vinaza y miel-vinaza-jugo que influyen negativamente, es decir, si tenemos en cuenta el aporte, estas mezclas beneficiarían al residual contribuyendo a disminuir la conductividad del mismo. La variable vinaza es la de mayor coeficiente, de aquí su elevada influencia. Se destaca el pequeño valor del coeficiente para el jugo de los filtros y el que menor influencia por separado tiene sobre dicha propiedad.

2. 2. Demanda química de oxígeno (DQO) y sólidos totales(ST)

El comportamiento obtenido para estos parámetros viene representado por las figuras 1 y 2:

Figura 1

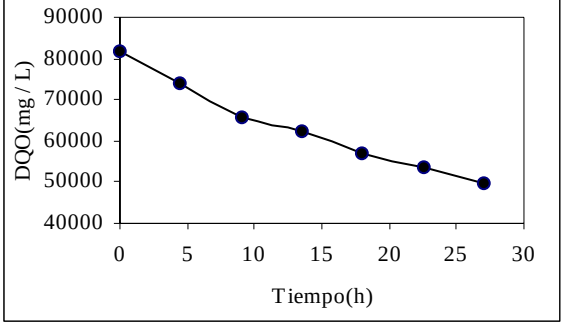
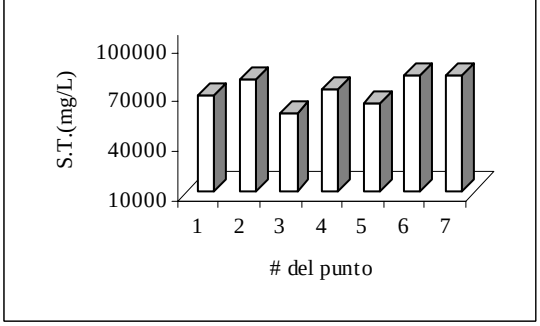


Figura 2



Los valores de DQO para la generalidad de los puntos experimentales son similares a los del punto 1del diseño experimental (figura 1) , elevados y característicos de este tipo de sistemas, aunque existen particularidades en algunos casos de acuerdo a la composición inicial, siendo los mayores valores para los puntos 2, 3, 5 y 7 que contienen cantidades apreciables de vinaza y jugo de los filtros, sustratos con altos contenidos de materia orgánica. Los mayores incrementos de este parámetro con relación al punto 1 (100 % de miel) lo realizan los puntos 3,5,6 y7, coincidiendo éstos con los sistemas que presentan en su composición el jugo de los filtros en alguna medida, el cual aporta el mayor valor de DQO inicial como materia prima (94080 mg/L) , lo que habla positivamente de su utilización en el proceso de fermentación alcohólica.

Por otra parte, los puntos en los cuales solamente existe vinaza de destilería y miel (punto 2 y 4) reportan los menores valores de DQO, lo cual a pesar de que son los de mayor contribución a la conductividad eléctrica del residual disminuyen apreciablemente la carga orgánica que se vierte al medio y por tanto demuestra la factibilidad de utilizar esta alternativa en los procesos fermentativos de producción de alcohol.

En el caso de los sólidos totales (figura 2) se observa que los valores son muy elevados para todos los puntos experimentales, cuestión que resulta lógica si tenemos en cuenta las características de los sustratos que están involucrados: vinaza de destilería y jugo de los filtros, sobre todo el primero de éstos , destacándose con mayores contenidos los puntos 2, 4, 6 y 7, que coinciden con los de mayor aporte de mosto de destilería a la batición.

Los valores obtenidos para todos los puntos se encuentran por encima de la norma de vertimiento de los residuales hacia los cuerpos receptores.

La influencia de los sustratos utilizados sobre estos parámetros se observa en las figuras 3 y 4 y sus correspondientes modelos:

Modelo:DQO=33734.5*M+32555.5*V+46550*JF+3090.85*M*V+29550.9*M*JF+27755.8*V*JF

+129505*M*V*JF

-

En el modelo obtenido se aprecia que la influencia de cada variable por separado es positiva sobre el parámetro DQO y permite conocer el aporte que hace cada sustrato, lo cual es útil como herramienta para definir la mejor región de trabajo en la mezcla de las materias primas utilizadas, así como la relación existente entre cada sustrato(M, J.F y V.D.). De la figura # 3 se concluye que el jugo de los filtros es el que ejerce una mayor influencia sobre este parámetro, dado por su mayor coeficiente en el modelo.

Modelo : ST = 68070.5*M + 78382.0*V + 57614.5*JF – 5029.0*M*V + 3218.0*M*JF
+ 51127.0*V*JF + 232835.0*M*V*JF

En el caso de los sólidos totales se observa en el modelo una influencia positiva de cada variable por separado (M , V , JF) , no así para la mezcla de los sustratos miel y vinaza que influyen negativamente, es decir , si tenemos en cuenta el aporte, esta mezcla beneficiaría al residual , contribuyendo con un menor contenido de sólidos al mismo. De la figura 4 y el modelo se concluye que la variable vinaza es la de mayor coeficiente, de aquí que la influencia de la misma sea la más elevada para este parámetro.

Fig. 3 DQO

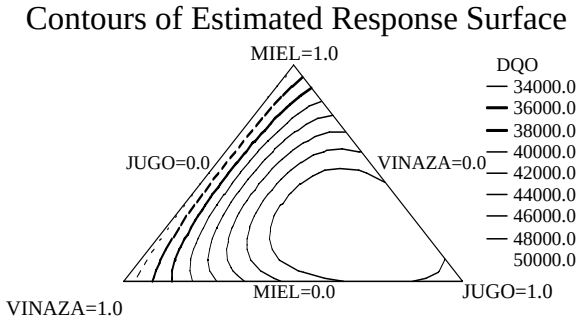
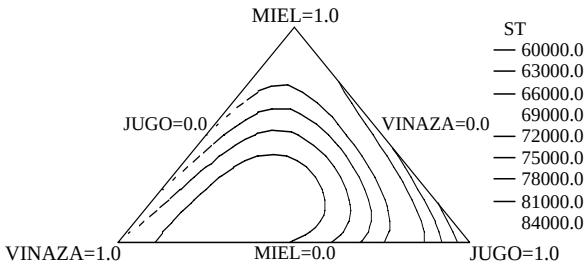


Fig. 4 Sólidos totales(ST)



3. Otros tipos de sólidos(disueltos, suspendidos, sedimentables, volátiles y fijos.

Los valores obtenidos de estos tipos de sólidos en el residual para cada punto son elevados (de forma similar a los sólidos totales) y especialmente el de los sólidos volátiles, lo cual corrobora el predominio en estos residuales de la materia orgánica sobre la

inorgánica, cuestión que es muy importante a tener en cuenta para el diseño de un sistema de tratamiento adecuado. Estos hechos se hacen más veraces si se tiene en cuenta las elevadas cifras de DQO en el residual.

El total de sólidos sedimentables por litro de muestra es elevado para los residuales de todos los puntos del diseño experimental (>100 mL/L), lo cual debe considerarse a la hora de tomar decisiones sobre si se incluye o no una etapa de sedimentación primaria en la planta de tratamiento o si es factible utilizarlo como alimento animal.

CONCLUSIONES

- La utilización de las combinaciones (miel, jugo de los filtros, vinaza de destilería) en la fermentación alcohólica demuestra su factibilidad, dada por los % alcohólicos obtenidos y con ausencia de inhibiciones en el mismo, aunque el residual resultante es fuertemente agresivo si se vierte al entorno.
- Los valores de los parámetros tenidos en cuenta en la caracterización de las materias primas utilizadas (miel final, jugo de los filtros, vinaza de destilería) están acordes con los reportados por la literatura.
- Todos los parámetros indicadores de la contaminación obtenidos para el residual, independientemente de la naturaleza de los sustratos, se encuentran por encima del límite máximo permisible en las normas de vertimiento de aguas residuales a los cuerpos receptores.
- Los valores de los sólidos en el residual son elevados, especialmente los volátiles y los sedimentables, lo que evidencia la supremacía de la materia orgánica sobre la inorgánica, y por tanto, su alta carga contaminante, hecho que se confirma si se tienen en cuenta sus elevadas cifras de DQO.
- Las mayores contribuciones de los sustratos a cada parámetro analizado son: sobre la DQO, el jugo de los filtros; sobre los sólidos y la conductividad eléctrica , la vinaza y sobre la riqueza alcohólica, la miel final.

REFERENCIAS

Fabelo, J.A.(1999), Tesis para optar por el Grado de Doctor en Ciencias Técnicas. Facultad de Química y Farmacia, UCLV.pp.15-64

Correa, Y.(1997), Tesis de Maestría en Análisis de Procesos. Facultad de Química y Farmacia. UCLV.pp.17-59.

Norma Cubana XX (1999), Vertimiento de aguas residuales a las aguas terrestres y al alcantarillado. Oficina Nacional de Normalización.

.

LEVADURA TORULA A PARTIR DE VINAZAS DE DESTILERIA*

***Santiesteban Garlobo, Carlos Miguel, Investigador Titular**

Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar"(ICIDCA)
Vía Blanca #804 y Carretera Central, San Miguel del Padrón , Ciudad de La Habana,Cuba;
Apartado 4026, Fax: (537) 33 8236,
E-mail: santiesteban@icidca.edu.cu

ABSTRACT

The necesity to increase swine cattle and economics improvements of torula yeast production as feed, also the elimination of wood as domestic fuel, the augmentation of alcohol production, as well as to diminish the hard environment contamination due to distillery sloops lead us to its use as a parcial substitute of sugar cane molasses in torula yeast production.

Even total investment costs as its indexes per m^3 of sloop, per ton of yeast and per km point atthe pipe system as the most economical alternative and follow by automotive and railroad systems, being pipe investment 10 to 11% of the railroad investment and 14 to 15% of the automotive one. Molasses substitution for distillery sloop are as well analized and its result also favoured this production option in the economical aspect, being the maximum sloop cost lower than the minimum molasses cost, only representing a 30% of its cost.

INTRODUCCIÓN

La sustitución de mieles finales por vinazas (mostos de destilerías) en la producción de Levadura Torula tiene un objetivo económico y ambiental ya que a la vez que se reducen los costos de producción de la levadura se utilizan los residuales de las destileríaas de alto poder contaminante evitando, por consiguiente, el tratamiento inmediato de los mismos y aprovechando al máximo los elementos que contienen para esta producción sirviendo de base, además, al objetivo primordial de contribuir y sustentar el Programa de Alimentos del Ministerio de la Industria Azucarera (MINAZ), conjuntamente con el Programa de Alcohol para su sustitución como combustible doméstico en zonas rurales.

Objetivos del Análisis

El principal objetivo de este análisis es ofrecer indicadores para la inversión, respecto al volumen de vinazas que es necesario transportar y respecto a la producción de levadura que se va a utilizar, que permitan corroborar y decidir sobre la economía del proceso en el aspecto inversionista.

Por otra parte, los indicadores económicos sobre el costo de producción de levadura, el incremento de la depreciación de torula por la inversión en la conductora de vinazas; así como los costos de explotación del sistema de transportación; conjuntamente con la valoración comparativa de las mieles finales con las vinazas, que aportarían criterios económicos sobre el resultado de la sustitución de mieles en esta producción.

Costos de Inversión

De los costos de inversión fija (tabla I), para las tres alternativas consideradas, estimados según lo estipulado en el trabajo “Transportación de Vinazas y Contaminación Ambiental” (Parte 1), resulta evidente que el sistema más económico es por medio de una conductora, el mostoducto, con costos totales de 10-11% del ferroviario y 14-15% del automotor, siendo el sistema más caro el ferroviario en este aspecto inversionista.

Tabla 1 Costo de Inversión Fija de los sistemas de transportación de vinazas

Transportación	Costo de Inversión Fija		
	Total	**DD**	**MN**
Mostoducto	a) 687 120 b) 641 970	429 555 384 405	257 565 257 565
Ferroviario	b) 6 208 000	5 718 600	489 400
Automotor	b) 4 607 000	4 076 500	530 500

a) Con estación de intercambio calórico b) Sin estación de intercambio calórico
DD Divisas Directas MN Moneda nacional

Costos de explotación de la transportación de vinazas.

Tanto los costos totales de explotación de los sistemas de transportación de vinazas como los unitarios por m^3 de vinaza y por tonelada de levadura, muestran costos crecientes en el siguiente orden: mostoducto, ferroviario y automotor. Son notables los bajos costos que presenta el mostoducto en comparación con los otros dos sistemas, siendo el ferroviario un 163% superior y el automotor un 509%, de acuerdo a los resultados mostrados en las tablas 2.

Tabla 2 Costo de Explotación Total anual preliminar de la transportación de vinazas

	Total	**DD**	**MN**
[A] Mostoducto			
1ª	a) 132 802	83 833	48 969
	b) 129 792	80 823	48969
2ª	a) 155 706	98 153	57 553
	b) 151 191	93 638	57 553
[B] Ferroviario			
1ª a)	a) 345 853	301 156	44 697
2ª	b) 397 240	348 530	48 710
[C] Automotor			
1ª	a) 825 877	345 417	480 460
2ª	b) 921 023	439 710	481 313

1) Con mayores tiempos de vida útil a)Con estación de intercambio calórico DD Divisas Directas
2) Con mayores tiempos de vida útil b) Sin estación de intercambio calórico MN Moneda Nacional

Comparación entre el insumo anual de mieles finales para la producción de levadura torula y el insumo de vinazas.

Una de las vías más confiables para analizar la conveniencia o no de la transportación de vinazas para la sustitución de mieles finales en la producción de torula es la comparación entre los costos de la miel final que se consumiría anualmente en esta producción con el de las vinazas para sustituirlas, ya que resultaría en un balance de costos de ambas materias primas.

♦ ♦ BASES DE CÁLCULO Y ESTIMADO DE INSUMOS Y COSTOS:

Producción de levadura con mieles finales : (1)
Producción de levadura con miel y vinazas : (2)
Consumo de miel final (1) : 4,125 t / t de levadura
Producción de levadura por año : 6 000 t
Consumo anual de miel (1) : 24 750 t
Consumo de vinazas (2) : 70 m^3 / t de levadura
Relación de vinazas / miel en (2) : 70 m^3 / 1 t
Indice de sustitución de mieles en (2) : 22,4 m^3 de vinazas / t de miel final
Consumo anual de vinazas en (2) : 420 000 m^3
Mieles sustituídas por año en (2) : 18 750 t

Costo propuesto de vinazas, m^3 :	Total	DD	
	0,018	0,007	
Costo anual de vinazas :	7 560	2940	(3)
Precio vigente de la miel final, t	41,45	21,90	(4)
Costo anual de la miel final (1):	1 025 888	542 025	(5)
Costo anual de la miel (2):	248 700	131 400	(6)

Costo anual de transportación de vinazas por mostoducto, aprox. :

I-b) :	129 800	80 800	(7)
II-a) :	155 700	98 100	(8)

Costo anual de vinazas : (materia prima + transportación)

(3)+(7):	137 400	83 700	(9)
(3)+(8):	163 306	101 000	(10)
Costo Total anual de materia prima :	86 100	215 100	(11)

Comparando el costo de la miel final (5) con el costo total de las vinazas (9) y (10) y con el costo anual de la materia prima del proceso con miel y vinazas (2), se puede concluir

que el costo de las vinazas es muy inferior al costo de las mieles finales lo que sería, en cifras aproximadas, :

Tabla 3 Costo Comparativo de mieles y vinazas

INSUMOS	TOTAL	DD
Miel final (1)	1 026 000	542 000
Vinazas (2)	164 000	101 000
Vinazas(1) / Miel final(2)	16 %	19 %
Vinazas + Miel final (2)	386 100	215 100
Vinazas + Miel final (2)/ Miel final (1)	38 %	40 %

Por lo que es ventajosa la sustitución de mieles finales por vinazas transportadas por una conductora, en este caso, para un recorrido de 38 km, en el que las condiciones del terreno sólo requiere de tres estaciones de bombeo.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se hacen evidentes las ventajas que se obtienen de la sustitución de mieles finales por vinazas de destilería para la producción de levadura torula, ya que se beneficia el medio ambiente y disminuye significativamente la grave contaminación que ocasionan estos residuales, se liberan mieles finales para otros usos de mayor importancia o para la exportación y se reducen los costos de producción de la levadura ya que el costo total de las vinazas transportadas hasta la planta de levadura es sólo un 16 % del costo de las mieles finales.Es recomendable efectuar esta sustitución siempre que las condiciones lo permitan en cuanto a ubicación geográfica de las plantas y el destino de la levadura torula

REFERENCIAS

1. Chavez, M (1999). Consulta técnica. Dirección Estatal de Transporte Ferroviario, MINAZ.

2. Iznaga, A. (1999). Consulta técnica. Dirección de Derivados, MINAZ

3. Ministerio de la Industria Azucarera (MINAZ (1999) “Fichas de costo de la Levadura Torula”

4. Santiesteban, G. C.M. y Garrido, N (1987). “Analisis de Alternativas de Transportación y Aprovechamiento de Mostos de la Destileria José A. Echeverria” (*Informe interno*). ICIDCA

5.Santiesteban, G, C.M. y Garrido, N. (1988) “Transportación de Mostos por Bombeo- Resumen y Memorias del *Seminario Internacional Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar* (1990)- *Revista Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar*, Vol. XXIV, No. 2-3, pp 51 – 54

6. Santiesteban G, C.M. y Garrido N. (1991) “Transporte Ferroviario de Mostos de Destilería”- Revista *ATAC*, No.1 pp 48-56

7. Santiesteban, G, C.M. y Garrido, N. (1992) “Transporte Automotor de Mostos de Destilería”- Revista *Cuba Azúcar* Vol. XXVI No. 1 pp 38-41

Santiesteban , G, C.M. (2001) “Transportación de Vinazas de Destilería y Producción de Levadura- Parte 1: Transportación de Vinazas y Contaminación Ambiental- *Revista Cub*aAzúcar Vol. XXX No.2

MASILLA POLIMÉRICA FURÁNICA PARA JUNTA SELLANTE DE LOS REDUCTORES DE LOS MOLINOS DE PASTA Y CEMENTO DE LAS FÁBRICAS DE CEMENTO.

Gómez Estévez, Andrés (*)
Puig Santillanes, Julio L.
Dopico Paz, Migdalia MSc
Rodríguez Padrón , Arelys
García González, Jorge L.
Rodríguez Dorrego, Maria Elena
Sosa Pérez, Pablo

Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar, ICIDCA
Dpto. Polímeros, **E-mail** : agomez@icidca.edu.cu

ABSTRACT

The present paper report the solution found for the necessity of the Factories of Cement. It is to substitute the meeting of having sealed of the mill reducers of pasta and cement that are cared, by a material of national production. The experiences in the study of the application of derived resins of the furfural are shown in the preparation of putty of having sealed that it substitutes to the meetings of the mills. This putty is easy in its application and that it is of easy renovation when they are carried out the maintenance to the mills.

INTRODUCCIÓN

Los molinos reductores de pasta y cemento son equipos fundamentales en la fabricación de cemento, ellos poseen un cárter que va atornillado al equipo principal y es por donde se accede al interior del molino, está unión lleva una junta importada que permite que los bordes atornillados de las partes, queden asentadas en su apriete y garantice el sellado y hermetización durante la explotación del equipo, para de esta forma no tener pérdidas de materiales. El material que se emplee como junta debe asimilar la compresión por el apriete de los tornillos hasta un valor límite, en que se garantice que no existan puntos de contacto directo entre las piezas con peligro de deformación de las mismas, además el producto debe ser tixotrópico, o sea, mantener igualdad de propiedades en toda su dimensión, debe asimilar las vibraciones, impactos y otros esfuerzos mecánicos, sin deterioro en el tiempo de su integridad para que no falle la hermeticidad en el equipo.

Las exigencias señaladas son la base de partida para el estudio de un nuevo material que sustituya la junta importada y este es el objetivo de este trabajo.

El presente trabajo tiene como objetivo dar solución a la necesidad de las Fábricas de Cemento de sustituir la junta de sellado de los molinos reductores de pasta y cemento, que se importan, por un material de producción nacional.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para este estudio se emplearon:

- Resina FAM. Resina desarrollada y producida en el ICIDCA, Gómez, A. y otros (1994).
- Polvos de sílice, talco industrial y grafito.
- Aerosil.
- Endurecedores HY-830, HY-850 y HY-943.

Tabla 1 Propiedades de la Resina FAM

Viscosidad cPs	2000 - 3000
Densidad g/cm^3	1,16 - 1,17
Peso seco %	70 - 75
Punto de gel seg.(1)	5 - 12
Tiempo de vida min.(2)	40 - 50
Adherencia MPa (3)	10 - 15
R. a la Tracción MPa (3)	9 - 15
Monofurfurilidenacetona (%)	32 - 36
Difurfurilidenacetone (%)	26 - 30
Furfural libre (%)	no más de 2

(1) A 170 ºC, con 12 % de Acido bencenosulfónico (ABS).
(2) A temperatura ambiente con 15 % de Polietilenpoliamina (PEPA).
(3) Resina sin carga

La formulación de la masilla se puede llevar a cabo dentro del reactor o en mezcladoras adecuadas.

Para la caracterización de la resina y de las composiciones poliméricas desarrolladas con ella, se emplearon ensayos desarrollados por Solntseva, V.L. y colab. (1968), otros de propiedades físico mecánicas, Gómez, A.; Bernal, C. ; y P. Frontini (1995) y de propiedades químico-físicas reportados en la Tesis de León, M. (1996) y el Manual de Ensayos de Resinas del Dpto. de Polímeros del ICIDCA, además de técnicas de espectrometría UV.

Para los ensayos físico-mecánicos se utilizó la Máquina Universal de Ensayos TIRATEST, de 1 kN, 10 kN y 100 kN, de procedencia alemana.

Los ensayos de adherencia se realizaron aplicando la composición polimérica sobre el extremo de una placa de acero CT-3 de 120 x 20 x 2 mm, solapando otra placa de iguales dimensiones, pero con los extremos libres de las placas opuestos, el área de solapamiento o de contacto de la composición polimérica con las placas es de 2 cm y en el ensayo la fuerza se aplica sobre los extremos libres en sentido contrario, provocando una fuerza de cizallamiento.

Para el ensayo de resistencia a la tracción y flexión se confeccionaron probetas de 5 mm de espesor y 150 mm de largo, empleando las Normas ISO/R 527-1996 (E) y la 178-1993 (E).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A partir de las experiencias relacionadas con el desarrollo, caracterización y aplicación de composiciones poliméricas furano-epoxídicas, Gómez, A. y colab. (1994)(1996)(1997)(1999); se ensayaron diferentes formulaciones de la masilla de sellado, en las que se parte de una relación general MATRIZ : MEZCLA DE RELLENOS de 1 : 1, evaluando el efecto del agente tixotrópico en los siguientes aspectos de vital importancia para una masilla:

- la textura
- la consistencia de la pasta
- la aplicabilidad de la masilla, o sea, la facilidad de aplicar la misma
- propiedades de resistencia mecánica, etc.

Todos los ensayos al nivel de laboratorio se repitieron cinco veces. Las pruebas al nivel de banco y talleres se realizaron en uniones con bridas de tuberías de diferentes diámetro, donde paralelamente a la aplicación de la masilla, se confeccionaba con la misma, una placa de 4 a 5 mm de espesor, para confeccionar las probetas a ensayar en propiedades físico mecánicas.

Posteriormente después de seleccionada la de mejores posibilidades, se entregó la misma a la Fábrica de Cemento para su evaluación en los molinos. Se anexa el documento de entrega a la Fábrica como parte del protocolo de investigación.

En la siguiente tabla se exponen las formulaciones estudiadas y sus propiedades, pero no se detallan sus composiciones por estar las mismas en proceso de reconocimiento legal.

Tabla 2 Formulaciones estudiadas

Propiedades	**Fórmula 1**	**Fórmula 2**	**Fórmula 3**	**Fórmula 4**	**Fórmula 5**
Resist. a la Flexión MPa	32	38	41	36	30
Módulo en Flexión MPa	2450	2480	2502	950	2420
Resist. a la Tracción MPa	14	18	21	18	14
Módulo en Tracción MPa	10020	10100	10080	46100	10030
Resist. a la Compresión	58	48	62	83	53
Módulo en Compresión	26300	28450	23217	24950	34250
Adherencia al cizallamiento N/mm^2	4.7	5.7	13.4	17.5	16.3
Dureza Brinell	65	70	106	112	95
Escurrimiento	Escurre	Ligero	Ninguno	Muy poco	Ligero
Valoración a escala de banco	Muy buena	Buena	Muy buena	Excelente	Buena

Como puede apreciarse las formulaciones estudiadas son bastante buenas, pero la Formula 4 resulta superior en todos los sentidos.

Valoración para la introducción del resultado

La respuesta de la evaluación de la masilla selladora en los molinos de la Fábrica fue muy satisfactoria, por lo que con su valoración se comenzó la producción comercial en el ICIDCA y la introducción del mismo en estas fábricas. Se cuenta con el Aval de la Fábrica.

Como una consecuencia de las actividades de I + D (Investigación y Desarrollo) del ICIDCA surge este resultado y encuentra al igual que otros resultados de este Grupo, la salida comercial para la introducción al país, favoreciendo con ello la sustitución de importaciones en primer lugar y la factibilidad de exportación del mismo.

Para la producción y generalización de esta composición polimérica no es necesario realizar inversiones, ya que puede ser producido en el ICIDCA donde existen capacidades instaladas que permiten satisfacer las demanda del producto.

El producto ya se comercializa y se ha empleado además en los tachos de la cervecería Hatuey, con iguales resultados satisfactorios.

En estos momentos se estudia en aplicaciones dentro de la industria azucarera.

CONCLUSIONES

- Se estudiaron formulaciones de composiciones poliméricas a partir de resina FAM para masilla de sellado de superficies y cuerpos metálicos.
- La Formula 4 resultó la de mejores propiedades al nivel de laboratorio y de aplicación al nivel de Banco (en talleres).
- La composición polimérica desarrollada supera a otras comerciales basadas en resinas de poliéster insaturado, no sólo en propiedades sino también en protección química.
- Se garantiza la producción de la masilla sin requerir inversiones adicionales y ya se incluye en el Plan de Producción desde 1999.
- Se aplican comercialmente con éxito desde 1999 y desde entonces se ha dejado de importar la junta.

REFERENCIAS

Gómez, A. y otros,(1994) “Resinas furano-epoxídicas y su procedimiento de obtención” Certificado Nr. 22 355, ICIDCA, *Clasificación Internacional*: C08L 63/00; C08G 8/06.

Solntseva, V.L. y colab. (1968); Métodos de control, análisis y pruebas; Lakokrasochnie materiali No. 6,.

Gómez, A. ; Bernal, C. ; y P. Frontini (1995); Evaluación del comportamiento mecánico de resinas FAM con y sin modificación ; *Seminario Argentino de Polímeros* (SAP’95), Córdoba, Argentina.

Boletines técnicos de los recubrimientos especiales FURAL, ICIDCA, 1998, 1999.

Gómez, A.; Rodríguez, A.; Castillo, J.; y colab. (1994); “Desarrollo de Recubrimiento Adhesivo Furánico”; IX *FORUM DE CIENCIA Y TECNICA*.

Gómez, A.; Puig, J.; Diez, F.; Sosa, P.; Rodríguez, A.; Castillo, J.; y colab. (1996); “Recubrimientos especiales para protección de hormigón, madera y metales”; XI *FORUM DE CIENCIA Y TECNICA*.

León, M.; Gómez, A. y A. Bermello (1996); Estudio de síntesis y caracterización de resinas furano-epoxídicas; Trabajo de Diploma Universidad de la Habana, Facultad de Química, Departamento de Química Física.

Gómez, A.; Rodríguez, A.; Castillo, J.; Bermello, A.; Cabrera, M. y M. del Valle (1997); “Evaluación de resinas derivadas del furfural en la protección, impermeabilización y hermetización de depósitos de hormigón”; *Congreso ATAC.* , 47

Gómez, A. y colab. (1999); Informe Final del Proyecto CITMA 01.18, del Programa Nacional “Desarrollo de la Agroindustria Azucarera”, ICIDCA.

METODOLOGÍA PARA LA FORMULACIÓN E IMPLANTACIÓN DE LA ESTRATEGIA CORPORATIVA EN EL ICIDCA

Gallardo Capote, Mariela MSc

Instituto cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar
Vía Blanca No. 804 y Carretera Central, apdo. 4026, San Miguel del Padrón, Ciudad Habana
E-mail: mariela@icidca.edu.cu

ABSTRACT

The challenge that means to look for solutions to the occurred changes in the sugar agroindustrial sector along the 90´s for the development of scientific research institutes, lies on the fact that the majority of the existent experiences are related or found in production enterprise with a typical working structure and in our case deals with a research centre with different operating conditions. In such a case, a PROCESS MAP is choose as working tool, where the run through the different process stages and their union, produce the definitions for the formulation and implementation of the change action needed. As a result of this study a design for the corporate strategy of ICIDCA up to 2004, vehicle allows of the organization of the needed actions to hold up the position of the institute and to reach its projection, as well as, the required functional strategies and business.

INTRODUCCIÓN

El Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA) se concibió desde sus inicios como parte del desarrollo de la industria de los derivados y su papel fue primordial en la posición que alcanzó esta industria en un momento determinado. En sus 35 años de existencia ha transitado por diversas etapas, muy relacionadas con el momento histórico del país y la industria.

Los cambios ocurridos en la economía nacional y en particular en el sector agro - industrial azucarero y en el de las ciencias, han contribuido y decidido un cambio en el estilo y concepción de trabajo del Instituto, guiado en lo esencial por las condiciones que requiere el momento actual. A partir de este hecho se presenta la necesidad de orientar al Instituto de tal forma que permita encontrar sus posibilidades de crecer, su desarrollo futuro, alcanzar resultados económicos favorables y definir las bases y los nuevos conceptos sobre los que podrá lograrlo, así como adecuar su posición y diseñar como se insertará en los nuevos requerimientos del Ministerio del Azúcar y el país.

El reto que se presenta para buscar soluciones a lo descrito anteriormente estriba en que la mayor parte de las experiencias presentes en la literatura y en la practica están relacionadas o se encuentran en empresas productivas con una estructura típica de trabajo, y

en el caso que se plantea se trata de un centro de investigaciones con condiciones diferentes a las habituales para esta problemática.

DESARROLLO

La decisión definitiva sobre el concepto a utilizar en el diseño de las estrategias obtenidas consideró los siguientes elementos:

- La necesidad de una metodología que guíe el proceso de formulación de la estrategia organizacional mantiene vigencia en contextos sometidos a un entorno turbulento.
- La estrategia de una organización es única y responde a un contexto y a unas condiciones especificas.
- Estructurar la formulación en un proceso formal permite una labor sistematizada y consciente, con menores riesgos y que sirva de entrenamiento a la organización y a sus miembros para el trabajo futuro.
- Debe existir equilibrio, entre el enfoque y la metodología, con exigencia de sistematicidad, rigor y formalización, siempre y cuando no signifiquen renunciar a la flexibilidad, creatividad e innovación, lo cual se puede encauzar a través de enfoques de contingencia.

Por esta razón se elige el MAPA DE PROCESO - guía para la actualización de la estrategia de desarrollo de la empresa como herramienta de trabajo, ya que la misma se sustenta en el análisis de todos los elementos expuestos por las diferentes escuelas, así como los enfoques de algunos autores que han tratado esta temática, y parte de la idea de que la elaboración estratégica requiere de una lógica sucesión de pasos interrelacionados que reflejen, ante todo, el rigor científico que emana de las regularidades universales en este campo, como base de la labor cotidiana, y que el tránsito por diversas etapas del PROCESO y su unión, produzca las definiciones para la conveniente formulación e implantación de las acciones que suponen los cambios de la empresa.

El proceso para la formulación y puesta en marcha de estrategias referido y que constituye la metodología adoptada para la obtención de los resultados esperados, está conformado por siete etapas de trabajo: reflexión, diagnostico, segmentación, formulación, definición de estrategias de relaciones, implementación, seguimiento y control estratégico. Es imposible pensar en cada etapa de forma independiente, ya que las mismas han sido divididas solo para facilitar el trabajo de procesamiento lógico de la información, pero debe ser analizado como un todo que se integra de diversas formas y en diferentes momentos.

Fue necesario, por las características que posee la organización como centro científico, adaptar las técnicas y las definiciones que dan cuerpo al proceso, así como encontrar las diferencias a introducir respecto a su empleo en una empresa productiva.

Como resultado de la realización de este estudio se obtuvo un diseño de la estrategia corporativa del Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA) hasta el año 2004, que permite encaminar los esfuerzos en el sector adecuado, organizar las acciones necesarias para mantener la posición de la Institución y alcanzar su proyección, conocer que estrategias funcionales y de negocios requiere, así como los elementos para realizar su diseño.

RESULTADOS DEL ESTUDIO

A partir de la aplicación de la metodología adoptada se obtuvieron diferentes resultados, necesarios todos, en cada una de las etapas analizadas. Dichos resultados se lograron mediante la aplicación de diversas técnicas, siempre a través de una información de entrada que dio lugar a la información de salida requerida para el objetivo previsto en cada etapa.

La Reflexión Estratégica sentó las bases para conocer la necesidad de enrumbar la organización de forma paulatina y sin descuidar las experiencias pasadas. Indicó a su vez que debe hacerse hincapié en el futuro y en la continuidad del conocimiento, así como en mantener la fuerza de trabajo técnica preparada para el nuevo momento.

l Diagnostico Estratégico permitió valorar la existencia de un sector, que constituye la razón social del centro, con una baja competitividad aunque con una tendencia favorable a su incremento. El posicionamiento en el mismo es muy ventajoso, pero existen algunas debilidades que atentan, con el decursar del tiempo, en mantener esa posición, y fundamentalmente están relacionadas con la edad del personal técnico, el estado de los equipos, la solvencia financiera y el insuficiente sistema de información y decisiones.

Se evidenció a su vez la existencia de un mercado externo desconocido pero con amplias posibilidades a partir de la proyección de su imagen al exterior. La continuidad de las investigaciones no esta garantizada, ya que se trabaja sobre la base del conocimiento pretérito y la investigación tiene efecto en el corto plazo. La cultura de la organización es poco favorable al cambio pero, bien considerada, puede ser beneficiosa porque se basa en experiencias pasadas, que para el ICIDCA están relacionadas con un arduo trabajo en la industria. Su mayor ventaja competitiva estriba en la capacidad de brindar soluciones integrales a la industria.

La Segmentación Estratégica dio la posibilidad de conocer la conformación de la cartera de negocios del Instituto, su desequilibrio en todos los casos y las estrategias recomendadas para cada uno de los productos, servicios o tecnologías. A su vez la representación del campo de batalla actual y futuro en Cuba y en el extranjero permitió ubicar los negocios y las actividades en los cuales el Instituto debe centrar sus esfuerzos y principales recursos.

De la representación del campo de batalla en Cuba es posible concluir que existe un elevado número de actividades que constituyen, no solo un negocio actual sino que hay que continuar trabajando en ellos pues tienen posibilidades importantes en el futuro. Esas actividades constituyen prioridad de trabajo, pues afianzar en el presente la posición del ICIDCA garantiza en alguna medida su futura posición.

Para atender a estas industrias el ICIDCA debe garantizar una amplitud de opciones, que pasan desde su cartera de investigaciones hasta la de servicios, y por tanto, las estrategias que se tracen deben estar dirigidas a ese fin.

Al analizar el campo de batalla actual y futuro en el extranjero las valoraciones son diferentes, ya que como se aprecia en las conclusiones de las etapas previas, el Centro

aunque posee una imagen internacional prestigiosa, no está presente fuera del mercado cubano. Su presencia en el exterior es decisiva desde dos aristas, para encontrar nuevas fuentes de financiamiento que le permitan la sustitución o renovación del equipamiento y para confrontar con nuevas tecnologías o conocimientos de punta. De esta forma satisface algunos de sus lineamientos estratégicos.

La Formulación de la estrategia corporativa resulta sencilla a partir de toda la información conque se cuenta luego de haber transitado por las etapas previas y conociendo adicionalmente la **VISIÓN** de la organización.
Con todos estos elementos se definieron las estrategias requeridas, las cuales enunciadas a grandes rasgos son las siguientes:

Se requiere adoptar una **ESTRATEGIA DE DESARROLLO** que esté amparada en la experiencia pasada de búsqueda de nuevos productos con mayor valor agregado.

Es necesario formular una **ESTRATEGIA DE CRECIMIENTO** que permita mantener y desarrollar el liderazgo en los segmentos escogidos y fundamentalmente en la industria de los derivados sobre las siguientes bases:

◊ ◊ **DIVERSIFICAR** la presencia del ICIDCA en el sector, incorporando los negocios propuestos y brindando soluciones integrales en las industrias conocidas y con posibilidades futuras.

◊ ◊ **CRECER** hacia nuevos mercados fuera de Cuba, enfocado de formas diferentes.

◊ ◊ **ESPECIALIZARSE** cada vez con mayor fuerza en la industria de los derivados.

◊ ◊ **CRECER** de forma horizontal mediante la transferencia de habilidades. Cada investigador o técnico tenga capacidad y posibilidad de entrenar al personal de la industria.

◊ ◊ **CRECER** de forma horizontal compartiendo actividades. Brindar servicios y/o tecnologías amparadas en el trabajo común de las áreas funcionales. Trabajar en productos que compartan actividades de varias áreas.

CONCLUSIONES

Como resultado del estudio realizado es posible concluir que:

- Es posible aplicar un modelo general para la formulación de estrategias a un Instituto de investigaciones haciendo las adecuaciones necesarias, basado en que cada empresa tiene su propio modelo estratégico.
- Se obtienen las definiciones necesarias, a partir del transito por las diversas etapas señaladas, para enunciar las estrategias y los cambios que debe adoptar el centro.
- El modelo permite analizar el sector de trabajo, formular una estrategia, que en este caso fue de crecimiento, con cada una de las formas para hacerla efectiva y enunciar las estrategias funcionales a formular posteriormente.

- Mediante este sistema de trabajo se involucró al personal encargado de llevar a vías de hecho lo formulado para que existiera correspondencia con sus apreciaciones alrededor del tema.
- Todos los elementos descritos permiten validar la efectividad del modelo adoptado.

REFERENCIAS

Drucker, P., "Management: Task, Responsabilities, Practice"(2000). New York, Edit Harper and Row. 1974.

Ferrer, M., "Proceso de Formación de Estrategias. Un enfoque integrador". *Tesis de Maestría*. Universidad de La Habana.

Houlde, D.,"Estrategia: más allá de la magia", Harvard Deusto Business Review.

Menguzzato, M y Renau J. J., "La dirección estratégica de la empresa. Un enfoque innovador del management" (1991), s/e.

Porter.,M., "From Competitive advantage to corporate strategy"**.** Reprinted by permission of Harvad Business Review "From Competitive Advantage to Corporate Strategy" by Michael Porter, (May/June 1987). Copyright © 1987 by the President and Fellows of Harvard

Porter, M. ,"The Competitive Advantages of Nations". (Marzo – Abril, 1990) Harvad Bussiness Review..

MINIMIZACIÓN DE LA INCERTIDUMBRE DEL IMPACTO DE LA PRODUCCIÓN DE PVC EN CUBA.

Díaz Chaviano, Loyda *
Pedraza Garciga, Julio*
González Suárez,. Erenio *
González Suárez, Nicolás **

* Centro de Análisis de Procesos. Universidad Central Martha Abreu de Las Villas, Villa Clara, Cuba.
**Empresa electroquímica de Sagua, Cuba

- E-Mail: loyda@uclv.edu.cu
- E-Mail: juliop@uclv.edu.cu
- E-Mail: erenio@uclv.edu.cu

**E.Mail: nicolas@minbas.info.cu

ABSTRACTS

In the work are exposed the results of a study prospectivo technological for the PVC production in Cuba, by the characteristics of these productions the study has a multilateral approach including furthermore the traditional technological and financial uncertainty studies on the in the central territory of Cuba in its bond with other industrial sectors as are that of the sugar cane and the production of chlorine and Caustic soda.

INTRODUCCIÓN

En aras de desarrollar en nuestro país la industria de los plásticos como vía de intensificación de los procesos de la industria química, el Análisis Complejo de Procesos es un importante método científico para la elaboración de estrategias y ejecución de tareas de desarrollo de la industria Alcoquímica como materia prima fundamental para la producción de Cloruro de Polivinilo (PVC), esta ruta constituye una base científica y económica fundamental en los estudios sobre el aprovechamiento de los fondos básicos, los recursos materiales energéticos, así como la calidad de los productos y contaminación ambiental, para la modernización, aplicación y reconstrucción de las instalaciones industriales así como para los cambios en la organización de la producción con vistas al perfeccionamiento de la explotación de las instalaciones como es el caso de la reconversión de las plantas de Torula. El empleo de sustratos azucarados permite la producción de alcohol y levadura para alimento animal, en particular la producción de etanol posibilita la ya nombrada ruta alcoquímica a través de la cual se pueden obtener en instalaciones integradas a la industria azucarera variados productos químicos que se requieren para la economía de países en condiciones energéticamente sustentadas y ambientalmente compatibles. A partir del alcohol etílico se puede fabricar una amplia gama de productos de

configuración lineal que pueden agruparse en derivados del etileno y otros productos químicos. El caso específico que nos ocupa es la combinación del etileno, obtenido mediante la deshidratación catalítica del alcohol etílico con cloro que luego de pasar por diferentes procesos se polimeriza para dar lugar al cloruro de polivinilo (PVC). Por otro lado, debido a la alta demanda que existe en nuestro país de Sosa Cáustica y el alto precio que tiene él comprarla en el mercado internacional, se ha manejado la posibilidad de construir una nueva planta de cloro sosa la cual tiene la incertidumbre del uso que se le puede dar al cloro, producto altamente contaminante expuesto a la atmósfera, todo lo anterior conduce al estudio de las perspectivas y la factibilidad económica de la construcción de una planta de PVC, siendo en la actualidad el termoplástico de más universal utilización.

DESARROLLO

Potencialidades de obtener PVC en Cuba por vía Alcoquímica

El incremento de la producción de alcohol a partir de las mieles finales, como uno de los objetivos del desarrollo de los derivados de la caña de azúcar, aumenta la disponibilidad de este producto con vista a su utilización como materia prima en una planta de deshidratación catalítica de etanol para obtener etileno. De esta forma la vía alcoquímica podrá aliviar las necesidades que demanda nuestro país de resinas plásticas, lo cual estará en concordancia con el objetivo de garantizar materia prima para la industria transformativa, mediante un proceso inversionista relativamente modesto, al no ser necesario el diseño de plantas completas de alcohol, sino con la vinculación de la producción de levadura torula, lo que contribuirá a elevar el rendimiento y a disminuir los costos de esas plantas, por lo que la inversión se reducirá a una planta de deshidratación de etanol y a una planta de obtención de polímeros.

Luego, las perspectivas de producir PVC en Cuba marchan a la par con las posibilidades de diversificar e integrar la producción de azúcar y derivados, toda vez que, el etanol es una de las materias primas fundamentales para obtener etileno que a su vez es un producto fundamental en la producción de masas plásticas. El etanol se obtiene por destilación de mieles fermentadas, subproducto de la industria azucarera, y es un producto de múltiples usos en la industria en general. Luego la variante de producir PVC a partir de etileno y este a su vez de etanol enriquece el análisis de las posibles alternativas para la diversificación de un CAI azucarero.

La otra materia prima necesaria para la obtención de la resina objeto de análisis es el cloro, que se obtiene como un subproducto en la obtención de sosa cáustica. Cuba cuenta con la planta Cloro Sosa ubicada en el municipio de Sagua la Grande al norte de la Provincia de Villa Clara cuya capacidad de producción es de 37.8 miles de toneladas de sosa de 50% de pureza, sin embargo la operación de dicha planta no supera el 60% de su capacidad, siendo el consumo del cloro una de las limitantes, debido al poco desarrollo de la industria química nacional. El alto índice de consumo de cloro en la producción de PVC, seria una solución para asimilar la gran cantidad de cloro excedente de alcanzarse la capacidad instalada en la producción de sosa cáustica, sin embargo en las condiciones actuales de operación de la planta, es imposible incrementar la producción de sosa y por ende la producción de cloro.

La planta tiene una capacidad de trabajo real de unas 15 550 toneladas de sosa cáustica que representa unas 7000 de cloro gaseoso, de las cuales el país consume 5000 toneladas en la producción de papel, en la industria textil, industria básica, refinerías de petróleo y otras quedando disponibles unas 2000 toneladas que podrían proporcionar el inicio del desarrollo de la industria del PVC. Por todo lo anterior la capacidad del complejo productivo de PVC, está sometido a esta cantidad de cloro por lo que se considera una producción de PVC de 3280 toneladas por año.

Teniendo en cuenta los requisitos relativos a la localización adecuada de las plantas químicas, se definió localizar, el Complejo Productivo de Cloruro de Vinilo en zonas cercanas a la fuente de materia prima de mayor consumo, el cloro, por lo que la misma se encontrará en la cercanía de la fábrica de Cloro Sosa. En esta zona se construirá la planta de etileno, la del monómero y la del polímero. El alcohol se transportará desde la planta de Torula - Alcohol anexa al CAI "Perucho Figueredo" ubicado en el municipio de Calabazar de Sagua.

Alternativas tecnológicas del Complejo Productivo de PVC

Debido a la perspectiva que brinda la ruta del etileno en un país sustancialmente cultivador de la caña de azúcar, donde se puede hacer eficiente y económicamente etileno en pequeñas cantidades, del alcohol de la caña. La disyuntiva que se presenta es la de obtener 1,2 dicloroetano del etileno solo por la clorinación directa, teniendo cloruro de hidrógeno como subproducto (método convencional) o producir el doble de 1,2 dicloroetano mediante una reacción de oxiclorinación, utilizando el HCl residual de la pirolisis del dicloroetano (método balanceado).

El método convencional tiene la ventaja del menor costo de inversión y de operación, además que el HCl residual para nosotros no sería un problema, debido a que la planta estaría situada próxima a la Planta de Cloro Sosa de Sagua, pero tiene el inconveniente de la pequeña cantidad de cloruro de vinilo y por ende de PVC obtenido, lo cual podría no ser económico, dada la complejidad de las plantas a instalar para satisfacer en un porciento tan pequeño la demanda de PVC en el país. Por otra parte con el método balanceado se obtendría el doble de PVC producido por el método convencional, pero aumentarían los costos de inversión y de operación debido a la instalación de una sección adicional para la reacción del oxiclorinación del etileno.

Por todo lo anteriormente expuesto es que en este trabajo se hace un análisis de alternativas, donde la alternativa I es: La producción de cloruro de vinilo por el método convencional a partir del etileno y la alternativa II: La producción de cloruro de vinilo por el método balanceado.

Factibilidad económica de la producción de PVC en Cuba:

Para determinar la factibilidad económica de producir Cloruro de Polivinilo se sigue la secuencia dada a continuación:

- - Estudio teórico sobre la tecnología de producción de PVC.
- - Estudio sobre la demanda de PVC en Cuba, así como la importancia y efecto que traería su explotación.
- - Definición de la materia prima y su disponibilidad.
- - Definición de la localización del Complejo.
- - Estudio de alternativas tecnológicas para la producción de etileno.
- - Desarrollo de balances de materiales y energía en el dimensionamiento de la planta.

- - Análisis económico parcial.
- - Estudio de alternativas tecnológicas para la producción del monómero cloruro de vinilo (MVC).
- - Estudio de alternativas tecnológicas para la producción del polímero de cloruro de vinilo (PVC).
- - Desarrollo de balances de materiales y energía en el dimensionamiento de la planta.
- - Integración de cada una de las plantas y análisis económico total de la inversión.
- - Selección de la alternativa más económica, si es económicamente factible y conclusión final.

En la tabla siguiente se muestran los resultados del análisis económico para las alternativas propuestas
:

Parámetros estáticos.		**Alternativa I**	**Alternativa II**
Adquisición del equipamiento	($)	878 095.28	1 192 140.00
Total de Costos Directos	($)	1 543 712.10	2 186 071.34
Total de Costos Indirectos	($)	276 243.23	391 191.71
Costo Total Invertido	($)	2 022 172.60	2 863 625.60
Total de Costos Directos de Producción	($/año)	1 267 128.00	2 003 761.70
Total de Costos de Fabricación	($/año)	1 442 922.20	2 252 706.22
Costo Total de Producción	($/año)	1 623 533.00	2 534 348.00
Ingresos por ventas (de PVC)	($/año)	1 418 445.00	2 527 665.00
Ingresos por ventas (de HCl)	($/año)	320 257.80	-
Total de Ingresos	($/año)	1 738 702	2 527 665.00
Parámetros dinámicos			
VAN	**($)**	**805 544.20**	171 206.60
TIR	**(%)**	**27.6**	12.3

CONCLUSIONES

- Es posible la producción de PVC en el país a partir del etileno, obtenido por vía alcoquímica y el cloro producido en la Planta de Cloro Sosa de Sagua.
- El monómero de vinilo, puede producirse por dos métodos de obtención, en dependencia del cloro disponible y de la demanda del cloruro de hidrógeno producido.
- El método de polimerización en suspensión, ofrece una mayor calidad del producto final y el PVC que se obtiene es el de mayor demanda tanto en el país como mundialmente, por lo que el mismo es el escogido para la planta diseñada.
- El cloro disponible para la producción de PVC no satisface la demanda del mismo, por lo que las capacidades de las plantas están sometidas a esta restricción, hecho a considerar a la hora de decidir por la realización o no de la inversión.
- Del análisis de factibilidad de la inversión por métodos dinámicos, se puede concluir que de ambas alternativas resulta más factible económicamente producir dicloroetano sólo vía clorinación directa (método convencional) y de hecho obtener ingresos por la venta del

PVC producido y del cloruro de hidrógeno obtenido de la pirolisis del dicloroetano; ya que para esta variante se obtienen los mejores resultados en el cálculo del VAN y de la TIR, siendo estos de $805 544.2 y 27.6% respectivamente en un período de 12 años.

- El cloruro de vinilo es una sustancia muy tóxica por lo que encontrar vías económicas de reducir su concentración tanto en la atmósfera de plantas de este tipo, como en el producto final de PVC es un problema fundamental a resolver.
- No se debe acometer la inversión de una planta de PVC en el país, sin antes estar resuelto el problema de la contaminación y de los residuales de dicha planta.

REFERENCIAS

1- Bischoff, K: Introducción a la química y tecnología de los plásticos. Editorial ciencia y técnica. La Habana, 1970, 385p.

2- Burgess, R.H: Manufacture and processing of PVC. Editorial Ciencia Aplicada, London, 1982, 276p.

3- Colectivo de autores: Consideraciones técnico-económicas sobre la posibilidad de producir polímeros de gran consumo a partir de materias primas nacionales. Ciudad Habana, enero,1988, 51p.

4- Cuellar Moya, Roberto. Análisis preliminar para la obtención de cloruro de polivinilo (PVC). Trabajo de Diploma, 1996, 53p.

5- Edwin F, Edwards: New route to Vinyl Chloride. Chemical Engineering Progress, January 1965, V. 61, N. 1, p (21-26).

6- González Suárez, Erenio: Aplicación del Análisis Complejo de Procesos en la intensificación de instalaciones de la industria química en países en vías de desarrollo. Santa Clara, 21 de septiembre de 1993, 160p.

7- Lugo Ruíz, Liliana: Estudio de la Factibilidad económica de producción de PVC en Cuba. Tesis de Maestría. Análisis de Procesos, 1996, 69p.

8- Menéndez Barrios, Ariel: Alternativa Industrial para la producción de Policloruro de Vinilo (PVC) en Cuba. Trabajo de Diploma, julio 1992, 56p.

MONOOLEATO SORBITAN. UN DERIVADO DEL AZÚCAR UTILIZADO COMO EMULSIFICANTE EN NUMEROSAS APLICACIONES.

Duarte , Milagros
Mejias, Rebeca
Gutiérrez, Pablo
Rivera ,Risell.

E-mail director@icinaz.minaz.cu

RESUMEN

Una manera de diversificar el azúcar y aumentar su valor añadido es obtener productos tales como los de Esteres grasos de sorbitol (Monooleato sorbitan), tensoactivo ampliamente utilizado como emulsificante en la Industria Azucarera, Alimenticia, Farmacéutica, Cosméticos, Textil, etc., como emulsificantes, solubilizantes, espesantes, lubricantes y plastificantes.

En el ICINAZ se ha desarrollado un método de síntesis a escala de laboratorio partiendo de sorbitol y ácido oleico, en el cual se obtiene un producto con características similares a los comerciales.

En este trabajo se muestran los resultados de la obtención del Monooeato sorbitan en el laboratorio y en un reactor de 10 litros. Se compara el tiempo de reacción para cada escala.

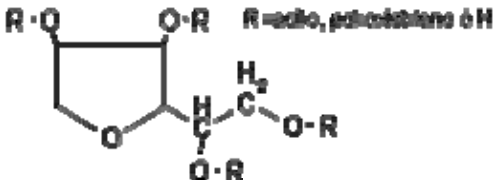
En Cuba considerando la puesta en marcha de la planta de sorbitol que produce una cantidad considerable de este polialcohol, la síntesis de ésteres de sorbitan en el país ofrece una alternativa muy atractiva por cuanto requerirá el uso de un volumen apreciable de sorbitol para su desarrollo, volumen para el que no existe un mercado totalmente garantizado.

INTRODUCCIÓN

El sorbitol es el alcohol de la glucosa (cuando se reduce el grupo aldehido de ésta a alcohol), y es capaz de perder una molécula de agua, bajo calentamiento o por la acción de ácidos, dando lugar a éteres internos (1,4-sorbitan, 1,5-sorbitan y 2,5-sorbitan). El 1,4-sorbitan puede sufrir una segunda deshidratación dando el éter bicíclico, llamado isosorbida.

Los tensioactivos más usados de este grupo suelen ser ésteres de 1,4-sorbitan en los que el grupo OH terminal es el que se esterifica. Se producen reaccionando sorbitan previamente formado con ácidos carboxílicos de cadena larga o derivados. También se forman por transesterificación durante la reacción del sorbitol con un ácido graso y un triglicérido a altas temperaturas.Debido a la complejidad de las reacciones de obtención, los ésteres de sorbitol/sorbitan suelen ser mezclas de distintos compuestos. (KIRK OTHMER., 1990)

Esteres del Sorbitan / Sorbitol



El monooleato de sorbitán se obtiene mediante un procedimiento, (Brown, 1945 , Goepp, 1948, Griffin, 1945, Soltzberg, 1945, Sahasrabudme, 1969) que consiste en hacer reaccionar el sorbitol directamente con el ácido oleico a temperaturas elevadas, bajo atmósfera inerte (nitrógeno) en presencia de ácido fosfórico como catalizador. Una vez concluído el proceso se enfría a temperatura ambiente y no requiere de una posterior purificación.

Se realizó el estudio de la cinética de la reacción de esterificación del sorbitol, es decir la obtención de la constante cinética y el orden de la reacción .Estos parámetros son útiles para la obtención del modelo del proceso

Ecuación Estequiométrica:

Sorbitol + Ácido Oléico ⟶ Mezcla de Esteres de Sorbitán + Agua

La cinética se puede seguir a través de la medición del índice de acidez a las muestras tomadas en el tiempo, ya que el índice de acidez es el número de milígramos de hidróxido de potasio necesarios para neutralizar un gramo de muestra ácida. Por tanto, los datos se transformaron a moles de ácido por litro que quedan sin reaccionar en cada instante de tiempo con lo que se determinó el por ciento de conversión de ácido oleico(X_A).

Partiendo de los datos experimentales se evaluó la expresión para una reacción de segundo orden, cuando los reactantes se introducen en relación estequiométrica ($C_{A0}= C_{B0}$) (7)

$$- r_A = - dC_A/dt = K.C_A^2 = K.C_{AO}^2(1-X_A)^2$$

que una vez integrada resulta: $$X_A/1-X_A = C_{AO}.K.t$$

obteniéndose el gráfico $X_A/1-X_A$ **vs t** para cada síntesis, donde se determinó y comprobó el orden de reacción **(n)** y constante cinética **(k)**.

MATERIALES Y MÉTODOS

Escala de laboratorio.

El procedimiento se realizó en un balón de 3 bocas, equipado con agitación mecánica y calentamiento, además con corriente de nitrógeno y un condensador de reflujo.

Las materias primas utilizadas fueron sorbitol cristalino, ácido oleico al 92 % y ácido fosfórico al 85 %.

Reactor de 10 litros.

El reactor utilizado es discontinuo, de acero inoxidable, enchaquetado y aceite como medio de calentamiento, ya que se requieren temperaturas de trabajo de 200-250 ºC, la agitación entre 100 y 120 rpm y el agitador utilizado fue de tipo áncora. Las materias primas empleadas fueron sorbitol al 70 %, ácido oleico técnico con un índice de acidez de 193.18.

Procedimiento:

El reactor se cargó con la cantidad de sorbitol estimada, se comenzó el calentamiento y agitación a presión reducida y corriente de aire hasta extraer el 30 % de agua. Una vez seco el sorbitol se añadió el catalizador y el ácido oléico, se continuó el calentamiento a presión atmosférica, con corriente de nitrógeno hasta alcanzar la temperatura de reacción, la síntesis finalizaba cuando el índice de acidez permanecía constante y la muestra estaba homogénea.
La caracterización de los productos obtenidos en la síntesis se realizó fundamentalmente a través de los índices de acidez (IA), saponificación (IS), hidroxilo (IOH), éster (IE) y balance hidrofílico-lipofílico (HLB). También se analizaron los productos por cromatografía de placa, comparándolos con los comerciales SPAN 80, SPAN 85.

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

En la Figura 1 se muestran ejemplos de la variación de la concentración de ácido (IA) con el tiempo en el laboratorio y en el reactor. Las muestras de cada síntesis se tomaban cuando la temperatura de la masa de la reacción llegaba a 230ºC (valor óptimo) *DE DONDE SALE Y COMO SE OBTUVO EL ÓPTIMO*, sin embargo la esterificación comienza desde 190ºC a estas condiciones. Es por este motivo que los primeros puntos en el reactor no se pudieron tomar, ya que el calentamiento hasta la temperatura de trabajo es mucho más lento que en el laboratorio, pero se observa que la reacción procede más rápido en el reactor una vez alcanzada esta temperatura.

Fig 1: Cinética de la Reacción Sorbitol-Ac.Oléico

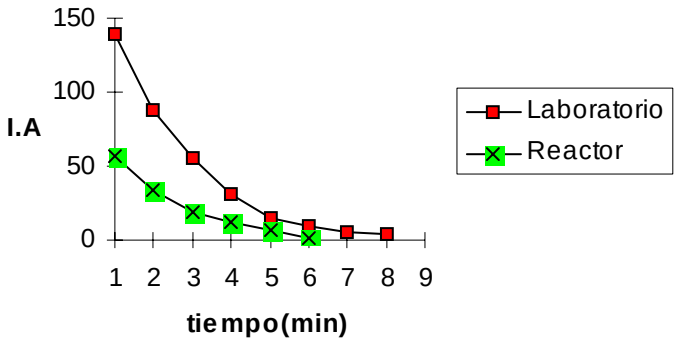


Tabla I. Características de los productos sintetizados.

ÍNDICE	LABORATORIO	REACTOR
IA final	4.16	2.55
IOH	127.56	143.33
IS	163.92	159.23
IE	159.76	156.68
HLB	3.86	3.83

Los índices de la tabla I, muestran que los productos sintetizados tanto en el laboratorio como en el reactor son similares a los productos comerciales que tienen HLB= 4.3 y funcionan como emulsificantes.

El estudio cinético se realizó por el método integral de análisis de datos, ensayándose la ecuación cinética de segundo orden, lo cual se comprobó al obtener una línea recta La dispersión de los puntos obtenidos en el laboratorio es menos que en las del reactor, pero ambos cumplen la ecuación de segundo orden, aunque se debe decir que la recta no sale del origen, ya que el primer período es de ajuste hasta que se alcanzó la temperatura de trabajo 230 ºC.

Tabla II .Análisis Estadístico.

Aspectos/ Escala	Laboratorio	Reactor
Regresión lineal	0.99	0.97
Pendiente(CA_0k)	0.55	0.38
K	0.13	0.19

Se puede plantear que la velocidad de la reacción está determinada por la expresión :

$$- r_A = 0.16\ C_A^{\ 2}$$

CONCLUSIONES

1. Se obtuvo el monooleato de sorbitán a escala de laboratorio y en un reactor discontinuo de 10 litros con características similares al SPAN 80.

2. Se determinó que la reacción de esterificación del sorbitol es de Segundo Orden, reportándose la constante de velocidad.

BIBLIOGRAFÍA

Brown, K.R (to Atlas Powder co) U.S 2,322,820 (1943)
Brown K.R . (to Atlas Powder co) U.s 2,322,822 (1943)
Goepp, R.M (to Atlas Powder co) U.S 2,441,241 (1948)
Griffin, W.Cn (to Atlas Powder co) U.S 2,374,931 (1945)
Kirk Othmer. Enciclopedia of Chimical Technology
Sahasrabudme M.R, and Cadha (1969). R.K *J.Am Oil Chimists soc*. Vol. 46(1), pp. 8-12 (Jan)
Soltzberg (to Atlas Powder co) U.S 2,387,842 (1945)

OBTENCIÓN DE HIDROLIZADOS DE PAJA DE CAÑA PARA SER UTILIZADOS PARA LA PRODUCCIÓN DE ETANOL COMBUSTIBLE

Martín, Carlos
Carrillo, Eugenio,
Fernández, Teresa
Marcet, Marcelo

Departamento de Química e Ingeniería Química, Universidad de Matanzas, Matanzas 44 740, Cuba.
E-mail: carlos.martín@umcc.cu

ABSTRACT

The substitution of the fossil fuels used in transportation by biomass-derived fuels is, for environmental reasons, an important issue. Ethanol serves as an option for substituting or complementing the petroleum-derived automotive fuels. Ethanol is also an option as oxygenator in fuels instead of the environmentally hazardous compound MTBE. The traditional raw materials, such as sugarcane and maize, cannot be considered for production of large amounts of fuel ethanol since they are also sources of food, and they represent a major part of the total production cost. Sugarcane bagasse and crop residues are lignocellulosic materials that could be considered as feedstocks for ethanol production in Cuba and other sugarcane-harvesting countries. While bagasse has been throughoutly characterised as a substrate for alcoholic fermentation, the possibility of bioconversion of sugarcane crop residues has remained poorly studied. In the present work, sugarcane leaves were subjected to SO_2-catalysed steam explosion pretreatment at 205oC during 10 min. Then, the pretreated material was hydrolysed with cellulolytic enzymes. Glucose and xylose were the main sugars contained in the hydrolysate and their concentrations were 19.9 and 4.4 g/l, respectively. The lower sugar content and the higher inhibitor content, compared to bagasse hydrolysates obtained under similar conditions indicate that sugarcane leaves requires a less severe pretreatment than bagasse.

INTRODUCCIÓN

El bagazo y los residuos agrícolas de la caña de azúcar son materiales lignocelulósicos que por su alto contenido de carbohidratos y bajo contenido de lignina, su bajo costo y su disponibilidad tienen gran potencial para ser utilizados como sustratos para la producción de etanol. El bagazo se utiliza como combustible en la industria azucarera y sirve de materia prima para la producción de varios derivados (Paturau, 1988; Triana *y otros*, 1990). Se han realizado múltiples investigaciones sobre la bioconversión del bagazo en etanol. Los residuos de la cosecha de la caña de azúcar, por su parte, quedan en el campo o se queman, en dependencia del método de recolección que se emplee y sólo tienen un uso

muy limitado como alimento para ganado y como combustible. En estos momentos la cantidad de residuos agrícolas de la caña que se usa como combustible en Cuba representa solamente el 5-6% del potencial disponible (Rubio y Pérez, 2000). Por otro lado, se conoce que los desechos agrícolas, además de su utilización directa como alimento animal y combustible, presentan grandes posibilidades para, mediante su secado y compactación, ser convertidos en productos fácilmente transportables y almacenables (Lodos y Cordobés, 1987). En nuestra opinión, los residuos agrícolas de la caña pueden contribuir a la producción de etanol de dos modos distintos: (i) pueden ser convertidos directamente en etanol por hidrólisis y fermentación o (ii) pueden ser utilizados como combustible sólido, sustituyendo así importantes cantidades de bagazo que podrían ser dirigidas a la producción de etanol. El presente trabajo está dirigido a la obtención de hidrolizados enzimáticos de paja de caña que puedan ser utilizados como un sustrato para la bioconversión a etanol.

MATERIALES Y MÉTODOS

La paja de caña fue fraccionada a un tamaño de partícula de entre 2.2 y 10 mm, impregnada con 1% (m/m) SO_2 (Martín *y otros*, 2002) y posteriormente fue pretratada por explosión con vapor a 205°C durante 10 min en un reactor presurizado de 2.4 l, al cual se le suministró vapor saturado desde una caldera. Posteriormente, el material pretratado se diluyó con agua hasta un contenido de material fibroso de 2% (másico) y se sometió a hidrólisis con una mezcla de celulasas durante 72 h a 40ºC, pH 4.8 y con agitación (Martín *y otros*, 2001a; Martín *y otros*, 2001b).

El contenido de glucosa, xilosa, arabinosa, celobiosa, manosa, galactosa, ácido acético, ácido fórmico, ácido levulínico, furfural y 5-hidroximetilfurfural (HMF) en el prehidrolizado y en el hidrolizado se analizó por HPLC. El contenido de fenoles totales fue determinado colorimétricamente según el método de Folin-Ciocalteau (Singleton *y otros*, 1999).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El contenido de fibra en el residuo sólido del pretratamiento de la paja fue inferior al obtenido en el pretratamiento del bagazo debido a una mayor hidrólisis de las hemicelulosas (tabla 1). El alto contenido de ácido acético es otra indicación de la hidrólisis de las hemicelulosas (tabla 2).

Tabla 1 Contenido de fibra en el residuo fibroso del pretratamiento de paja de caña por explosión con vapor. *Tomado de Martín *y otros*, 2002

Material	Contenido de fibra
Paja de caña	55.4
Bagazo*	69.2

El prehidrolizado de paja de caña presenta un menor contenido de xilosa y un mayor contenido de furfural y de ácido fórmico que el prehidrolizado de bagazo (tabla II). Esto se debe a que la xilosa formada por la hidrólisis de las hemicelulosas fue degradada a furfural y que este último también sufrió la degradación con formación de ácido fórmico. El alto grado de degradación observado indica que las condiciones de pretratamiento fueron demasiado severas para la paja. Todas estas observaciones permiten afirmar que el pretratamiento de la paja requiere de condiciones más blandas que el pretratamiento del bagazo.

Tabla 2 Contenido de azúcares e inhibidores en prehidrolizado de paja de caña. *Tomado de Martín y otros, 2002

Componente	Paja de caña	Bagazo*
Glucosa	0.9 (0)	0.9 (0)
Xilosa	4.7 (0.14)	6.3 (0.47)
Arabinosa	0.9 (0)	0.9 (0)
Celobiosa	2.4 (0.25)	2.7 (0.21)
HMF	0.25 (0.18)	0.4 (0.35)
Furfural	1.75 (0.55)	1.0 (0.08)
Àcido fórmico	2.3 (0.09)	0.7 (0.17)
Àcido acético	4.25 (0.12)	3.55 (0.24)

Media de tres réplicas. Las desviaciones estándar se muestran en paréntesis.

La formación de glucosa como resultado de la sacarificación enzimática de la celulosa ocurrió a una mayor velocidad durante las primeras horas de la hidrólisis (figura.1). Este comportamiento es similar al reportado previamente para el bagazo (Martín *y otros*, 2001b).

.

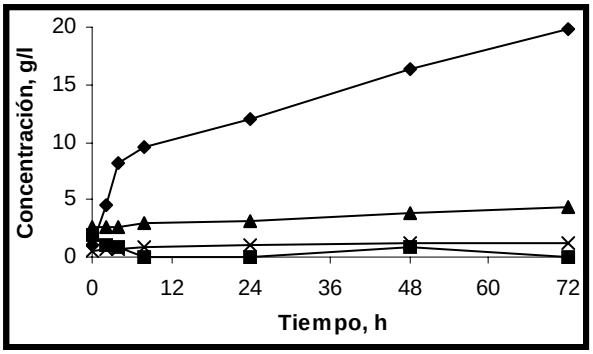


Fig. 1. Formación de glucosa (♦), xilosa (▲), arabinosa (x) y celobiosa (■) durante la hidrólisis enzimática

El hidrolizado obtenido presenta un menor contenido de glucosa, xilosa y arabinosa que el hidrolizado de bagazo obtenido en condiciones similares (tabla 3). El contenido de compuestos fenólicos en el hidrolizado de paja es aproximadamente un 28% superior que

en el hidrolizado de bagazo debido a una mayor degradación de la lignina durante el pretratamiento.

Tabla 3 Composición química de hidrolizados enzimáticos de paja de caña. Tomado de Martín *y otros*, 2002

Componente	Paja de caña	Bagazo*
Glucosa	19.9 (1.00)	21.4 (1.13)
Xilosa	4.4 (0.15)	6.9 (0.87)
Arabinosa	1.0 (0)	1.2 (0.06)
HMF	0.4 (0.08)	0.6 (0.09)
Furfural	0.6 (0)	0.6 (0)
Àcido fórmico	1.2 (0.06)	0.9 (0.06)
Àcido acético	1.2 (0.25)	1.4 (0.63)
Compuestos fenólicos	2.3 (0.23)	1.8 (0.06)

Media de tres réplicas. Las desviaciones estándar se muestran en paréntesis.

Para evaluar el efecto de los inhibidores de la fermentación, tales como compuestos fenólicos, ácido acético, ácido fórmico, HMF y furfural, sobre la formación de etanol se requiere investigar la fermentabilidad de los hidrolizados, lo que actualmente se está realizando en nuestro laboratorio.

CONCLUSIONES

- La paja de caña requiere de condiciones de pretratamiento menos drásticas que el bagazo para ser convertida en azúcares fermentables.
- Es necesario investigar la fermentabilidad de los hidrolizados de paja de caña para elucidar su potencial como sustrato para la obtención de etanol.

REFERENCIAS

Paturau, J. M. (1988) El uso del bagazo como material prima para la obtención de derivados y generación de
energía. Subproductos y derivados de la agroindustria azucarera. Serie Diversificación. GEPLACEA. México.

Triana, O., Leonard, M., Saavedra, F., Fernández, N., Gálvez, G., Peña, E. (1990) Atlas del bagazo de la caña de azúcar. GEPLACEA. México.

Rubio, A. y Pérez, F. (2000) *In. Sugar J* Vol. 102, pp. 551-555

Lodos, J., Cordovés, M. (1987) La caña de azúcar: fuente de combustible almacenable y electricidad. Uso alternativo de la caña de azúcar para energía y alimento. Serie Diversificación. GEPLACEA. México.

Martín, C., Galbe, M., Nilvebrant, N.-O., Jönsson, L.J. (2002) *Appl Biochem Biotechn* 98/100. En prensa.

Martín, C., Almazán, O., Marcet, M., Hernández, E. (2001a) *Revista ATAC* 62, 2.

Martín, C., Wahlbom, F., Galbe, M., Jönsson, L.J., Hahn-Hägerdal, B. (2001b) *Proc. Brazilian Symp. Chem. Lignins Wood Comp*. Vol. 7, pp. 361-367

Singleton, V., Orthofer R, Lamuela-Raventós R. (1999) *Methods in Enzymology* 299**,**pp. 152-178.

OBTENCIÓN DE LA 2-NAFTOXIACETAMIDA

Díaz, Mercedes
Lamí, Laura
Galarraga, Deborah

Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA). Vía Blanca 804 esq. Carretera Central. San Miguel del Padrón. Ciudad de La Habana. Cuba.
Tel.: (537)557132 Fax: (537) 38236
E-mail: llami@icidca.edu.cu

ABSTRACTS

The 2-naphthoxyacetamide is an phytohormone helper of the dumfounded of fruits, it is very used as fertilizer of eggplant and tomato in tunnels and cultivation houses.

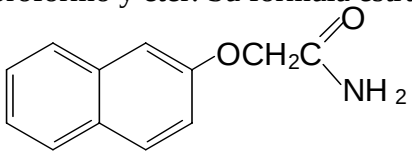
In this work, the synthesis of this phytohormone by a simple and economic synthesis technique was described. By chemical-physical methods, Nuclear Magnetic Resonance Spectroscopy of C^{13} and `H and Masses Spectrometry was characterized.

INTRODUCCIÓN

La 2-naftoxiacetamida es un producto de acción fisiológica cuyo empleo permite la obtención de frutos más precoces, de mayor peso y elevada calidad, siendo muy utilizada en el control de la floración y fructificación en berenjena y tomate, según lo reportado Barberá, (1989). En tomate, reduce el corrimiento con lo que se favorece el cuajado y aumenta la fructificación a la vez que adelanta la maduración y, en ocasiones, evita la formación de semillas. En berenjena, aumenta la longitud y peso de los frutos y adelanta la maduración (Murayama y Akira 2000).

Debido a que el ácido 2-naftoxiacético se descompone rápidamente fue necesario estudiar su conversión a amida, que también es una fitohormona muy empleada en túneles y casas de cultivos.

La 2-naftoxiacetamida es un sólido cristalino beige de punto de fusión de 138-140^{0}C, soluble en acetona, cloroformo y éter. Su formula estructural es:



En este trabajo se estudia a través de dos métodos de síntesis la obtención de la 2-naftoxiacetamida, y su caracterización estructural por espectroscopía de Resonancia

Magnética Nuclear Protónica y de C^{13} y por Cromatografía Gaseosa acoplada a un espectrofotómetro de Masas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se estudian dos variantes de síntesis, modificando las técnicas reportadas por Strauss y Christopher (1995) y Minard y Smereczniak (1981).

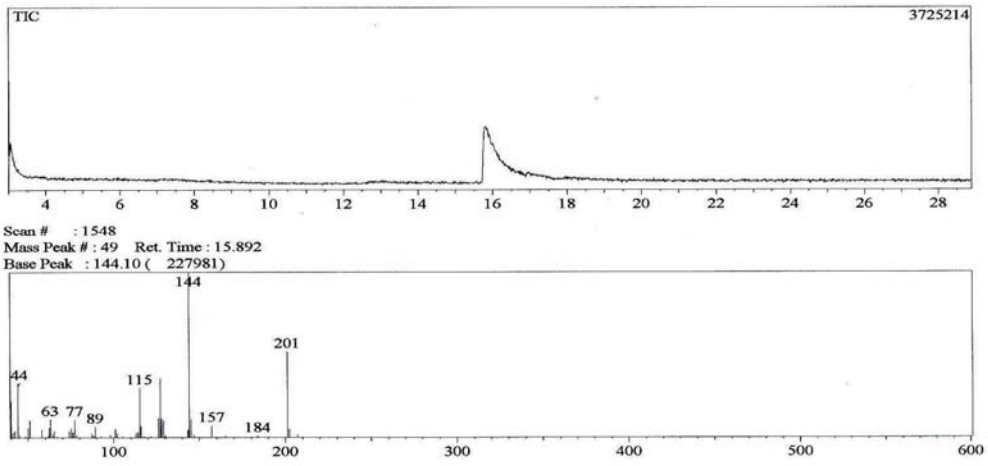
Variante A: Se reflujan a temperatura de 130°C, durante 12 horas, 0,123 moles del ácido 2-naftoxiacético y 2.46 moles de NH_3 al 20% formándose un precipitado aceitoso oscuro. Se recristaliza el producto de carbón activado y acetona, como un sólido beige de punto de fusión 138-140°C. Rdto. 75%

Variante B: Se añade a una solución de ácido 2- naftoxiacético en DMFA (8ml por mmol de ácido), 1,1 eq. de TBTU, 3 eq. de Et_3N y 1,1 eq. de NH_4Cl. Se agita 24 horas a temperatura ambiente, se le añade una solución saturada de NaCl y luego se extrae el producto en éter o acetato de etilo. La fase orgánica se lava con HCl 2M, luego agua y solución al 5% de Na_2CO_3, y por último con agua; se evapora la fase orgánica y cristaliza el producto con temperatura de fusion de 138-139°C. Rdto, 78%.

El producto obtenido se caracteriza por espectroscopía RMN y cromatografía gaseosa acoplada a masas.

RESULTADOS

En ambas variantes de síntesis se obtuvo el producto con un punto de fusión fue 138-140 °C que coincide con el reportado en la literatura. Es recomendable emplear la variante de reflujo del ácido 2-naftoxiacético con amoníaco por ser la más sencilla y económica.

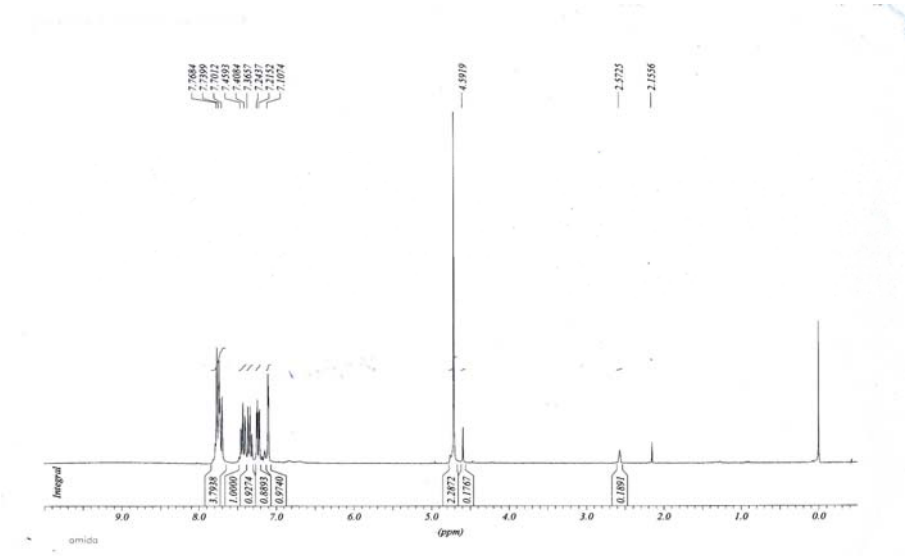


El producto se caracterizó química y estructuralmente por espectroscopía RMN de ^{13}C y ‘H y Cromatografía Gaseosa acoplada a un espectrofotómetro de Masas. En el cromatograma gaseoso se observa la presencia de un pico único lo que evidencia la pureza

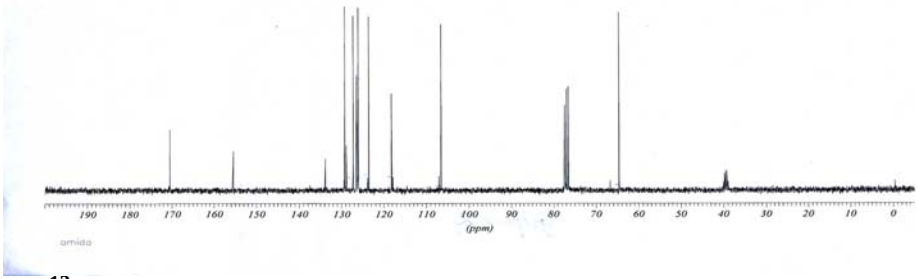
del producto del 97 %. El análisis por espectroscopía de masas del pico cromatográfico muestra las fragmentaciones características del compuesto, a *m/z* 201 el pico [M^+], a 157 el fragmento 2metoxi-naftol, 144 el 2-naftoxi y las fragmentaciones del anillo naftaleno a 115, 89 y 77.

El espectro de RMN-^{1}H corrobora la formación de la amida. El mismo muestra las señales características del anillo naftaleno y las correspondientes a los protones de la cadena alifática y los protones unidos al nitrógeno. Se puede apreciar el desblindaje de los protones unidos al carbono sp_3 enlazado directamente al átomo de oxígeno. El espectro RMN-^{13}C también corrobora la estructura de la amida formada.

Espectro RMN 'H



Peak Nr.	Data Point	Frequency	PPM	Intensity	%Int.
1	3984	12859.42	170.3943	63651	33.6
2	4909	11730.27	155.4325	40531	21.4
3	6243	10101.85	133.8550	32866	17.4
4	6531	9750.29	129.1966	189263	100.0
5	6553	9723.44	128.8408	46940	24.8
6	6654	9600.15	127.2071	179994	95.1
7	6700	9543.99	126.4631	119213	63.0
8	6724	9514.70	126.0749	188426	99.6
9	6878	9326.71	123.5839	179060	94.6
10	7208	8923.88	118.2462	100338	53.0
11	7929	8043.75	106.5840	171199	90.5
12	10391	5038.38	66.7612	10077	5.3
13	10519	4882.13	64.6908	183254	96.8
14	12042	3023.00	40.0564	9409	5.0
15	12059	3002.25	39.7814	17535	9.3
16	12076	2981.49	39.5064	20957	11.1
17	12093	2960.74	39.2314	19810	10.5
18	12110	2939.99	38.9565	9404	5.0



Espectro RMN C^{13}

CONCLUSIONES

- De los dos métodos de síntesis estudiados se concluye que ambos son igualmente favorables, aunque la variante de síntesis reflujando el ácido con amoníaco es la más económica y la propuesta por nosotros para la obtención de la 2-naftoxiacetamida.
- Se logró una metodología de producción de la 2-naftoxiacetamida con un elevado por ciento de rendimiento (76 %) y pureza (97 %).

RECOMENDACIONES

Desarrollar el estudio de factibilidad económica de la producción de la 2-naftoxiacetamida.

REFERENCIAS

Barberá, C. (1989). Pesticidas Agrícolas. Ed. Omega. Barcelona.

Murayama; Akira United States Patent Nº *6,143,695* ¨Plant-root growth promoting agent¨ (Morotomi-machi, JP) Assignee: Ajinomoto Co., Inc. (Tokyo, JP) Appl. No.: 962688 Filed: November 7 2000

Strauss; Christopher R. (North Balwyn, AU); Faux; Alan F. (Footscray, AU) Assignee: Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation (Campbell, AU) Appl. No.: 892996. United States Patent *5,387,397* ¨Method and apparatus for continuous chemical reactions¨ February 7, 1995 ¨

R. Minard and K. Smereczniak. (1981). (Penn State Univ.)from a microscale procedure used by the University of California, Irvine, in itsundergraduate labs. The procedure is based on an experiment by William F. *Wood, J. Chem*. Ed, Vol.58, p. 76.

OBTENCIÓN DEL ÁCIDO 2-NAFTOXIACÉTICO

Lami, L., M.
Viltres, C.
Galarraga, D.
Mesa, M.
García , C.

Dpto. Química Fina, ICIDCA, Vía Blanca ·# 804 San M. Del Padrón.
E.mail : llami@icidca.edu.cu

ABSTRACT

The β-naphthoxiacetic acid is an action physiologic product, helper of the dumfounded of fruits, recommended in tomato, pineapple, grapes, strawberries and other fruits. The name of "Betapal" is the registered trademark of Healy and Synchemicals Companies, it is very used in protected tillage as fertilizer and in the dumfounded of tomato.

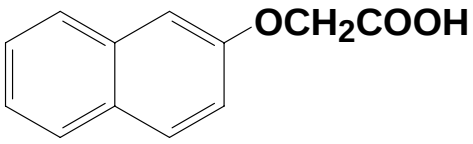
The active principle of this phytohormone by a simple and economic synthesis technique was synthesized in the ICIDCA. By chemical physical methods, Nuclear Magnetic Resonance Spectroscopy of C^{13} and `H and Masses Spectrometry was characterized. On tomato plantations in tunnels and cultivation houses was biologically evaluated.

INTRODUCCIÓN

Entre los diferentes tipos de agroquímicos que se utilizan en la agricultura se encuentra el ácido 2-naftoxiacético, fitohormona sintética de acción fisiológica, reguladora del crecimiento, inductora y favorecedora del cuajado y fructificación de tomate, berenjena, ají y otros, según lo reportado por Woodford (1980).

Murayama Akira (2000) describen que el empleo de esta fitohormona permite la obtencion de frutos más precoces, de mayor peso, elevada calidad y es muy utilizado en cultivos protegidos como fructificador y en el cuajado del tomate.

El ácido 2-naftoxiacético es un sólido cristalino de punto de fusión de 156°C, es poco soluble en agua y soluble en alcohol, éter y ácido acético. Su formula estructural es:

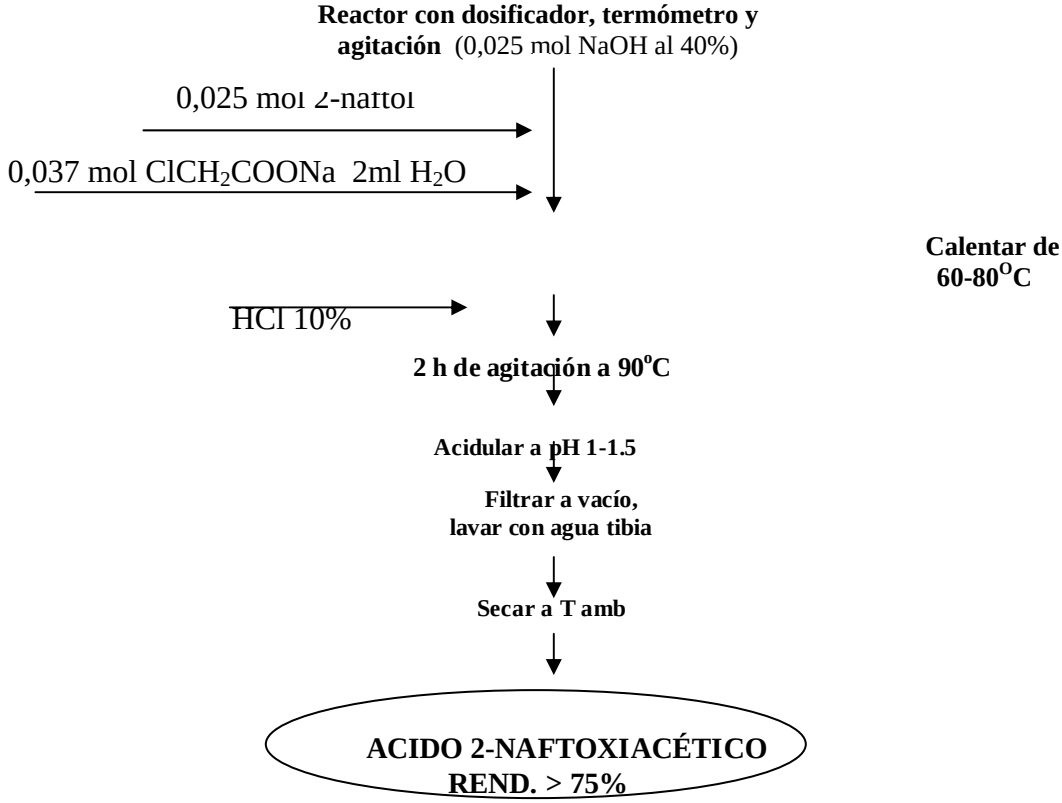


Barbera (1989) reporta que en el metabolismo de las plantas, los compuestos de acción fisiológica juegan un papel preponderante el fenómeno de la beta-oxidación, y ello se aplica a los derivados de naftalenacético, naftoxiacético, y otros. En muchas aplicaciones el

naftoxiacético ha sustituido al ácido naftalenacético (ANA) y ácido indolacético (AIA) por sus resultados a veces irregulares. Esa diferencia de comportamiento se atribuye a que el ANA y el AIA se conjugan entre los tejidos perdiendo su eficacia, en tanto este no sufre esta conjugación y permanece en la planta.

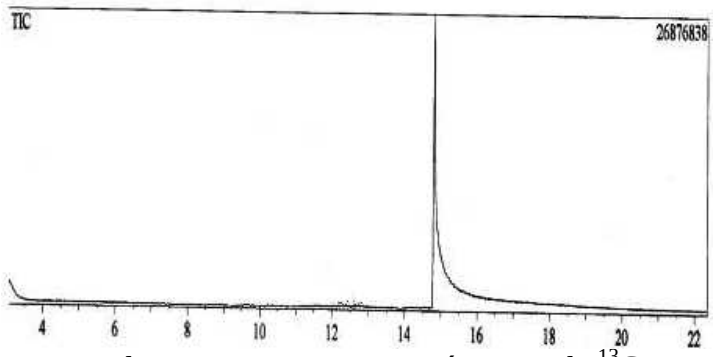
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El principio activo de esta fitohormona fue obtenido a partir de una sencilla y económica técnica de síntesis, resultado de una adaptación de las reportadas por Christopher R (1992); Minard (1982). . En el siguiente esquema se muestra la técnica de obtención del ácido 2-naftoxiacético con un elevado rendimiento.



El ácido que se obtiene se descompone rápidamente por lo que es necesario estudiar su conversión a sal de amina o amida, las que constituyen el principio activo de la fitohormona de acción fisiológica de amplio empleo en cultivos protegidos.

CROMATOGRAMA GASEOSO

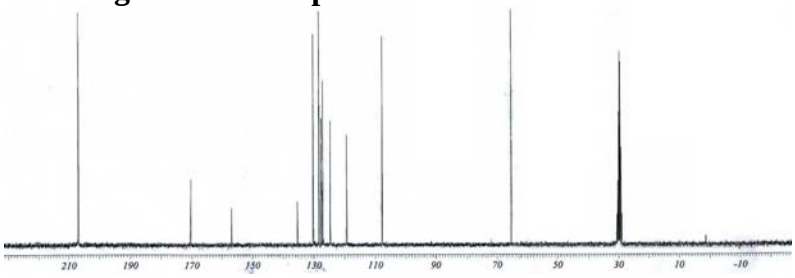


El producto se caracterizó química y estructuralmente, por espectroscopía RMN de ^{13}C y ‘H y Cromatografía Gaseosa acoplada a un espectrofotómetro de Masas coincidiendo los resultados con lo reportado por A. Kim and J. L. Musfeldt (1997). En el cromatograma gaseoso se observa la presencia de un pico único lo que evidencia la pureza del producto del 98%.

El análisis por espectroscopía de masas del pico cromatográfico ofrece las fragmentaciones características del compuesto. La tabla 1 refleja algunas de las asignaciones de las fragmentaciones presentes.

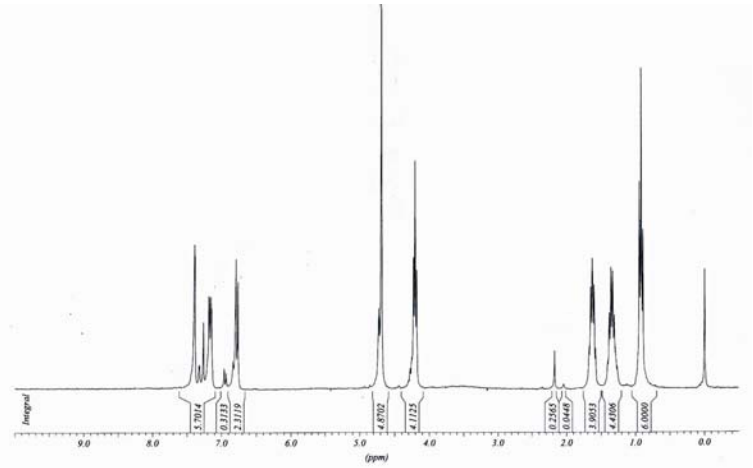
Tabla 1. Asignaciones de los fragmentos del espectro de masas.

M/Z	Fragmentaciones
184	**H_2O**
157	**-COOH**
144	**-CH_2COOH**
128	**-O-CH_2COOH**
115	**=C-O-CH_2COOH**
101	**=C=CH-O-CH_2COOH**

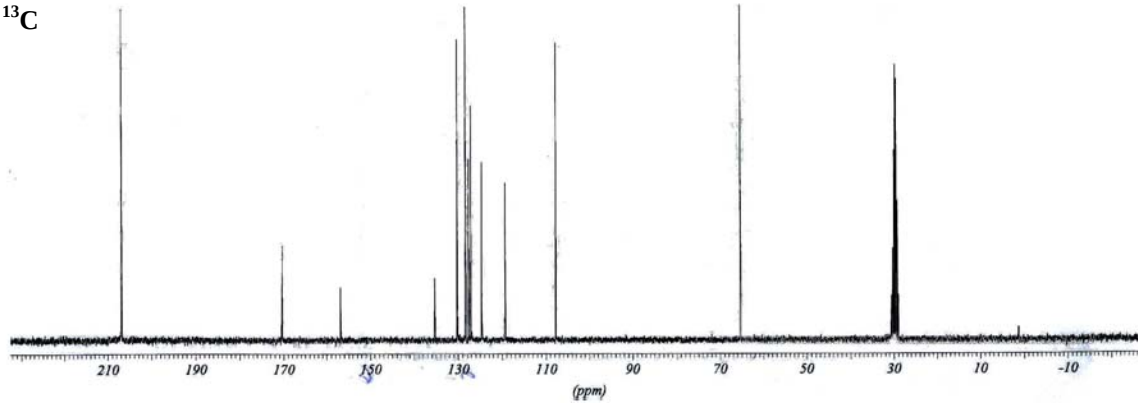


El espectro de RMN-^1H corrobora la formación del ácido. El mismo muestra las señales características del anillo naftaleno y las correspondientes a los protones de la cadena alifática. Se puede apreciar el desblindaje de los protones unidos al carbono sp_3 enlazado directamente al átomo de oxígeno. El espectro RMN-^{13}C también corrobora la estructura del ácido formado.

ESPECTRO RMN ‘H



ESPECTRO RMN ^{13}C



CONCLUSIONES

- Se logró una metodología de producción del ácido 2-naftoxiacético (BNOA) con un elevado por ciento de rendimiento y pureza.
- El producto obtenido fue adecuadamente caracterizado mediante las espectroscopias RMN de ^{13}C y ‘H y Cromatografía Gaseosa acoplada a un espectrómetro de Masas.

RECOMENDACIONES

Continuar con los estudios para la transformación a amida.
Desarrollar el estudio de factibilidad económica de su producción.

REFERENCIAS

Barberá, C. (1989). Pesticidas Agrícolas. Ed. Omega. Barcelona

Minard, R. and Smereczniak, K. (1981) (Penn State Univ.)from a microscale procedure used by the University of California, Irvine, in itsundergraduate labs. The procedure is based on an experiment by William F*. Wood, J. Chem*. Ed, 58, 76 (1981). Revised 10/14/98

Kim, A. and Musfeldt, J. L. (1997). *The Chemical Educator* ISSN: 1430-4171 (electronic version). Abstract Volume 2 (3), S1430-4171(97)03129-7 DOI 10.1007/s00897970129a The Chemical Educator

Murayama; Akira United States Patent Nº *6,143,695* ¨Plant-root growth promoting agent¨ (Morotomi-machi, JP) Assignee: Ajinomoto Co., Inc. (Tokyo, JP) Appl. No.: 962688 Filed: November 7 2000

Strauss; Christopher R. (North Balwyn, AU); Faux; Alan F. (Footscray, AU) Assignee: Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation (Campbell, AU) Appl. No.: 892996. United States Patent *5,387,397* ¨Method and apparatus for continuous chemical reactions¨ February 7, 1995 ¨

Worthing, R., ¨The Pesticides Manual¨, The Brish Crop Protection Council ed., pp. .377 1980

PERFECCIONAMIENTO DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE BIOMASA PROTEICA A PARTIR DE UN CULTIVO MIXTO DE MICROORGANISMOS

García Rodríguez, Agustín,
Marín Cárdenas, Alfredo Ms.C.
Herrera Coello, Nelsy

Institución: Universidad Central de Las Villas.
E-mail: agarcia@uclv.edu.cu

ABSTRACT

The proteicenrichment of he substrates of the sugar-cane industry for proteic biomass production depends to a large extent on the type and the quality of the yeast that is employed in the fermentation process. The present work exposes the results obtained in the study and escalated from a mixed cultivation from developed microorganisms to this purpose, being evaluated the same with respect to the traditional yeasts cultivation Cándida utilis that is employed in the Yeast Plants Torula and of Rustic Biomass of the country. It is observed as the proposed mixed cultivation has a most efficient response in the fermentation process for proteical biomass production and high capacity of the self conservation of the product for his use in the animal nourishment

INTRODUCCIÓN

Tomando como referencia los estudios sobre el perfeccionamiento de la tecnología simplificada de producción de Biomasa Proteica reportados por (García 1999) y García (2000), se ha realizado el presente estudio para el desarrollo de un inóculo específico para el proceso, siguiendo además los métodos experimentales en ellos reportados para el estudio de las fermentaciones a escalas de 2 y 20 litros empleando operaciones a batch y batch incrementado respectivamente. Las limitaciones técnicas y tecnológicas de esa tecnología provocadas por el tipo de inóculo y la operación de las etapas de fermentación y concentración empleadas y el rápido deterioro del producto, traza las pautas a seguir para el desarrollo de un cultivo mixto de microorganismos previamente seleccionadas que puedan significar una ventaja para la intensificación del proceso de enriquecimiento proteico de subproductos y residuales de la caña de azúcar.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó un estudio comparativo del proceso fermentativo de producción de biomasa proteica de dos cultivos de microorganismos: Un cultivo mixto en proceso de registro de propiedad y un cultivo mixto de *Cándida utilis* empelado tradicionalmente en

las Plantas de Levadura Torula de Cuba. Se utilizó la operación de fermentación tipo batch y batch incrementado para los biorreactores acondicionados de 2 y 20 litros de volumen respectivamente, ambos aireados por sistemas dispersores de aire sin agitación mecánica. El control y nivel del flujo de aire y la temperatura de trabajo fue idónea para cada tipo de cultivo y el período de fermentación se estudió durante diez horas como máximo.

Se planificaron 6 diferentes tipos de experimentos con 6 réplicas de fermentaciones al menos en cada caso, combinando el tipo de cultivo con los diferentes tipos sales utilizadas como nutrientes (Fosfato y Sulfato de Amonio químicamente puros) o (Urea y superfosfatos de calidad técnica para uso industrial). Se desarrollaron además estudios de conservación del producto a largo plazo.

Las variables y los métodos de análisis fundamentales consistieron en la determinación de:

PH : Su determinación se realizó en un pH. Metro**. Conteo celular :** método de la cámara Neu Bauer**. Biomasa :** Método gravimétrico. **Azúcares Reductores Totales (ART):** Método Fotocolorimétrico**. Brix:** Se determinó por métodos refractométrico. **Materia seca y Ceniza**:

Método gravimétrico.

Los criterios cuantitativos utilizados fueron**: Rendimiento Biomasa /Sustrato** y **Productividad**. Todos los resultados obtenidos fueron procesados por el paquete estadístico SPSS versión 8.0 para Windows.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla 1, se muestran los resultados alcanzados en el experimento realizado a escala piloto (20L), utilizando el modo de operación batch incrementado, el cultivo de *Cándida utilis* y como nutrientes sulfato de amonio y fosfato de amonio, se hicieron 6 réplicas y se aprecia que la productividad y el rendimiento son altos, acorde a lo reportado por las plantas industriales. Al comparar estos resultados con los que se muestran en la tabla. 2, que corresponde al experimento realizado en condiciones similares al anterior, pero empleando el cultivo mixto en estudio se observa claramente mayor agotamiento del sustrato y que los valores de conteo celular y biomasa son más favorables que en el cultivo mixto de *Cándida utili*s. Obsérvese que la productividad y el rendimiento promedios (ver tabla 5), alcanzan valores superiores de 0.904 g/L-h y 35..21 % respectivamente.

Tabla 1 Testigo p control: Fermentación 20 L Batch incrementado. Sulfato y fosfato de Amonio. *Candida utilis*

Corrida No.	T(h)	Bio	Conteo	ART	pH	BX	M.S	Cz	Y%	P
I	6	6,8	4,4	3,05	3,7	3,1	3,32	0,39	33,99	0,83
III	6	6,8	4,5	2,91	4,1	3,5	2,99	0,38	32,98	0,85
IV	6	6,8	4,5	2,91	4,1	3,5	2,99	0,38	32,98	0,85
VI	6	6,8	4,65	3,48	3,8	3,2	3,35	0,37	34,91	0,833

Tabla 2 Fermentación 20 L.Batch incrementado. Sulfato y fosfato de Amonio. Cultivo Mixto

Corrida No.	T(h)	Bio	Conteo	ART	pH	BX	M.S	Cz	Y%	P
I	6	7,2	5,45	1,46	4,2	3,5	3,12	0,40	31,99	0,916
II	6	7,5	5,6	1,75	4,2	3,5	3,23	0,42	33,86	0,916
III	6	7,4	5,9	1,81	4,1	3,5	3,58	0,43	38,71	0,90
IV	6	7,4	6,2	1,81	4,2	3,5	2,91	0,4	41,69	0,916
VI	6	7,4	6,1	1,91	4,1	3,4	3,57	0,38	33,8	0,90

Examinando la tabla 3, se puede ver resultados favorables del experimento en batch incrementado, con el cultivo mixto en estudio y sales de calidad industrial de urea y superfosfato triple, acordes a los índices de miel y sales utilizadas en las plantas industriales en todos los casos correspondientes con los estudiados en los tratamientos anteriores, lo que asegura una respuesta favorable al empleo de las sales industriales. El rendimiento y la productividad son también favorables y comparables a los empleados con los reactivos puros.

Tabla 3 Fermentación 20 L Batch incrementado. Urea, Superfosfato. Cultivo Mixto

Corrida No	T(h)	Bio	Conteo	ART	pH	BX	M.S	Cz	Y%	P
I	6	7,0	4,45	3,78	4,1	3,6	3,38	0,70	31,90	0,80
II	6	6,9	4,9	3,64	4,2	3,8	3,39	9,69	30,5	0,816
IV	6	6,9	4,50	4,65	4,2	3,7	3,38	0,75	33,23	0,816
VI	6	7,2	4,50	4,22	4,2	3,5	3,26	0,70	33,52	0,833

-

Los resultados reportados en la tabla 4 demuestran que la crema de fermento del cultivo mixto de *Cándida utilis*, apenas mantiene condiciones mínimas de calidad para su utilización hasta las 72 horas mientras la crema obtenida por cultivo mixto en estudio mantiene buenas condiciones durante los 21días del periodo sometido a prueba, no obstante, los resultados reportados en mediciones realizadas a los 45 días muestran que el producto mantiene un elevado grado de conservación.

Tabla 4 Resultados de la conservación de la crema de fermento de cultivo mixto de Control (*Cándida utili*s) y cultivo mixto en estudio. (media de 8 muestras)

Variable	Control	Estudio
Fermento (pH)	4.07	3.96
Crema (pH)	4.17	4.06
pH 24 h	4.4	4.02
pH 7 días	----	3.96
pH 14 días	----	3.96

pH 21 días	----	3.96
M. seca inicial	10.95	11.35
M. seca final	9.39	10.88
Prot. bruta inicial	46.11	47.32
Prot. bruta final	22.82	46.15
Prot. verd. inicial	26.87	32.97
Prot. verd. final	MD	32.32

MD: Muestra Descompuesta

Los resultados del tratamiento estadístico del comportamiento de las fermentaciones son reportados en las tablas 5, se puede ver que existen diferencias significativas entre el cultivo mixto de Cándida utilis y el cultivo mixto en estudio, ofreciendo mejores resultados este último.

Tabla 5 Comparación estadística del proceso fermentativo entre el cultivo *Cándida utilis* (C.U) y el cultivo mixto en estudios (C.M.)

Fermento				
Cultivo	**Biom.**	**pH**	**Y**	**P**
C.U.	6.81a	3.91a	34..32 a	0.835 a
C.M.	7.32b	4.15 b	35..91 b	0.904 b

Las medias con letras distintas son estadísticamente diferentes con $p < 0.05$

Tabla 6 Comportamiento estadístico entre las diferentes variantes estudiadas para el cultivo mixto en estudio(C.M.) usando las diferentes combinaciones de nutrientes.

Fermento				
Tratam	**Biom.**	**pH**	**Y**	**P**
2	7.32b	4.15 a	35.31b	0.904b
3	7.01 a	4.04 a	32..06 a	0.819 a

- Las medias con letras distintas son estadísticamente diferentes con $p < 0,05$
Tratamiento 2 (sulfato y fosfato de amonio) Tratamiento 3 (urea y superfosfato)

Además como se observa en la Tabla 6, el comportamiento estadístico de las diferentes variantes estudiadas en el cultivo mixto en estudio, se puede constatar que no hay

diferencias significativas en las variables procesadas, siendo diferentes estadísticamente en cuanto a biomasa, rendimiento y productividad, aunque se puede destacar que numéricamente la diferencia es mínima en estos índices.

CONCLUSIONES

- ♦ El cultivo mixto en estudio demostró resultados superiores cualitativa y cuantitativamente al proceso que emplea el cultivo mixto convencional de *Cándida utilis*, según se desprende del análisis de los resultados en las diferentes variantes estudiadas.
- ♦ En el proceso fermentativo utilizando el cultivo mixto en estudio se alcanza elevada estabilidad del producto (grado de conservación), lo cual favorece apreciablemente esta tecnología.
- ♦ Los estudios realizados utilizando el cultivo mixto en estudio para la producción de biomasa proteica a escala de 20L presuponen por lo tanto la factibilidad de su empleo a escala industrial de acuerdo a las experiencias acumuladas en este tipo de estudios reportados en cultivos convencionales de *Cándida utilis.*

REFERENCIAS

García, A.; Marín, A.; Herrera, (1998). *Centro Azúcar*, No.2 Año 25 Mayo –Agosto pp.. 18 – 20

García, A., Marín, A., Herrera, N., Marrero, L., Díaz, I. (1999*). Rev. RESPUESTA*. # 4, Mayo, UFPS, Colombia.

García, A.; Marín, A.; Herrera; L, Gómez; (2000) "Intensificación de la tecnología de producción de biomasa proteica. En: "*Congreso Internacional de Química de la Univ*., 1er Central de las Villas" Santa Clara. Dic. 5 – 8. Memorias CD

PERSPECTIVAS ECONÓMICAS DE PRODUCCIÓN DE DERIVADOS DE DEXTRANA DE USO CLÍNICO-TERAPÉUTICO

Santiesteban Garlobo, Carlos M.

Instituto Cubano de investigaiones de los Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA), Vía Blanca #804 e/ Carretera Central, San Miguel del Padrón, C. de La Habana, Cuba
E-mail**:** santiesteban@icidca.edu.cu

ABSTRACT

Dextran Derivatives production feasibility analysis including three derivatives: Iron Dextran, Dextran 70 and Dextran40 is presented in this study in an existing plant with proper conditions for any kind of pharmaceuticals prodution and using know hows developed by ICIDCA.

Iron Dextran complex is a very important pharmaceutical for iron deficiency prevention and therapy; Dextran 70 as a blood plasma substitute specially in accidents and natural and war disasters and Dextran 40 in a 10% solution for blood circulation improvement.

The plant is able to produce 1 167 kg of Iron Dextran, 1 500 kg of Dextran 70 and 7 500 kg of Dextran 40. Annual plant costs are 279,5 M USD, sales for 563,0 M USD and net profits of 184,3 M USD for an internal rate of return of 246,9 % and a pay back period of 1,27 years, resulting in a very profit production in the present conditions.

INTRODUCCIÓN

El objetivo de este análisis es presentar un análisis económico-financiero para la producción de Derivados de Dextrana de uso farmacéutico, que permita establecer en el país las producciones de estos fármacos con tecnologías nacionales, de manera de satisfacer la alta demanda que presentan, sustituyendo en gran medida las limitadas importaciones existentes.

Para este fin se dispone del conocimiento de que dispone el ICIDCA que cuenta con más de tres décadas de investigación-desarrollo en la temática, desarrollando tecnologías de producción de estos derivados y otros, que lo han convertido en centro de referencia del conocimiento, teniendo la posibilidad de realizar la producción en una planta existente, del Ministerio de Salud Pública (MINSAP), con las condiciones requeridas para tal producción.

ASPECTOS GENERALES

Los derivados de dextrana a considerar son el *complejo hierro dextrana* que constituye un medicamento importante en la prevención y terapia de la anemia causada por la deficiencia de hierro en el organismo (anemia ferripriva); la *dextrana 70* que se utiliza como sustituto del plasma sanguíneo y especialmente en el caso de accidentes y catástrofes naturales y bélicos y

la *dextrana 40* que, aplicada en forma de solución al 10 % en la corriente sanguínea, mejora la circulación.

1. 1. Niveles de Producción

La producción anual considerada para los tres derivados señalados es de:

Dextrana de Hierro	**1 167 kg**
Dextrana 70	**1 500 kg**
Dextrana 40	**7 500 kg**

2. 2. Precios

Los precios considerados para estos productos, correspondientes al mercado actual de los mismos, es:

Dextrana de Hierro	321,60	USD / kg
Dextrana 70	**25,15**	**USD / kg**
Dextrana 40	20,00	USD / kg

3. 3.
Evaluación de la producción en una instalación existente

Las corridas efectuadas tienen un resultado positivo ya que el Saldo Acumulado no es negativo en ningún año, presentando los siguientes resultados finales mostrados en detalle en los ANEXOS 1 y 2 :

Costos Anuales	279,5	M USD,
Ventas	563,0	M USD
Utilidades Brutas	283,5	M USD
Utilidades Netas	184,3	M USD
Valor Actual Neto (al 10 %)	1 246,5	M USD
Tasa de Rendimiento Interna	426,9	%
Período de Recuperación	1,27	años

CONCLUSIONES

- **Aunque en el presente informe sólo se hace referencia a un solo análisis, se realizaron diferentes corridas con alternativas diversas que permiten concluir que la planta considerada es rentable en las actuales condiciones de producción.**
- **De acuerdo a los precios de los tres productos, Dextrana de Hierro, Dextrana 70 y Dextrana 40, el producto más rentable es el primero, con notable diferencia de los otros dos de los que el último es el menos rentable aunque en su conjunto sí lo sean; estando ,además, justificada la producción de los tres derivados por las necesidades sociales de disponer de los mismos.**

REFERENCIAS

Michelena, G. , Bell, A., Santiesteban G.,C.M. (2001), Estudio de prefactibilidad para la producción de derivados de dextranas de uso farmacéutico (Informe Interno).

Santiesteban G.,C.M., (2001) Evaluación económico-financiera de la planta de derivados de dextrana de uso farmacéutico (Informe Interno).

Santiesteban G., C.M. (2000), Dextrana, Cap 5.1, Manual de los Derivados de la Caña de Azúcar, pg. 339.

Santiesteban G., C.M. (2000), Hierro-Dextrana Inyectable, Cap 5.13, Manual de los Derivados de la Caña de Azúcar, pg. 399.

Santiesteban G., C.M., Michelena, G. (1997), Análisis de factibilidad de la producción de ferridextrana veterinaria para combatir la anemia. *Revista Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar*, Vol.XXXI, No.2.

Santiesteban G., C.M. (1997), Factibilidad de producción de derivados de dextrana. Memoria *Congreso de ATAC*, 47 ,11-13Nov.

Santiesteban G.,C.M. (1996), Dextrana de hierro de uso veterinario - Alternativas y economía del proceso. Memorias. *Congreso Internacional de Azúcar y Derivados* IV - Diversificación ´96.

ANEXO 1. ESTADO DE INGRESOS NETOS

Fech a: 26/01/1998

Período >>>	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**
1.TOTAL DE INGRESOS	**281,5**	**422,3**	**563,0**	**563,0**	**563,0**	**563,0**	**563,0**	**563,0**	**563,0**	**563,0**	**563,0**	**563,0**	
Todos los valores en:			MUSD										
2.COSTOS DIRECTOS	**96,4**	**132,9**	**169,4**	**169,4**	**169,4**	**169,4**	**169,4**	**169,4**	**169,4**	**169,4**	**169,4**	**169,4**	
Insumos ó Merc.p/Venta(Mat.Primas y Materiales)	73,0	109,5	145,9	145,9	145,9	145,9	145,9	145,9	145,9	145,9	145,9	145,9	
Salarios Directos (incl.Imp.Util.Fza. Trab.y Seg.Social)	23,4	23,4	23,4	23,4	23,4	23,4	23,4	23,4	23,4	23,4	23,4	23,4	
Servicios Públicos (Electr,agua,etc)													
3.COSTOS INDIRECTOS	**51,5**	**51,5**	**51,5**	**51,5**	**51,5**	**51,5**	**51,5**	**51,5**	**51,5**	**51,5**	**51,5**	**51,5**	
Gastos Comerciales (Distrib.y Ventas)													
Gastos de Dirección (incl.Imp.Util.Fza. Trab.y Seg.Social)													
Gastos de Mantenim.	34,3	34,3	34,3	34,3	34,3	34,3	34,3	34,3	34,3	34,3	34,3	34,3	
Otros Gastos	17,2	17,2	17,2	17,2	17,2	17,2	17,2	17,2	17,2	17,2	17,2	17,2	
4.COSTOS DE OPERACION (2+3)	**147,9**	**184,4**	**220,8**	**220,8**	**220,8**	**220,8**	**220,8**	**220,8**	**220,8**	**220,8**	**220,8**	**220,8**	
5.DEPREC. y AMORTIZACION	58,7	58,7	58,7	58,7	58,7	58,7	58,7	58,7	58,7	58,7	58,7	58,7	
6.GASTOS FINANCIEROS (Intereses y Serv.Banc.)													
7.Honorarios de Admin.													
8.COSTOS TOTALES (4+5+6+7)	**206,5**	**243,0**	**279,5**	**279,5**	**279,5**	**279,5**	**279,5**	**279,5**	**279,5**	**279,5**	**279,5**	**279,5**	

9.UTILIDADES BRUTAS (1-8)	75,0	179,3	283,5	283,5	283,5	283,5	283,5	283,5	283,5	283,5	283,5	
10.RESERVA p/CONTING.	3,7	0,6										
11.UTILID. IMPONIBLES (9-10)	71,2	178,7	283,5	283,5	283,5	283,5	283,5	283,5	283,5	283,5	283,5	
12.IMPUESTOS S/UTILID.	24,9	62,5	99,2	99,2	99,2	99,2	99,2	99,2	99,2	99,2	99,2	
13.UTILIDADES NETAS (11-12)	**46,3**	**116,1**	**184,3**	**184,3**	**184,3**	**184,3**	**184,3**	**184,3**	**184,3**	**184,3**	**184,3**	
14.FONDO DE ESTIMULAC.												
15.DIVIDENDOS (13-14)												
.Parte Nacional												
.Parte Extranjera												
16.UTILID. NO DISTRIB.	46,3	116,1	184,3	184,3	184,3	184,3	184,3	184,3	184,3	184,3	184,3	
17.UTIL.NO DISTR.ACUM.	46,3	162,4	346,7	531,0	715,3	899,6	1.083,9	1.268,2	1.452,5	1.636,8		
18. De ellas: DISTR. POSTERIORMENTE												

AÑOS =>	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**
- Costo Oper./Ingr.		**0,53**	**0,44**	**0,39**	**0,39**	**0,39**	**0,39**	**0,39**	**0,39**	**0,39**	**0,39**	**0,39**	
- Costo Total/Ingr.		**0,73**	**0,58**	**0,50**	**0,50**	**0,50**	**0,50**	**0,50**	**0,50**	**0,50**	**0,50**	**0,50**	

A N E X O 2 **- FLUJO DE CAJA Y VALOR ACTUALIZADO PARA LA RENTABILIDAD DEL CAPITAL SOCIAL -**

Titulo: **Planta de Derivados de Dextrana-DIVISAS-SIN INVERSIÓN**

Localizacion:	Planta del MINSAP		**Inv.Total:**		**Fecha:**	19/12/01											
Organismo:	Planta del MINSAP		**Inv.en Div:**		**Año Base:**	1											
Preparado por:	CM Santiesteban		**Tasa Act (%):**	10,00	**UM:**	UMUSD	**AÑOS**										
CONCEPTO		**TOTALES**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**			
A. ENTRADA DE EFECTIVOS		**5.771,1**	281,5	422,5	633,0	56 3,0	56 3,0	56 3,0	563,0	563,0	563,0	563,0	563,0	563,0			
- Ingresos por Ventas		**5.771,1**	281,5	422,5	633,0	56 3,0	56 3,0	56 3,0	563,0	563,0	563,0	563,0	563,0	563,0			
-																	
B.SALIDA DE EFECTIVOS		**3.329,3**	29,0	172,8	246,9	32 0,1	32 0,1	32 0,1	320,1	320,1	320,1	320,1	320,1	320,1			
		29,0	29,0														
- Capital Social (Aportes)		**29,0**	29,0														
- Préstamos (Serv.de la Deuda)																	
.. Intereses																	
.. Reembolso del Principal																	
- Costos de Operación		**2.319,8**	147,9	184,4	22 0,8	22 0,8	22 0,8	220,8	220,8	220,8	220,8	220,8	220,8	220,8			
- Impuestos		**980,6**	24,9	62,5	99,2	99,2	99,2	99,2	99,2	99,2	99,2	99,2	99,2	99,2			
- Fondo Estimul. y Desarrollo																	
- Servicios Bancarios																	
C.SALDO ANUAL (A-B)		**2.492,3**	-29,0	108,7	175,4	24 3,0	24 3,0	24 3,0	243,0	243,0	243,0	243,0	243,0	243,0			
D.SALDO ACUMULADO		**2.441,8**	-29,7	79,7	255,1	49 8,1	74 1,0	98 4,0	1.227,0	1.469,0	1.712,0	1.955,0	2.198,0	2.441,0			

0 0 9 9 8 8 8
= = = = = = = = = = = = = = = =

INDICADORES ECONOMICOS

TIR:	426,912	%	**Período de Recuperación:**	1,2	7	Años
MUSD	al %		**CoMstoUSInDv.Act.en:**			
VAN:	1.246,500	10,	**RVAN:**	42,98	29,0	<= 10,0 % al
VAN:	1.174,000	11,	**RVAN:**	40,48	29,0	<= 11,0 % al
VAN:	1.107,100	12,	**RVAN:**	38,17	29,0	<= 12,0 % al
VAN:	1.045,100	13,	**RVAN:**	36,04	29,0	<= 13,0 % al
VAN:	987,8	14,	**RVAN:**	34,06	29,0	<= 14,0 % al

PERSPECTIVAS PARA OBTENER DIFERENTES SALES DE GLUCONATO

Mercedes Hernández Pizarro
Alberto Fariñas Bermúdez

INSTITUTO CUBANO DE INVESTIGACIONES AZUCARERAS
E-mail: director@icinaz.minaz.cu

INTRODUCCIÓN

Los gluconatos de calcio, potasio, sodio, hierro, etc. son utilizados por el hombre en diferentes industrias, algunos se utilizan en la industria farmacéutica, mientras que otros en la alimenticia, metalurgia, cemento, textil, etc.

El gluconato de calcio se emplea como fuerte de calcio para combatir el déficit de calcio en el organismo, ya sea por vía parental u oral, o mediante la fortificación con calcio de algunos alimentos según reportan
Zemel and Shelef (1994).

Uno de los procedimientos desarrollados para obtener sales de gluconatos, consiste en oxidar la glucosa a ácido glucónico con oxígeno molecular en presencia de un catalizador, según trabajos Fuentes, P. y otros (1992), donde la reacción de oxidación transcurre en menos de cuatro horas con porcentajes de oxidación superior al 95 %.

El objetivo de este trabajo fue preparar algunas sales de gluconatos en el laboratorio y Planta Piloto, así como evaluar su calidad.

MATERIALES Y MÉTODOS

En todos los casos la reacción de oxidación de la glucosa se efectuó preparando una solución del monosacárido, a ésta se le añadió el catalizador y se mantiene en agitación y con burbujeo de oxígeno durante todo el tiempo de reacción. Durante este proceso se forma ácido glucónico, el que va neutralizado con la adición del álcali correspondiente, según la sal que se desee obtener.

Terminada la reacción se filtra para separar el catalizador, el que es reutilizado en otra oxidación.

Mediante este procedimiento se obtuvo el gluconato de calcio en Planta piloto, el producto obtenido fue evaluado en los laboratorios farmacéuticos ¨Reinaldo Gutiérrez¨ donde prepararon comprimidos orales. También en este mismo escalado se obtuvo el gluconato de sodio en solución.

En la obtención de gluconato de potasio se ha trabajado en el laboratorio con prometedores resultados.

Las técnicas analíticas empleadas han sido las recomendadas en la Farmacopea USP XXII para estos productos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

En los laboratorios Reinaldo Gutiérrez fue evaluado el gluconato de calcio obtenido en Planta Piloto, éste cumplió con todos los parámetros de calidad desde el punto químico según la Farmacopea USP XXII.

Tabla I Resultados analíticos de la muestra

ENSAYOS REALIZADOS	RESULTADO	LÍMITE
Descripción	Responde	Gránulos o polvo blanco cristalino, inodoro, insípido.
Solubilidad	Responde	Soluble en agua, insoluble en etanol.
Identificación A	Responde	En cromatografía de placa, patrón y la muestra tienen igual Rf y tamaño.
Identificación B	Responde	
Valoración	96.7 % (b.h.) 97.7 % (b.a.)	95,0 - 98,9 % (b.h.)
Pérdidas por desecación	1, 0 %	3.0 %
Metales pesados	Responde	0,002 %
Arsénico	Responde	3 ppm
Cloruros	Responde	0,07 %
Sulfatos	Responde	0,05 %
Sustancias Reductoras	0,2 %	1,0 %

Se evaluaron los parámetros físicos correspondientes que determinan la factibilidad de emplear al producto, como materia prima en la preparación de tabletas para el consumo humano, tabla II.

Tabla II. Análisis físico de calidad

PARÁMETRO	RESULTADO	EVALUACIÓN
Humedad residual (%)	0.8	Cumple
Densidad de asentamiento (g/cc	0.57	Cumple
Densidad de vertido (g/cc)	0.54	Cumple
Velocidad de flujo (g/cc.· s)	13.38	Cumple
Cohesión	7 – 10	Cumple
Compresibilidad	Buena	Cumple
Distribución del tamaño de partícula	60 % mayor de 800 micras 5 % menor de 250 micras	Debe estar más triturado

Se prepararon tabletas de 500 mg y fue positiva la evaluación realizada en su disolución.

Se ha obtenido el gluconato de potasio en el laboratorio con la pureza exigida para este proyecto, queda pendiente realizar pruebas piloto para obtener una producción mayor y para comprobar el comportamiento del proceso en el escalado.

La obtención de gluconato de sodio en planta piloto se ha realizado en solución, se hará una nueva prueba para obtenerlo en forma cristalina.

Próximamente se hará ensayos para obtener gluconato ferroso, que tiene un importante uso como fuente de hierro y que puede sustituir en esto al fumarato ferroso.

Los laboratorios ibéricos CATAL informan que los gluconatos en general son una de las mejores vías para aportar metales al organismo, además de tener una fácil obtención.

CONCLUSIONES

1. 1. El gluconato de calcio preparado a nivel de planta piloto cumplió con todos los requisitos de calidad desde el punto de vista químico−físico exigidos para este producto.
2. 2. El producto ha sido probado exitosamente en la preparación de comprimidos orales.
3. 3. El gluconato de calcio fue aceptado e inscripto en el Registro Nacional como Suplemento Nutricional.
4. 4. Se trabaja con resultados positivos en la obtención de las sales de sodio y potasio.

REFERENCIAS

1. 1. Zemel M. B., Shelef L. (1994). Procedimiento para elaborar leche de soya enriquecida. EP 8706020.
2. 2. Fuentes P. y otros (1992) Process for the oxidation of aldoses. US Patent 4854208.

PLANTA DE PRIMARIOS ANTICORROSIVOS DE BASE FURÁNICA

Nápoles Solenzal, Ana Irene
Garrido Carralero, Norge
Herryman Munilla, Maribel

Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar, (ICIDCA), Vía Blanca 804 y Carretera Central.
E-mail: anaire@icidca.edu.cu

ABSTRACT

In this paper the techno-economical description of a plant for anticorrosive primary paint production is presented.

The plant is located in the industrial complex Amancio Rodriguez at Las Tunas province.

Furfural is produced in the complex which guarantees the stable supply of the main raw material for the furfural-acetone resins production.

The installation has a nominal capacity of 900 t/y of anticorrosive primary paint and will work during 300 d/y in one 8h shift.

The process has the following steps.

- Obtention of the furfural-acetone resin (FA)
- Preparation of the varnish
- Formulation of the primary anticorrosive paint.

The results of economical financial analysis were favorable. The cash flow for financial planning is positive in pesos as well as in MLC, which indicates that the project has no liquidity problems.

In national currency RR is 51%, NPV is 845.2 thousand pesos and the payback period is 2,94 years.

INTRODUCCIÓN

Los primarios anticorrosivos son recubrimientos que se utilizan industrialmente como medio de protección de equipos, maquinas y estructuras metálicas y tuberías que se encuentran expuestos a la acción de agentes corrosivos tales como ácidos, álcalis, altas temperaturas y medio ambiente. Este tipo de protección consta de una resina que se modifica mezclándola en una determinada proporción con aceite semisecante para formar el barniz base al cual se le añaden pigmentos y un solvente adecuado además de cierta cantidad de relleno. Al mezclar la resina con el aceite se forma el barniz el cual adquiere propiedades que permiten emplearlo como base del primario.

El MINAZ, para la protección de su equipamiento industrial requiere de unas 750 t de primarios anticorrosivos anualmente. En estos momentos, parte de estas necesidades se satisfacen con productos de la firma VITRAl.

ANTECEDENTES

Desde la década del 80 en el ICIDCA se realizan investigaciones con el objetivo de desarrollar un primario anticorrosivo para ser utilizado por el MINAZ en la protección de equipos y estructuras metálicas, y en el 90 fueron evaluados técnicamente distintos primarios anticorrosivos furánicos. De los resultados obtenidos en las pruebas realizadas fue seleccionado el elaborado con la resina furfural acetona, aceite crudo de girasol y grahamita con xilol como disolvente, por ser el mas conveniente técnica y económicamente.

Esta instalación se esta construyendo en el CAI Amancio Rodríguez, Las Tunas, donde se encuentra la instalación para producir furfural que es una de las materias primas para la obtención de la resina FA.

Descripción del proceso

Fabricación de la resina furfural acetona

La producción de la resina furfural acetona se realiza en un reactor enchaquetado de acero inoxidable de $1m^3$ de capacidad, provisto de agitador tipo ancla, serpentín interior y condensador de reflujo.

Las materias primas son: furfural, acetona, NaOH y alcohol.

En un tanque se adiciona el furfural y la acetona, se mezclan hasta completa homogeneidad.

El reactor se carga con NaOH, agua y alcohol, se homogeneiza bien, en el mismo se dosifica la mezcla furfural acetona bajo fuerte agitación. Inmediatamente comienza una reacción exotérmica la cual se controla con la propia adición y en caso necesario se hace circular agua fría a través del serpentín interno que posee el reactor, manteniendo la temperatura de trabajo. Concluida la adición se circula vapor por la camiseta del reactor y se mantiene la temperatura de trabajo durante 30 minutos.

Al finalizar se neutraliza con ácido sulfúrico al 50% hasta pH neutro y se destila a presión reducida hasta eliminación de agua. Se enfría, descarga y pesa.

Preparación del barniz.

El reactor tipo paila de acero al carbono es cargado con la resina FA, grahamita y aceite de girasol, este se calienta y agita manteniéndose en la temperatura de trabajo durante 30 minutos, luego se enfría hasta 120° C, se adiciona xilol, se continua enfriando hasta 60 grados, una parte del barniz se envía hacia un molino de bolas (manteniéndose durante 10 horas), en el cual se le adiciona carbonato de calcio para formar una pasta fluida, y el resto se envía al mezclador.

Elaboración del primario anticorrosivo.

En una mezcladora de acero al carbono se adiciona el barniz y la pasta fluida, ambos se agitan vigorosamente hasta completa homogeneidad, luego la mezcla se descarga en el tanque de almacenamiento y de ahí se envasa en latas de 25L.

Fuerza de trabajo

Mano de obra directa. La planta requiere 29 trabajadores distribuidos como se muestra en la tabla 1.

Tabla 1

Cargo	**Cantidad**	**Categoría**
Jefe de planta	1	Universitario
Mecánico	2	Tec.Medio
Tec. De laboratorio	3	Tec.Medio
Aux. de producción	10	Tec.Medio
Producción	10	Obrero calificado
Limpieza	3	Obrero

Evaluación técnico -económica.

Costo total de la inversión.

Tabla 2. Valor del equipamiento de la planta.

Componentes	**Cantidad**	**Costo moneda nacional**	**Costo USD**
Planta resinas	1	73500	-
Termocirculador aceite	1	46000	46000
Tanque 4m3	3	9340	-
Tanque 1 m3	2	535	-
Tanque 5 m3	4	15903	-
Tanque 4 m3	2	6226	-
Paila	1	2700	2300
Condensador reflujo	2	2800	2400
Molino de bolas	1	4700	3200
Filtro	2	1850	1400
Tanque derretidor	2	1400	900
Tanque para aceite	2	850	600
Carro transportador	1	700	600
Total		166504	57400

Tabla 3. Inversión fija.(Miles)

Componentes	**Moneda nacional**	**USA**

Equipos y maquinarias	166,5	57,4
Construcción y montaje	223,1	26,1
Fletes y seguros	15,0	3,0
Sub- total	404,6	86,5

Tabla 4. Gastos previos a la producción. (miles).

Componentes	**Moneda nacional**	**USA**
Estudios e investigación	6,7	-
Proyectos	108,3	23,2
Asesoramiento técnico	18,3	-
Capacitación y adiestramiento	10,0	-
Otros gastos	72,0	37,0
Sub-total	215,3	60,2

La tabla 5 muestra las materias primas, materiales y servicios, precios, índices de consumo y cantidades/a.

Tabla 5.

Elementos	**Precio (pesos)**	**Indice (.t producto**	**Ano 1**	**Ano 2**	**Ano 3-15**
Furfural (t)	1719,61	0,195	141	158	176
Acetona (t)	379,97	0,1178	89	95	106
Alcohol D (t)	217,5	0,036	26	30	33
Sosa cáustica (t)	300,00	0,0042	3,2	3,6	4
Ácido sulfúrico (t)	23,56	0,00004	0,029	0,032	0,036
Xilol (t)	1190,0	0,344	248	279	310
Carbonato de calcio (t)	637,0	0,09	65	73	81
Carbón activado (t)	1200,0	0,028	21	24	26
Sulfato de alúmina (t)	143,64	0,007	5,6	6,3	7
Aceite de girasol (t)	430,4	0,10	72	81	90
Grahamita (t)	102,62	0,26	187	211	234
Envases (u)	3,0	50	36000	40500	45000
Agua de proceso (m3)	0,10	9,4	6768	7614	8460
Agua tratada (m3)	0,33	8	5760	6480	7200
Vapor (t)	19,85	1,6	1152	1296	1440
Electricidad (kwh)	0,09639	150	108000	121500	135000
Aceite térmico (L)	1,8	3,8	2736	3078	3420

Tabla 6. Costos anuales de producción.(miles)

	Año 1		**Año2**		**Año 3-15**	
	MT	**USD**	**MT**	**USD**	**MT**	**USD**
Materias primas y materiales	799,33	605,232	89,246	680,886	999,162	756,540
Servicios	40,781	39,,809	45,878	44,785	50,976	49,761
Salarios directos	103,916	28,125	103,916	28,125	103,916	28,125

Mantenimiento	11,484	9,531	11,484	9,531	11,484	9,531
Gastos administración	10,206	4,284	10,206	10,206	4,284	10,206
Gastos distribución y venta	5,670	2,025	5,670	2,025	5,670	2,025
Otros gastos	1,908	0,702	1,908	0,702	1,908	0,702
Costo de operación	973,295	689,708	1078,308	770,338	1183,322	850,98
Depreciación	41,327	9,780	41,327	9,780	41,327	9,750
Gastos financieros	-	-	15,900	15,900	-	-
Costo total	1014,622	699,488	1135,535	796,018	1224,649	860,748
Costo\t	1409,20	971,51	1401,90	982,74	1360,72	956,39
Costo\litro	1,44	0,99	1,43	1,01	1,39	0,98

Tabla 7. Indicadores económicos del Proyecto.

Indicadores	**MT (miles de pesos)**	**Divisas (miles de pesos)**
Inversión	674,0	184,3
Ventas anuales	1590,9	1050,7
Costo producción anual	1224,6	860,7
Utilidades brutas	316,3	190,0
Costo producción pesos\t Pesos\litro	1360,7 1,39	956,39 0,98
TIR (%)	51	N.D.
VAN	845,2	1112,6
Período recuperación (anos)	2,94	1

CONCLUSIONES

- El Proyecto que presentamos no tiene problemas de liquidez pues los saldos acumulativos de los flujos de caja para la planificación financiera son positivos, en moneda total y en divisas.
- Con la planta de primarios anticorrosivos de base furánica el MINAZ puede satisfacer sus necesidades con una producción propia.
- Los indicadores mostrados evidencian que este proyecto es viable desde el punto de vista económico y financiero.
- La TIR es mayor que la tasa de actualización (15%).
- El periodo de recuperación de la inversión es bajo, menor de 3 anos, y el de la inversión en divisas es de 1 año solamente.
- El costo de operación \ingreso, en moneda total es de 0,77 pesos y en divisas de 0,81USD, cuando la planta opere a plena capacidad.
- El costo total \ ingresos en moneda total es de 0,79 pesos y en divisas 0,82 USD cuando la planta opera a plena capacidad.

REFERENCIAS

Nápoles, A.I., Garrido, N. (2000) Anteproyecto Tecnológico de la Planta de Primarios Anticorrosivos de Base furánica. Forum ICIDCA.

Herryman Maribel, Nápoles, A.I., Garrido, N. (2001). Estudio de Factibilidad de Planta de Primarios Anticorrosivos Furánicos. *Informe Interno*. ICIDCA.

Dpto. Polímeros. ICIDCA (1986).Tecnología para la producción de resinas Furfural – Acetona.

ICIDCA. (1986). .Instalación para la producción de resinas furánicas. Tarea técnica.

Dpto. Investigaciones Económicas. ICIDCA. (1986). Evaluación exploratoria del tema Resinas furánicas anticorrosivas

Dpto. Polímeros. 1988.Instalación para la producción de primarios anticorrosivos furánicos

PRODUCCION DE BIOFUNGICIDAS A PARTIR DE COMPOSTAS DE COPRODUCTOS DE CAÑA.

Enríquez Poy, Manuel
Trejo Estrada, Sergio
Gómez Juárez, Israel

E-mail: cmsamex@prodigy.net.mx

RESUMEN

El presente trabajo se refiere a un trabajo de investigación realizado por el Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada en colaboración con el Ingenio Central Motzorongo, S.A. de C.V., ubicado en Veracruz México, para producir biofungicidas a partir de compostas elaborados con coproductos de la industrialización de la caña de azúcar, durante tres años se ha trabajado primeramente en la caracterización microbiología de la composta , la evaluación de los microorganismos con actividad supresora de hongos patógenos de los géneros Pythium, Rhizoctonia y Fusarium principalmente. Se aislaron más de 100 cepas de actinomicetos de los cuales un 70%, presentaron antagonismo con alguno de los patógenos mencionados, 35 cepas tienen una actividad supresora de hongos muy importante se encontraron 10 que tienen un amplio espectro al controlar a cuando menos tres tipos de hongos. A nivel de invernadero también se ha observado que la cualidad de inhibir el desarrollo de hongos también se manifiesta cuando se probo en tomate, chile y papaya. Actualmente se trabaja en la producción a escala de un producto que se utilice como sustrato en viveros para controlar enfermedades de raíz principalmente, de esta manera se estará dando un valor agregado a la composta producida en el ingenio y se amplia la gama de productos que puede ser obtenidos de la caña de azúcar avanzando con la diversificación de la agroindustria de la caña de azúcar

INTRODUCCIÓN

La biotecnología es una herramienta de gran importancia para lograr la diversificación de la agroindustria de la caña de azúcar y en este caso también se logra obtener una serie de productos que pueden resolver problemas fitosanitarios en forma ecológica, el presente trabajo se refiere a la identificación de microorganismos supresores del desarrollo de hongos fitopatogenos, en las compostas elaboradas a base de coproductos de la industrialización de la caña de azúcar, como son la cachaza y bagazo. Las compostas producidas en Central Motzorongo tienen una gran diversidad de microorganismos los cuales en un trabajo conjunto con el Instituto Politécnico Nacional a través del centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada (CICATA) se ha desarrollado la técnica para determinar cuales de ellos pueden actuar como agentes supresores de enfermedades; como el fusarim, Rhizoctonia solani, etc. Las enfermedades causadas por hongos ocasionan mermas en la producción mundial de productos agrícolas del orden del 12 %, el control de enfermedades se basa fundamentalmente en el uso de fungicidas químicos que se asperjan periódicamente, pero esto causa la aparición de cepas cada vez mas resistentes que ocasionan toxicidad

en los humanos por lo que, cada día, se cuestiona mas su uso, principalmente en Canadá Estados Unidos y Europa, de ahí la importancia de encontrar alternativas biológicas de control de patógenos. A nivel de laboratorio se tienen resultados muy prometedores y se esta pasando ala fase de formulación de un producto que esta probándose en invernadero con excelentes resultados.

ANTECEDENTES

Lynch etal (1986) predijeron que los agentes de control de enfermedades, particularmente hongos y bacterias antagónicas de especies patógenas, pueden crecer en compostas, esto podría ser significativo para la comercialización de compostas, para responder a nuevos consumidores y condiciones de mercado favorable a una agricultura alternativa con un mínimo o nulo uso de agroquímicos.

En numeroso estudios Pandey et al, 2000; Dees y Ghiose, 2000; Rosas Morales y Trejo Estrada, 2000; se han evaluado como las de mayor significación durante el composteo, las poblaciones de hongos, bacilos y actinomiceto.

MATERIALES Y MÉTODOS

1. 1. Se eligió un cantero de producción comercial de compost para tomar muestras cada semana durante el proceso de composteo.
2. 2. A cada muestra se determino pH.
3. 3. Se hizo la determinación de sólidos totales por secado en estufa a 80° C durante 24 horas.
4. 4. Se efectuó un análisis microbiologico para aislar actinomicetos, hongos y levaduras.
5. 5. Se realizó la evaluación del potencial antifungal en medios de agar.
6. 6. Se realizó evaluación de potencial antifungal en sustratos de bagacillo y suelo.
7. 7. Se evaluaron contra Pythium, Rhizoctonia, Fusarium y Basilus.
8. 8. Las cepas más sobresalientes se reproducen en medios sólidos para adicionar a compostas y probarlos en invernadero en diferentes dosis, comparados con fungicidas químicos en tomate, papaya, chile y pimiento, en la fase de semillero.

RESULTADOS

Del complejo microbiano de la composta se aislaron 110 cepas de actinomicetos de las cuales 72 cepas mostraron actividad inhibitoria. 35 cepas fueron muy activas, mismas que se presentan en la tabla I.

Tabla 1 Cepas de actinomicetos con actividad antifungal y su espectro de actividad.

CEPA	Pthium	Rhizoctonia	Fusarium	Bacillus
B3M6a	XX	X	X	X
E2M3a	X	XX	X	XX
B4M6a	XX	X	X	XX
10F	X		X	X
F1c	X		X	XX
A3M5a		X	XX	X

C82a		X	X	X
5A		XX	XX	X
A3-4			X	X
C49D		XX	XX	X
A3M5a			X	X
C49E	X	XX	X	
12B	X	X		
D1M4e		XX		X
¿a		X	X	
B2M5b		X		
BlTBl	X			
BlB1	X			
12 Abis	X			
HFGG1	XX			
C8Tb		X		
10 ebis		X		
B2M3a		X		
B3M2b		X		
410				X
440				X
D2M3b				X
D1M1b				X
D1M4e				X
E2M4e				X
¿e				X
F1d				X
G1d				X
120				X
10F’			X	

10 fueron activas contra al menos 3 de los patógenos.
3 tuvieron actividad contra todos los indicadores.

Se tiene establecida una metodología para producir un sustrato que contiene una fuerte carga de actinomicetos antifungales.

De las pruebas de invernadero de las cepas con mayor potencial observado en laboratorio se han obtenido buenos resultados en el establecimiento de semilleros de tomate, chile, pimiento y papaya

CONCLUSIONES

El control de los agentes causales de la mayoría de las enfermedades de plantas es factible mediante el uso de productos que contengan organismos con actividad supresora, como en este caso de hongos patógenos. Esto traerá como resultado que las actividades agrícolas tengan un impacto en el ambiente menos adverso y que se puedan consumir alimentos mas sanos. En las compostas producidas a partir de coproductos de la industria de la caña existen gran cantidad de actinomicetos que mantienen un excelente equilibrio con hongos patógenos. Las compostas enriquecidas con cepas especificas de actinomicetos se convierten en sustratos de gran valor para la agricultura.

REFERENCIAS

Bollen, J. G. Szcaech, M. and Tuitert, G, (1998). “Supression of Rhizoctonia solani in Potting Mixttures Amended with Compost Made from Organic Household Waste”. The American Phytopathological Society.

Craft, M.CH y Nelson, B E. (1996) . “Microbial Properties of Composts That Suppress Damping-Off and Root Rot of Creeping Bentgrass Caused by Pythium graminicola”. American Society for Microbiology.

Hoitink, J.A.H., Low, C., Tunlid, A., y White, C.D., (1989) American Society for Microbiology.

PRODUCCIÓN DE FLOCULANTES PARA LA INDUSTRIA AZUCARERA

Monduí, Rubén
Angulo, Elier
Hernández Barajas, José
Villarreal, Zobeida,

E-mail: director@icinaz.minaz.cu

RESUMEN

Se estudió la síntesis de poliacrilamidas en emulsión invertida hasta nivel de planta piloto para su empleo en la floculación de jugos de caña, seleccionándose las variantes de polimerización mejor adaptadas a las condiciones cubanas.

Los floculantes producidos fueron evaluados a nivel de laboratorio y posteriormente empleados en el proceso industrial de producción de azúcar crudo en el CAI "Pablo Noriega" por más de 15 días de operación continua con resultados satisfactorios y similares a los obtenidos con floculantes sólidos comerciales.

Se realiza una evaluación técnico-económica de la producción a escala industrial y se concluye la factibilidad de su implementación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La industria azucarera ha empleado desde hace tiempo polielecrolitos con el fin de perfeccionar los procesos de purificación. De este modo se emplean en la sedimentación de jugos con el objetivo de incrementar la velocidad de sedimentación y la compactación de la cachaza, en concentraciones entre 2 y 10 ppm.

La generalización de la tecnología de clarificación rápida, con clarificadores monocelulares, hace imprescindible esta práctica, lo que condiciona la importancia de poder contar con vías alternativas de producción ante un mercado que está controlado por pocas firmas. Una posible producción en Cuba de floculantes, por otra parte, podría tener acceso a un mercado nacional amplio por cuanto se conoce del empleo de los mismos en las industrias metalúrgicas, de tratamiento de aguas residuales, de cosméticos, de papel, textil, etc.

En el proceso de refinación de crudos se utilizan también en la flotación, para obtener licores claros con menos color y más puros, en concentraciones cercanas a 10 g/tonelada de refino producido. En ambos casos se recomiendan polímeros aniónicos.

Durante el segundo tratamiento del proceso de refinación se han empleado polímeros de tipo catiónico en concentraciones entre 200 y 300 g/tonelada de refino en la decoloración de los licores, lo que podría también resultar una alternativa prometedora para los floculantes con posibilidades de ser sintetizados.

Los poliacrilamidas han resultado los polímeros más ampliamente empleados. Para el caso de los jugos se ha determinado un mejor comportamiento en la medida en que se incrementa el peso molecular y se recomienda en la literatura la alternativa de contar con

una variedad de floculantes para enfrentar jugos refractarios en diferentes momentos de la zafra, pero esto ha sido poco atendido en la práctica productiva. El empleo de mezclas de floculantes no ha demostrado ser una solución viable en estas situaciones.

Los floculantes aniónicos se producen a partir de la polimerización de radicales libres entre el acrilato y la acrilamida; proceso exotérmico con un calor de reacción cercano a las 20 kcal/mol. Los catiónicos se producen al sustituir el acrilato por un monómero catiónico tal como cloruros de alquil amonio, alquilacrilatos de alquilaminas (DMAEA), etc. En ambos casos se emplean iniciadores del proceso de polimerización que pueden ser inorgánicos (pares redox, etc.) u orgánicos (azocompuestos, etc.) y otros aditivos como el cloruro de amonio (anticongelante), el alcohol isopropílico (para evitar excesivo peso molecular), EDTA (para secuestrar calcio), etc. pero en todos los casos en cantidades pequeñas y sin incidencia importante en los costos totales.

La síntesis de estos productos requiere un control estricto de la ausencia de oxígeno, de la temperatura y en general de la marcha del proceso para garantizar pesos moleculares finales apropiados, bajos niveles de monómeros residuales y rendimientos factibles.

En la actualidad se comercializan estos polímeros en tres formas diferentes:

- en emulsión
- en solución acuosa
- sólidos
-

Polímeros en emulsión

El proceso sintético se lleva a cabo en una emulsión invertida en la que existe una fase continua orgánica (*oil*) y una fase discontinua acuosa. En esta última fase ocurre la polimerización que resulta por esta razón más fácilmente controlable. Este proceso requiere de los gastos que presupone la fase orgánica (i.e. exxol) y de cantidades apreciables de surfactantes (tensoactivos) primeramente para lograr esta emulsión invertida y finalmente para invertirla y lograr una emulsión de fase continua acuosa con fase discontinua orgánica, lista para su utilización.

La preparación de las soluciones para su empleo final resulta relativamente fácil por disponerse de un producto líquido aunque relativamente viscoso y con una concentración de principio activo entre 25 y 40%. En el mercado internacional de floculantes, cerca del 60% se comercializa en forma de emulsión.

Polímeros en solución acuosa

La síntesis se lleva a cabo en solución acuosa con lo que se elimina el uso de fase orgánica y de tenso activos por lo que resulta más barata, sin embargo, el control del proceso se hace muy difícil por las altas viscosidades que se producen de modo que sólo es posible y no sin dificultades, obtener concentraciones del principio activo inferiores al 15%. El producto final puede ser un gel cuya manipulación resulta dificultosa.

Floculantes sólidos

Resultan de la eliminación del agua y de la mayoría de los compuestos no-activos en cualquiera de los productos finales anteriores. Este proceso además de requerir cierta

cantidad de energía para evaporar el agua, es un proceso difícil al entrañar la manipulación de un producto con características muy especiales para lo que se requiere de equipamiento también especial. En el mercado internacional estos floculantes alcanzan precios entre 3000 y 4000 USD/t y a pesar de no ser el tipo de floculante que más se comercializa en el mundo es el que casi exclusivamente se ha empleado en la Industria Azucarera.

Los costos de producción están muy influidos por los costos de las materias primas que constituyen el elemento más importante del costo total y dependen en gran medida de las cantidades, lo cual provoca que las ventajas económicas de la producción se incrementen notoriamente al aumentarse la producción. En la tabla 1 se muestran las partidas más importantes del costo de producción para el floculante aniónico, sintetizado en forma de emulsión invertida y demuestra la factibilidad técnico-económica de la producción.

Con el conocimiento hasta el presente y teniendo en cuenta las condiciones de Cuba, los precios actuales de las materias primas y de los floculantes sólidos y su accesibilidad en el mercado, la variante de polimerización en emulsión invertida parece la más factible, aun cuando sea necesario enfrentar las dificultades inherentes al elevado contenido en su formulación de surfactantes de relativo alto precio en el mercado.

Tabla 1. Partidas más importantes del Costo de Manufactura de un floculante aniónico producido en emulsión invertida.

Materias Primas	**834,05**
Fase acuosa	480,00
Fase orgánica	158,00
Iniciador	1,70
Emulsionadores	156,35
Otros	38,00
Servicios	**279,06**
Agua	30,00
Electricidad	132,00
Gas inerte	66,00
Vapor	50,00
Aire	1,00
Mantenimiento	**100,00**
Mano de Obra	**59,63**
Total Gastos Directos	**1272,78**
Gastos Indirectos	**60,00**
Depreciación	**400,00**
Total de Gastos de Manufactura	**1732,69**

Se realizaron síntesis en emulsión invertida a nivel de planta piloto de poliacrilamida para su empleo como floculante aniónico en la sedimentación de jugos de caña para su purificación. Para estos fines se escogió una variante de síntesis que resultó más apropiadas para las condiciones cubanas con iniciador redox (metabisulfito de sodio - bromato de potasio) adicionado en forma continua y creciente a lo largo del tiempo de

reacción que resultó de seis horas y siguiendo la evolución de las polimerizaciones mediante permanganometría. El protocolo de la síntesis incluía así mismo el ajuste del pH de la fase acuosa a 7.00 y el empleo de un emulsionador para homogeneizar ambas fases. Toda la reacción se lleva a cabo en ausencia de oxígeno, lo cual se logra con el burbujeo constante de Argón. En la formulación final se eliminó la adición de anticongelante, por motivos obvios.

La figura 1 muestra la evolución de una síntesis típica en la que se logra cerca del 20 % de rendimiento (medido mediante permanganometría) en cada hora de reacción, especialmente en las primeras horas.

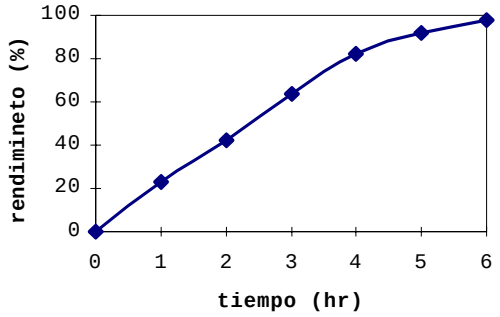


Fig. 1.-Evolución de una síntesis típica

En la figura 2 se muestra la cinética de la sedimentación de jugo de caña del CAI "Pablo Noriega" con la adición de floculantes y se demuestra que estos floculantes satisfacen las necesidades del proceso tecnológico en la purificación del jugo de la caña.

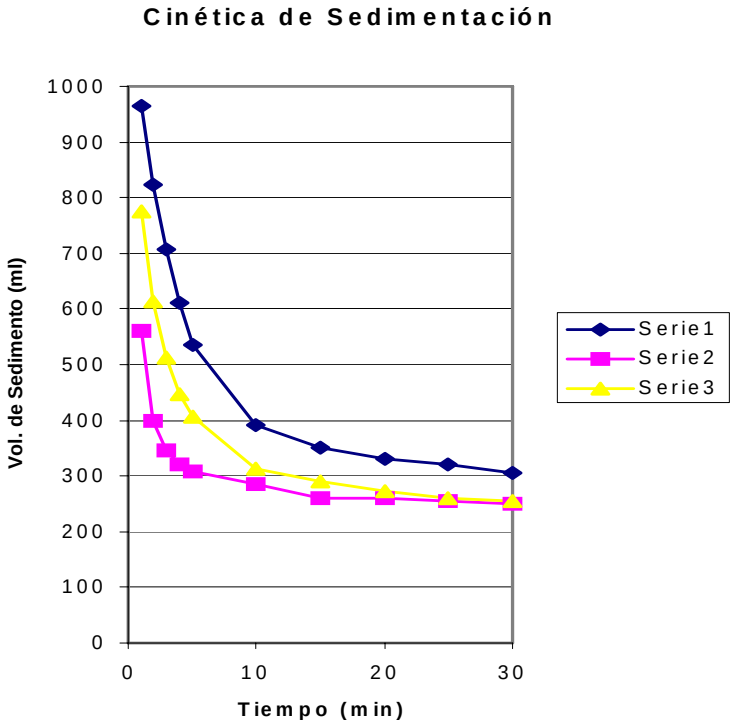


Fig. 2. Cinética de la sedimentación del jugo de caña sin floculante (serie 1); con un floculante comercial (serie 2) y con el floculante sintetizado (serie3).

Se realizaron pruebas industriales por más de 15 días de operación en el CAI "Pablo Noriega" con resultados satisfactorios que permiten avalar el comportamiento de este floculante a escala industrial al mantenerse los valores de la velocidad de sedimentación S_k por encima de 3 cm/min y los del volumen de sedimento a los 30 minutos V_{30} por debajo de 30 %.

De cualquier modo es importante el dominio nacional de los tres procesos sintéticos, no sólo por las razones apuntadas previamente sino también por los vaivenes del mercado que pudieran inclinar coyunturalmente la factibilidad de la producción hacia cualquiera de ellas. Por esta razón se realizó la síntesis de unos 30 Kg en solución acuosa de un floculante aniónico (similar al sintetizado en emulsión invertida), con un 15% de activos, que también fue incluida en la evaluación industrial con resultados satisfactorios.

CONCLUSIONES

- Se cuenta con la tecnología para la obtención de floculantes para la industria azucarera y se escogió la variante más factible bajo las condiciones cubanas
- Estos floculantes son similares a los comercializados y empleados en la industria azucarera cubana
- Su producción es factible desde el punto de vista técnico-económico.

REFERENCIAS

D. Hunkeler; J. Hernández-Barajas (1997). "Polyacrylamides" In: Handbook of Thermoplastics. Marcel Dekker, O. Olabisi Ed.

Gupta, B. and H. Singh. (1992)."Polymerization in microemulsion systems" *.Polym.-Plast. Technol. Eng* Vol. 31 No 7-8, pp. 635-658

Hernández-Barajas, J., A. Renken; D. Hunkeler. (1998"Reaction Engineering of Acrylic Water-Soluble Polymers". *DECHEMA Monographs* Vol 134 Wiley-VCH Verlag GmbH)

Mortimer, D. A. "Synthetic Polyelectrolytes -A Review". *Polymer International* 0959-8103/91/$03-50©1991 SCI. Printed in Great Britain

American Cyanamid Company. "Chemistry of Acrylamide". USA. 64 pp. (1969)

Crees, O. L.; Whayman E. and Willersdoff A. L. (1977). "Further studies on flocculation". *Conf QSSCT* ,44 Bundaberg Queensland. pp. 225-233.

Bango, J. C. 1999"Evaluación de polielectrolitos empleados como floculantes en la clarificación de bajo tiempo de residencia (rápida)". ICINAZ. *Informe CITMA* Dic.

Morales, S. (1987)"Estudio y Utilización más Efectiva de los Floculantes en la Producción de Azúcar Crudo de Caña". *Tesis* en opción al grado científico de Candidato a Doctor en Ciencias Técnicas. UCLV.

PRODUCCIÓN DE PAPELES BLANCOS A PARTIR DE PAPEL DE DESECHO

Hernández Touset
Juan Pedro M.Sc

Departamento de Ingeniería Química, Universidad Central de Las Villas.
Carretera a Camajuaní, Km 5.5 Santa Clara
E - mail: juanpedro@uclv.edu.cu

ABSTRACT

In this article an analysis of the technology proposal for the production of white paper from recycled fiber at the White Papers Complex in Jatibonico is carried out, as a beginning phase of the of global technological evaluation process, using for this task methods and tools of the analysis and engineering of processes with the purpose of minimizing the consumption of materials, energy, water and the polluting effects of the residual waters.

The work includes the study of the water system of the mill. The study shows a considerable reduction of water in the disintegration stage and the saving of thousands of m^3/day of fresh water, therefore, the volumes of the effluents, the polluting loads and the costs of residual treatments decrease.

The proposal of necessary transformations for start up were also analyzed, concentrating the analysis on the adaptation of the pulp production line from bagasse to a production line using 100% of recycled paper. The proposed alternative contributes to the reduction of the electric power consumption and the decrease of maintenance and investment costs in the substitution of the piping systems.

INTRODUCCIÓN

El interés de la industria papelera mundial, hacia la recuperación viene impulsado por dos condiciones sociales: la necesidad de la conversión de las fuentes de materias primas compatibles con un aumento de productos manufacturados y la necesidad de conservación del medio ambiente, dado que se eliminan residuales de la sociedad industrial.

Sin embargo, esta presión social no podría haber sido encausada hacia la recuperación y la utilización del papel viejo como materia prima para la fabricación de papel sino hubiera existido, por una parte presiones económicas sobre las empresas, y por otra las investigaciones y desarrollos tecnológicos que han hecho posible esta recuperación. En particular la posibilidad de obtener a partir de papelote pastas que puedan servir para la fabricación de papeles en los que tradicionalmente solo se utilizaban fibras vírgenes es uno de los campos más atractivos.

Factores internos y externos han hecho difícil la vida económica del país, viéndose limitada la renovación de las tecnologías y unido a la exquisitez y relativa disminución del mercado; nuestro país se ha visto obligado a reanimar su industria papelera, sobre la base de recuperar sus capacidades instaladas, de forma tal que paulatinamente estas se exploten

eficientemente y que ello conlleve a elaborar productos competitivos tanto en el mercado nacional como internacional, que generen utilidades capaces de responder a las necesidades de los cambios tecnológicos requiere nuestra industria del papel.

Sobre la base de esta problemática hemos encaminado nuestro trabajo a hacer un análisis global del sistema de agua en el combinado, con el fin de preparar las condiciones para la aplicación de métodos avanzados, los cuales tratan, según El -Halwagi (1998) la separación y los sistemas de procesamiento de subproductos y residuales, para la optimización del ciclo de agua y de esta forma reducir los consumos de agua fresca, así como reducir los volúmenes de efluentes, desarrollando un estudio de las posibles corrientes que pueden reciclar en el proceso, para lo cual ha sido necesario realizar un balance de materiales en todas las etapas del proceso de producción. Tripathi (l996) afirma que la mejor forma de lograr reducción es determinando cuales corrientes de agua reciclar. Este análisis, unido a los cambios en las condiciones de operación de la fábrica y a las transformaciones tecnológicas necesarias a efectuarse para hacer posible la fabricación de papel a partir de 100 % de fibra reciclada, tienen como propósito el ahorro de materiales necesarios en dichos cambios; el ahorro de aditivos químicos; energía; la disminución de los costos de fabricación por estos motivos y por la eficiente utilización, preparación y recuperación de la fibra y la carga; además aumentar la eficiencia fabril, aplicando y empleando técnicas avanzadas tanto en nuestro estudio como en el proceso fabril como tal.

Estudio del sistema de aguas. Modificaciones necesarias.

En la fábrica existe un volumen de aguas blancas procedente de la tela de la máquina que es vertida a la zanja, desde la cuba de aguas blancas. Teniendo en cuenta el contenido de fibra y carga de estas aguas, las mismas no deben verterse a la zanja, sino reincorporarse al proceso, ya que esto economiza el proceso en cuanto al consumo de agua fresca y de energía, tanto por causa del bombeo como de tratamiento de la misma. Esto lo lograremos aumentando la alimentación de las aguas al polidisco, ya que su principio de funcionamiento lo permite, al tener una área filtrante variable, obteniendo un mayor flujo de filtrados claros y turbios. Por otra parte, no se agregará carga al sistema por lo que será imprescindible recuperar la mayor parte de esta. En este caso específico, es preciso señalar que la recirculación de las aguas blancas provocaran en determinado momento la saturación de las aguas por exceso de carga, lo que trae efectos adversos a la formación del papel y sus características físico-mecánicas. Es por ello que será necesario en determinado momento descongestionar el sistema eliminando aguas blancas y añadiendo fresca.

Otra variante un poco más eficaz, en el sentido de la recuperación y recirculación de las aguas, reducir el consumo de agua fresca y con ello lograr otros efectos económicos, sería: instalar un sistema de regeneración de las aguas blancas que elimine la carga y, pudiendo ser recuperada y empleada con otros fines. Con un fin similar, debe estudiarse la posibilidad de tratar también las aguas procedentes de los fieltros de las prensas que se vierten a la zanja, analizando específicamente las características de ambas corrientes, de lo que se pueden inferir dos posibilidades principales: que ambas corrientes puedan tratarse juntas o que haya que hacerlo por separado, pero será significativo el ahorro de agua llevando a cabo estas acciones.

Para determinar el valor del flujo de agua vertido a la zanja fue realizado un balance de materiales en el proceso, del cual se muestran algunos resultados en la tabla 1.

Tabla 1. Principales fuentes de agua residual.

Denominación de la variable	Magnitud (Kg/h)
Flujo de filtrados claros como agua de dilución.	24.49
Aceptados desde el depurador plano vibrante.	34.42
Flujo de aguas blancas de alimentación al filtro (Polidisco).	457.66
Flujo de aguas blancas desde cuba de aguas blancas.	455.22
Flujo de alimentación del depurador bajo presión.	590

Cambios tecnológicos necesarios para la arrancada.

El proyecto de la arrancada elaborado por la fábrica propone diferentes variantes de alimentación de pasta a las torres de alta consistencia como causa de la posibilidad de que las bombas no posean la capacidad suficiente para bombear hasta esa altura.

Se analizó mediante un balance de energía mecánica si las bombas son capaces de impulsar el flujo deseado hasta las torres de alta consistencia sin tener que hacer escala un la cuba para su posterior bombeo hasta las torres de alta consistencia.

El balance de energía mecánica se ha desarrollado para las dos posibles variantes: bombeo directo hasta las torres de alta consistencia con la tubería actual o con un nuevo sistema de tuberías. Para la ejecución del balance se realizó mediante el programa computacional dp (Internet: dphome.tsx.org) el cual nos permite obtener la caída de presión entre la salida de la bomba y la descarga en las torres de alta consistencia, así como la potencia requerida.

Tabla 2 Comparación de caída de presión y potencia para dos variantes del sistema de tuberías.

Sistema actual de tubería						N= ΣNi (kW)
Ø (mm)	457.2	219	150	139.7	139.7	
ΔPi (KPa)	68.83	6.6	22.2	18.8	197.5	
Ni (kW)	2.77	0.267	0.895	0.76	7.96	12.7
Nuevo sistema de tubería a instalar						
Ø (mm)	200	200	200	200	200	
ΔPi (KPa)	72.87	0.81	3.66	1.74	156.9	
Ni (kW)	2.94	0.0324	0.15	0.069	6.32	9.6

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos, es factible la sustitución del sistema de tubería, teniendo en cuenta que el consumo de potencia al ejecutar el cambio es menor que la potencia consumida por el sistema actual.

Análisis de los resultados.

- Como resultado del estudio del sistema de las aguas del combinado, se ha observado que reciclando las aguas blancas generadas en la tela, alimentando estas al filtro, se genera un flujo de filtrados claros y turbios capaces de reducir casi a cero el consumo de agua fresca en la etapa de desintegración y preparación de pasta; si se emplea el espesador de pasta el consumo de agua fresca será superior en 54 m^3/h al consumo de agua fresca cuando este no funciona es 5.84 m^3/h. La incorporación de todas las aguas blancas al filtro, además, posibilita recuperar mayor cantidad de fibra y carga, reduciendo el consumo de pasta fresca alimentada a la cuba de la máquina. Esto desde otro punto de vista nos obliga a descongestionar el sistema de las aguas blancas en un momento determinado, con el fin de eliminar la carga que se acumule en el mismo, teniendo en cuenta que un exceso de carga limita la posibilidad de que ocurran los enlaces interfibras, perjudicando las características físico-mecánicas del papel. La descongestión del sistema debe realizarse de forma tal que solo se elimine la carga, con el fin de reutilizar el agua clara en el proceso, reduciendo los volúmenes de residuales y el consumo de agua fresca en la máquina.
- En el sistema de duchas y de vacío de la máquina se derraman a la zanja 195 m^3/h de agua por concepto de duchas de lavado de los foils. Estas aguas, mediante un mecanismo correcto pueden colectarse, tratarse y reincorporarse al proceso. Suponiendo que de estas aguas se recupere el 90 %; se ahorrarían diariamente 4212 m^3 lo que equivale a 210.60 $/día, sin incluir los costos por tratamiento de ese volumen como residual.
- Para hacer posible la arrancada será imprescindible la construcción de un transportador de pacas, que haga posible la alimentación de la materia prima a los hydrapulpers, así como la instalación de una trenza Rangger y el montaje de una guillotina encargada de cortar las bobinas de Temboard, para su posterior desintegración.
- Como resultado del análisis de las diferentes variantes propuestas por la fábrica, es factible económica y tecnológicamente que no opere el espesador de pasta 27 Q004 en el proceso, puesto que los ahorros tanto por cuestiones energéticas como por disminución de los costos, al reducirse el consumo de agua fresca y no invertir en la sustitución de tuberías, entre otros aspectos son elementos a considerar para la puesta en marcha de este equipo. Otra cuestión considerada positivamente desde el punto de vista del consumo de potencia es la sustitución del sistema de tubería actual, por uno de mayor diámetro (Ø 200 mm). La reducción del consumo eléctrico podría ser de 6.5 MW/día.
- También resulta imprescindible la instalación del sistema de despastillado después de la desintegración parcial de la materia prima, efectuada en los pulpers. Puesto que esto garantizará la óptima preparación previa de la pasta para su refinación, reduciendo el consumo energético de esta importante etapa del proceso, así como de la etapa de desintegración.
- Es de notable importancia la sustitución de la tela que actualmente se encuentra instalada en la máquina por una de doble capa; ejerciendo este cambio efectos positivos en la retención de la fibra y la carga sobre la tela de la máquina, así como lo hace también el empleo del Compozil(Internet: http//www.ekachemicals.se) como agente de retención, llevando a cabo un sistema de encolado neutro, trayendo consigo estos aspectos la no

incorporación de carga al proceso, así como consecuencias positivas en cuanto al reciclo de las aguas dentro del sistema, el cierre de este y las demás etapas del proceso de fabricación del papel.

CONCLUSIONES

- El balance de materiales constituyó una herramienta importante en la determinación de la magnitud de los flujos y concentraciones de las corrientes del proceso y aporta la información necesaria para el estudio del ciclo de agua de la industria.
- Las modificaciones propuestas al esquema tecnológico permiten reducir considerablemente los consumos energéticos por concepto de la reducción del consumo eléctrico.
- El análisis integral del sistema de aguas constituye un estudio preliminar que permite la aplicación
- de los métodos de integración de masa para la optimización del ciclo de agua de la planta.

REFERENCIAS

Documento No. 421101, Combinado de Papeles Blancos "Panchito Gómez Toro".

El-Halwagi, M., H. Dennis, (1998)"Solve Design Puzzels with Mass Integration", CEP, agosto, , pp. 1-20.

Martin Koster / IT Architect. Internet: http:/ www.dphome.tsx.org.

Proyecto para el mantenimiento, la producción y comercialización del papel, Combinado de Papeles Blancos "Panchito Gómez Toro", 2000.

Sundbland, B., Kjell Andersson, "Tokio, one of the four of the Project of the Year". Intenet: http: // www.ekachemicals.se/news/engelsk/1

Tripathi. P.(1996):"Pinch Technology Reduces Waste Water",*Chem. Eng*.,Vol.103(11), pp.87.

PRODUCCIÓN DE PROTECTOR UN RECUBRIMIENTO TEMPORAL PARA EVITAR LA CORROSIÓN

Menéndez, Gladys
Ing: Mondui, Rubén
Lic: Angulo, Elier

Instituto Cubano de Investigaciones Azucareras
E-mail: director@icinaz.minaz.cu

ABSTRACTS

In the search for development and improved use of resources to solve existing problems of sugar industry, corrosion among them, which greatly affects numerous items of equipment, steel building structures and agricultural machinery, ICINAZ developed e technology to obtain a temporal coating preserver from by products of the main sugar process, such as cain wax resin and crystal oil, which comes to be very effective for protection of items exposed to very corrosion outdoor environments called Protektor.

This paper shows the technological process and equipment used for this production, which does not impact the environment and is economically advantageous, since it can replace imports and lends itself as an exportable item

INTRODUCCIÓN

La industria azucarera cada día tiende a buscar un mayor desarrollo y aprovechamiento de los subproductos, con vistas a solucionar problemas existentes entre los que se encuentra el fenómeno de la corrosión, talón que afecta grandemente por poseer la industria muchas instalaciones, equipamientos, almacenes de materiales y maquinarias agrícolas metálicas.

Desde hace años en el Departamento de Corrosión del Instituto Cubano de Investigaciones Azucareras (ICINAZ) se comenzó a estudiar la posibilidad de obtención de recubrimientos temporales para la protección de los metales contra la corrosión ambiental a partir de materias primas nacionales, teniendo en cuenta la agresividad del clima cubano y la carencia de medios nacionales para combatir ésta.

Surgió un primer producto al que se denominó Protéktor con magníficas cualidades (ICINAZ, 1997). Posteriormente, y debido fundamentalmente a la disponibilidad de las materias primas y a las necesidades particulares de los usuarios surgen otras variantes del mismo (Ladrón de Guevara, 1983; Ladrón de Guevara**,** 1994) además de continuarse los estudios de evaluación de estos preservos en diferentes esferas de la economía nacional bajo diferentes circunstancias (Monduí, 1997).

La continuación de estos trabajos hasta el presente ha señalado que Protéktor, más que un recubrimiento constituye una línea de productos y fundamentalmente una estrategia de lucha contra la corrosión ambiental caracterizada por ser capaz de dar respuesta efectiva a la protección en función de la disponibilidad de materias primas y de las condiciones bajo

las cuales debe efectuarse esta protección, además de poder lograrse productos competitivos desde el punto de vista técnico-económico y de calidad aparente.

En la producción de las diferentes variantes estructurales de Protéktor se han empleado dos tipos fundamentales de sustancias: un endurecedor (10-20 %) y un vehículo o fase fluida. En la siguiente tabla se muestran los endurecedores y vehículos empleados:

Endurecededor	Vehículo
Cera cruda de caña	Aceite quemado
Cera refinada	Spindle
Resina de cera	Cruda Cristal
Parafina	Aceite de cera
Cal	Petróleo crudo

El recubrimiento temporal puede ser enriquecido adicionalmente con diferentes aditivos para usos específicos (jabones, pasivadores, etc.) según los requerimientos particulares del uso al que se destine.

Adicionalmente, en dependencia de la agresividad corrosiva del ambiente del que se quiera proteger a las estructuras metálicas, el producto obtenido puede ser diluido en nafta hasta un 50 % en peso; y ser aplicado a través de una de las siguientes variantes:

- Inmersión en frío
- Inmersión en caliente
- Spray (mochila)
- A brocha o estopa
- Con rodillo

En este trabajo se muestra la tecnología y el equipamiento para esta producción, que no provoca impacto en el medio ambiente y resulta favorable desde el punto de vista económico ya que puede sustituir importaciones y constituir un renglón exportable.

METODOLOGÍA.

El proceso de elaboración de la línea de recubrimientos temporales “Protéktor” es muy simple y consiste en la adición en un reactor de la cantidad apropiada del vehículo y calentarlo hasta 80ºC, momento en el cual se adicionará el endurecedor manteniéndose la agitación durante media hora. El producto debe ser envasado en caliente para que fluya.

“Protéktor 2” específicamente, se obtiene por la mezcla de aceite cristal o quemado (utilizado) y la cera cruda de la caña o su resina en las condiciones requeridas.

El reactor con sistema de agitación y calentamiento por serpentín se carga con las cantidades requeridas del aceite y la resina. Esta operación se realiza de modo manual y por gravedad. Se mantiene la agitación a 70^0C hasta lograr la total homogenización. En este momento se pueden añadir los aditivos si fuera el caso.

Una vez finalizada la operación, la mezcla se envasa directamente en latas de boca ancha de 5 galones, ya que este producto fluye con facilidad en caliente.

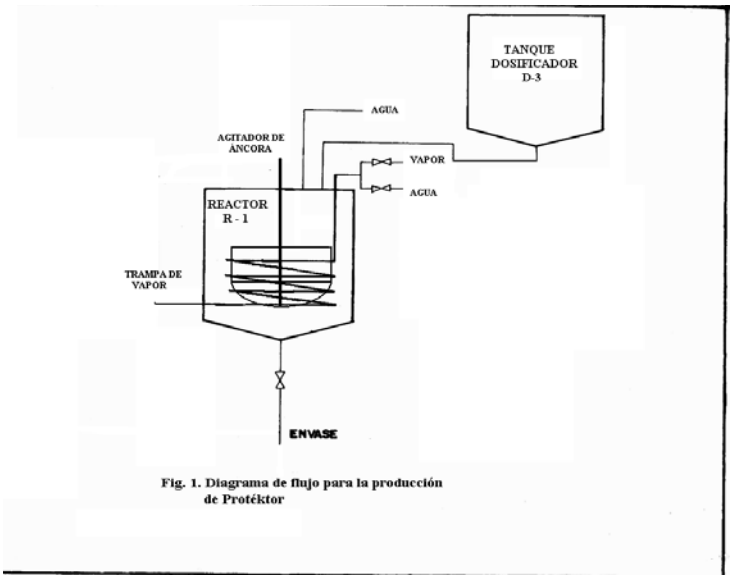


Fig. 1. Diagrama de flujo para la producción de Protéktor

CARACTERÍSTICAS DEL PRODUCTO

En la tabla 1 se muestran las características más importantes de los productos de esta línea y los resultados de su evaluación en probetas situadas en panelarios según la Norma Cubana (NC 12-04-0, 1981).

Como dato relevante de la tabla se destaca la protección que se logra con estos productos que no cede ante los mejores recubrimientos temporales que se ofertan en el mercado para las condiciones climáticas cubanas

Tabla 1. Características de los productos y resultados de la evaluación en probetas de aceros situadas en panelarios.

Características	Concentrado	Diluido (50% p/p)
Aspecto en el envase	Masa semisólida que fluye al calentarse, oscura, con diferentes tonos según el endurecedor	Líquido oscuro muy poco viscoso que puede aplicarse como spray (incluso con mochila)
Aspecto del recubrimiento	Capa homogénea, gruesa, oscura y brillante	Capa homogénea, fina, oscura y brillante
Poder cubriente (kg/m^2)	0.40-0.65 según el tipo de aplicación y las materias primas	0.10-0.25 * según la aplicación y las materias primas
Densidad (g/cm^3)	0.90-1.00 según las materias primas	0.80-0.90 según las materias primas
Desconservación	Con estopa y nafta: con facilidad	Con agua caliente a presión: con facilidad;

		con estopa y nafta: con mucha facilidad
Protección	6 meses en las peores condiciones climáticas (ambiente marino, verano, etc.)	Más de un año bajo techo y con paredes.
Temperatura de goteo (ºC)	38-68	---

* Referido al concentrado

El equipamiento que se requiere es sencillo .

- Tanque dosificador .
- Reactor

Tanque dosificador. Este tanque almacenará el aceite Cristal para alimentar el reactor directamente por gravedad, tiene un volumen de 2.88 m^3 y el material es de acero común.
Reactor Es un tanque cilíndrico con posibilidad de calentamiento y/o enfriamiento a través de un serpentín interior de cobre de 2 pulgadas y 6 vueltas, 4 bafles y sistema de agitación con un impelente tipo áncora, control automático de la temperatura en el reactor y la presión de vapor empleada para el calentamiento y aislado térmicamente .La descarga se realiza por el fondo para el envase que se realiza directo y en caliente.

El volumen es de 3.88 m^3, la velocidad de 80 r.p.m. y un motor de 3 Kw, el material es acero común.
Trampa de Vapor .
Capacidad = 1,3 m^3/h
Presión de trabajo = 3 kgf/cm^2
Material = Acero común.
Las tuberías para la instalación deben ser de 3 y 4 pulgadas.

RESULTADOS

Se definió como obtener el recubrimiento temporal, su caracterización y forma de aplicar. Se elaboró el Anteproyecto para la producción de este Protéktor y otros correspondientes a la línea.

Un proyecto que permitiría la producción de 1200 toneladas por año (trabajando un turno) tiene un costo de inversión estimado en 90 000 USD, . El costo de producción se calcula entre 340 y 440 USD/t en dependencia de las materias primas empleadas.

La producción de un recubrimiento de este tipo redundaría en cuantiosos ahorros debido a las disminución de las grandes pérdidas que ocasiona la corrosión en un ambiente tan agresivo como el de nuestro país, lo cual ha sido ampliamente cuantificado en la literatura nacional e internacional que trata estos problemas.

CONCLUSIONES

- Se desarrolló la tecnología y el equipamiento para la producción de una línea de recubrimientos temporales Protéktor y a la vez esta sirve para otros tipos de productos anticorrosivos.
- Se elaboró el Anteproyecto para una planta de producción de este producto.

REFERENCIAS

ICINAZ. (1997). Ficha técnica de los productos a producir

Ladrón de Guevara, M. E.; J. L. García (1983) "Experiencias en la formulación de recubrimientos temporales" *Informe Interno* ICINAZ

Ladrón de Guevara, M. E. (1994) "Diversas alternativas de Protektor" En: *Fórum de Ciencia y Técnica*, IX

Monduí, R. Angulo, E; Villarreal, Z (1997) "Diseño de nuevos productos anticorrosivos" *Informe I*nterno ICINAZ

NC 12-04-01 (1981) "Método de ensayo de la corrosión atmosférica en las estaciones ambientales"

PRODUCCIÓN FLEXIBLE DE PIENSOS BALANCEADOS A PARTIR DEL BAGAZO HIDROLIZADO

Costales Sotelo, Raúl

Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA)
Vía Blanca 804 esq. Carretera Central. San Miguel del Padrón. Ciudad de La Habana.
E-mail: costales@icidca.edu.cu

ABSTRACT

The production of animal food in countries like Cuba, lacks in amount and quality grasses as well as enough grains to satisfy the maintenance and growth of the animal crowd. It constitutes a problem of first order to satisfy the sake of increasing the unsatisfied demand of products to the population.

The sugar industry has demonstrated to possess enough quantity of capable vegetable mass of being transformed into products that satisfy the previously expressed demand. In this sense, the possibility is presented obtaining bagasse hydrolyzed in an modular installation, feasible of being built in the country with own earnings and its transformation in an annexed plant in a goods of high yield.

The calculations of basic engineering and economic behavior of the production and their investment are analyzed in Excel, made specifically for these purposes, that offers security and operational margin in the technological decisions.

INTRODUCCIÓN

La producción de Bagazo Hidrolizado en la actualidad es valorada por el MINAZ como una de las alternativas más importantes para brindar una adecuada respuesta a la problemática que presenta el sector de producción animal en Cuba agravada en los últimos años.

Se analiza el desarrollo integral de una instalación factible a ser desarrollada en el país presentando características modulares que posibilita su establecimiento en diferentes CAIs del país que tengan una masa animal suficiente elevada para que el producto incida de forma efectiva y se logre un impacto importante tanto en el mantenimiento como en el crecimiento del rebaño.

El diseño general de la planta se analiza a partir del desarrollo de una hoja Excel que facilita el análisis de la alternativa y el diseño mecánico particular de cada equipo en cuestión. De igual forma pueden ser estudiadas diferentes tipos de formulaciones y la incidencia de las mismas dentro de los costos operacionales de la planta. De igual forma se valoran los insumos requeridos para la producción demandados al central para lograr la misma.

El análisis económico de las alternativas analizadas son evaluadas adecuadamente según los indicadores económicos de la inversión en una hoja en un modo único de trabajo y reflexión tecnológica según la pestaña seleccionada.

DESARROLLO

Se analizó la tecnología de producción de Bagazo Hidrolizado a partir de la cual y teniendo en cuenta referencias tanto nacionales como de otros países productores, se realizó la ingeniería de una instalación de carácter automático, de alta productividad y comparable a las producidas por firmas especializadas de Brasil, con un costo de producción competitivos al ser comparada con las de importación. Se realiza un análisis comparativo de este modelo productivo con los predecesores en el país para obtener un resultado mas acabado y técnicamente confiable.

El modelo esta compuesto de diferentes pestañas de análisis:

- Producción de Bagazo Hidrolizado
- Selección de Dieta Optima.
- Producción de Pienso Balanceado
- Diseño Mecánico de los equipos que intervienen en la producción
- Cálculos Económicos

Producción de Bagazo Hidrolizado

Se parte de la concepción mecánica de un modulo de hidrolizado capaz de producir hasta 65 ton / día de producto, realizado a partir de la correcta selección de los tiempos operacionales por equipo y distribución de cargas en el tiempo. Se analizan los insumos necesarios a aportar por el tributario (bagazo y vapor) así como el alcance de la producción según variante seleccionada

Selección de dieta óptima.

Se toman referencias bibliográficas de diferentes productos asequibles al mercado nacional (importados y de producción nacional) caracterizados según su composición y se presentan los requerimientos del animal según clasificación.

Empleando técnicas de optimización con la herramienta solver, se analiza la posibilidad de obtener una dieta óptima tanto en composición como en economía del proceso.

Producción de Pienso Balanceado

El modulo trabaja en el análisis de una planta complementaria a fin de lograr un pienso balanceado, factible de contener tanto formulaciones sólidas como líquidas a fin de que a manera de un todo único se pueda analizar la inversión. Este módulo presenta determinadas características de innovación tecnológica, de manera tal que con un mínimo de equipos se logra versatilidad, economía y facilidades de operación con un mínimo de mano de obra operacional.

Diseño Mecánico.

Partiendo de los balances de masa obtenidos en las producciones anteriormente mencionadas, se realiza el cálculo mecánico primario del todo el equipamiento involucrado en la producción así como las requerimientos energéticos de los elementos motrices requeridos. El reporte se realiza en una hoja gráfica, en la cual el diseño del equipo se corresponde con la imagen representada.

De esta forma la ingeniería y proyecto de la planta pueden ejecutarse en un menor plazo de tiempo y capacidades conjugadas en forma integral entre la producción de hidrolizado, su conversión en pienso y posibilidades de entrega de formulaciones especiales.

Cálculos Económicos

Partiendo de la capacidad de la planta, el programa calcula el costo de inversión del equipamiento tecnológico. Además con el costo de producción y precio de venta de los productos finales, aplicando como herramienta el flujo de caja, calcula los índices económicos que determinaran la factibilidad de la inversión como por ejemplo, el tiempo de recuperación, la tasa interna de retorno, el valor actualizado neto y los ingresos de la instalación objeto de análisis.

RESULTADOS

La Hoja de Cálculo en su conjunto constituye una valiosa herramienta para el análisis de esta alternativa de diversificación en la Industria Azucarera. Debido al carácter prioritario de la problemática que enfrenta y valorando las posibilidades locales de obtención de materias primas, se facilita no solo la selección de la planta y su equipamiento sino también la respuesta económica obtenida.

CONCLUSIONES

- La Hoja de cálculo, es una herramienta útil para el diseño y Evaluación de Sistemas para la producción de Bagazo Hidrolizado y Piensos Balanceados.
- Se pueden hacer estudios de economía de escala en forma rápida y eficaz.
- Aplicando la herramienta “Solver”, se pueden optimizar distintos parámetros de interés en la formulación del producto que inciden de forma muy particular en las diferentes producciones.

REFERENCIAS

Blattner P., Ulrich L., Cook K., Dyck T., (2000), Microsoft Excel 2000. Ediciones ANAYA MULTIMEDIA. Madrid. España

Costales S. R et al; Tarea Técnica “Producción de Bagazo Hidrolizado” Subdirección de Desarrollo. ICIDCA 2001.

Jerie, G. D; Heepke, W. Elementos de Máquinas elevadoras y Transportadoras. Instituto del Libro, 3 Edición
Perry, H J. (1992), Manual del Ingeniero Químico. Editorial Hispanoamericana. España.

PRODUCCIÓN POR FERMENTACIÓN EN ESTADO SÓLIDO Y PROPIEDADES DE CELULASA DE *Aspergillus níger* W2

Bueno, Gloria
Delgado, Grisel.
Aguilar, Laura
León, Martha
Sánchez, Dioris
Alfonso, Aurelio
Rodríguez-León , José A.

Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar.
Vía Blanca 804, P.O Box 2034, CP 11000.
E-mail: gloriabg@icidca.edu.cu

ABSTRACT

The fungus *Aspergillus niger* W2 was used for production of extracellular carboxymethyl cellulase (CMCase) on citrus peel . Maximum enzyme activity (18.11 U g^{-1} dry wt) was obtained on the 221 h of cultivation. The effects of differents components in medium for cellulase, production was investigated. The results showed the influence of the humidity, cane molasses and phosphate over the synthesis of the enzyme. Negative influence the of cane molasses and phosphate was observed. The better activities were obtained with 40% of initial humidity. The properties of a crude enzyme preparation from *Aspergillus niger* W2 cultivated on citrus peel were investigated. The carboxymethyl cellulase (CMCase) had an optimum pH of 5.0.Optimum temperature of the CMCase was 60ºC. The enzyme retained 80% and 60% of its activity on incubation at 50ºC and 60ºC for 60 min. In the presence of 1 mM (acetate and citrate) and 6 mM of Cu^{2+} the activity were increased in 46%, 26% and 39%, respectively.

INTRODUCCIÓN

Las enzimas celulolíticas o celulasas son enzimas involucradas en la hidrólisis de celulosa nativa en la que participan tres tipos de enzimas celulasas denominadas celobiohidrolasas (1,4-b-D-glucan celobiohidrolasa, EC 3.2.1.91), endo-b-1,4-glucanasa (endo-1,4-b-D-glucan-4-glucanohidrolasa, carboximetilcelulasa (CMCasa), EC 3.2.1.4) y b-glucosidasa (Ec 3.2.1.2.1).

Las endoglucanasas en particular, constituyen un grupo interesante de hidrolasas muy utilizadas industrialmente. Las endoglucanasas catalizan la hidrólisis de los enlaces 1,4-b-D-glicosidicos en la celulosa y sus derivados (carboximetilcelulosa, hidroxietilcelulosa), b-glucanos de cereales (mezcla de enlaces b-1,4 y b-1,3 glucano o xiloglucanos y otros materiales de plantas conteniendo celulosa. (Beguin 1990 , Beguin y Aubert, 1994 , Henrissat, 1994)

Las celulasas son sintetizadas por un gran número de microorganismos que incluyen hongos, levaduras y bacterias. Generalmente, son producidas por hongos, en particular *Trichoderma y Aspergillus*. En años recientes, se ha incrementado el interés en la producción de enzimas microbiales por fermentación en estado sólido, un proceso promisorio por su alta productividad y empleo directo de residuos agroindustriales como fuente de carbono.

En el presente trabajo se estudia la influencia de la miel de caña, el fosfato de potasio y la humedad sobre la síntesis de celulasa (endoglucanasa) obtenida por fermentación en estado sólido de cáscara cítrica por *Aspergillus níger* W2 , así cómo algunas de sus propiedades bioquímicas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Microorganismo: Se empleó una cepa mutada de *Aspergillus niger* W2 de esporulación escasa y tardía obtenida del Departamento de Microbiología del ICIDCA (Instituto Cubano de Investigación de los Derivados de la Caña de Azúcar). La cepa fue mantenida en cuñas de agar-malta a 30ºC durante 7 días y almacenada a 4ºC.

Medio y condiciones de cultivo: Compuesto por cáscara cítrica conteniendo 2.7 % de urea (base seca) que proporciona el nitrógeno necesario para la fermentación de los azúcares simples (18% b.s, ART) y polisacáridos presentes en el material lignocelulósico (Rodríguez-León,1986), varias concentraciones de fosfato como KH_2PO_4 (0-0.05 % b s), miel de caña (0-42 % b s) y humedad inicial (40-60 %). de acuerdo a diseño factorial a dos niveles. La calidad del ajuste del modelo lineal fue expresada por el coeficiente de determinación r^2 (Mongomery, 1997). La fermentación fue llevada a cabo en columnas de vidrio tipo Raimbault (1980) conteniendo de 20-30 g de sustrato húmedo, aeración de 1 VKgm , a temperatura ambiente. La relación de inoculación fue de 1:10 (p v^{-1}). Las muestras del medio fermentado fueron mezcladas hasta su homogenización. Todos los experimentos fueron realizados por duplicado.

Determinación de actividad enzimatica: La actividad carboximetilcelulasa (CMCasa) fue estimada tomando 0.5 ml del extracto crudo enzimático (1:20 muestra fermentada /agua, 150 rpm. min^{-1} , 30 min a 30ºC) y 0.5 ml de una solución al 0.5% de carboximetilcelulosa en 0.1M buffer citrato pH 4.8 e incubada a 50ºC durante 30 min. La liberación de azucares reductores se midió como glucose pòr el método del ácido 3,5 dinitrosalicílico de acuerdo con Miller (1959). Una unidad de actividad CMCasa se definió como la cantidad de enzima que libera 1 mMol de glucosa por minuto bajo las condiciones de ensayo.

Determinación de biomasa: La proteína real estimada fue tomada como valor equivalente del contenido de biomasa (Pandey y otros, 2001).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la figura 1 se muestra la cinética de producción de CMCasa sobre cáscara cítrica al 60 % de humedad y su relación con el crecimiento microbial. Al comienzo del

crecimiento microbial se aprecia un bajo nivel de la enzima pero a medida que el crecimiento continúa, la síntesis de la enzima se incrementa hasta un valor máximo de 18.11 U g^{-1} b.s a las 221 h de cultivo.

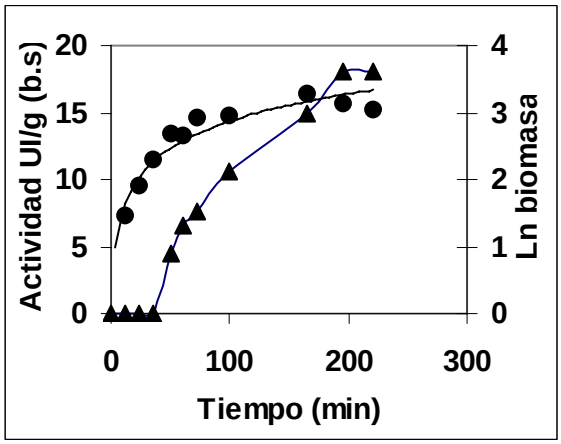


Fig. 1. Producción de endoglucanasa de *Aspergillus Níger* W2 sobre cáscara cítrica por fermentación en estado sólido. -▲- actividad endoglucanasa (U g^{-1} b.s); - ● - biomasa

El patrón cinético seguido por la CMCasa sobre cáscara cítrica fue parcialmente asociado no coincidiendo con los resultados obtenidos por Roussos y otros (1991, 1993) .

Influencia de los componentes del medio en la producción

Los experimentos se realizaron aplicando diseño factorial 2^2 considerando en un primer experimento los factores, concentración de azúcares reductores (miel de caña) y fosfato, a 60% de humedad y 72 h de fermentación (figura. 1). Para las diferentes variantes del diseño, el rango de valores encontrados fue de 22.52-31.47 UI g^{-1} (b.s). La actividad del control (sin miel de caña ni fosfato, a 60% de humedad) fue de 22.52 UI g^{-1} (b.s).

En el segundo experimento, los factores evaluados fueron azúcares reductores (miel de caña) y humedad inicial. Después de 72 h de fermentación el rango de actividad enzimática fue de 7.84-27.08 UI g^{-1} (b.s). La actividad del control (sin miel de caña, a 60% de humedad) fue de 21.59 UI g^{-1} (b.s).

Actividad CMCasa

Ecuación del modelo	**Coeficiente de determinación (r^2)**
$UI/g_{bs} = 26.7 + 2\mathbf{F} - 2.6\mathbf{AF}$	0.99
$UI/g_{bs} = 30.5 - 2.6\mathbf{A} + 5.1\mathbf{AH}$	0.84

Los factores azúcares reductores (A), concentración de fosfato (F) y humedad (H) así cómo sus interacciones fueron significativas para a = 0.05 . Un análisis de los modelos (tabla I) nos indica que la síntesis de CMCasa es favorecida en la primera experiencia por

la adición de 0.05% de fosfato y no adición de miel de caña. Los resultados mostraron un incremento del rendimiento del 40 % con respecto al control.

El decrecimiento de la producción de CMCasa en presencia de miel de caña puede ser explicado por el efecto de represión catabólica generado por el exceso de carbono fácilmente asimilable. La concentración de azúcares reductores aportada por la cáscara cítrica resultó ser adecuada para la síntesis de la enzima. En cuanto al contenido de humedad, la síntesis de CMCasa se favorece a un bajo nivel (40 %) de humedad inicial. Kittikun y otros (1997) reportaron para la síntesis óptima de CMCasa por fermentación en estado sólido de residuos de aceite de palma por *Aspergillus niger* ATCC 6275 un 50 % de humedad inicial, además se corrobora el efecto negativo de la adición de azúcares reductores al medio de fermentación.

Propiedades enzimáticas

El perfil de pH del crudo enzimático de *A. níger* W2 se presentan en la figura .2. Pérdidas de actividad CMCasa del 30% y 50% se obtienen a valores extremos de pH . A pH 3 se retiene un 80% de la actividad, con valores máximos entre pH 4.5-5.5 y un óptimo a pH 5.0. La máxima actividad CMCasa se alcanzó de 55-65ºC con óptimo a 60 ºC y pérdida del 30% a 70ºC. En cuanto a su termoestabilidad, la enzima retiene el 80% y 60% de su actividad inicial después de 60 min a 50 ºC y 60 ºC , respectivamente (figura 3). Saowaluck (2000) reporta valores inferiores para CMCasa *de A. níger* ATCC 6275 cultivada sobre torta de palma con óptimos a pH 3.5 y temperatura de 55 ºC , manteniendo el 100% de su actividad a 40 ºC en 60 min. Sin embargo, los resultados mostrados coinciden con los de la CMCasa producida por fermentación en estado sólido de hongos termófilos (Grajek, 1986).

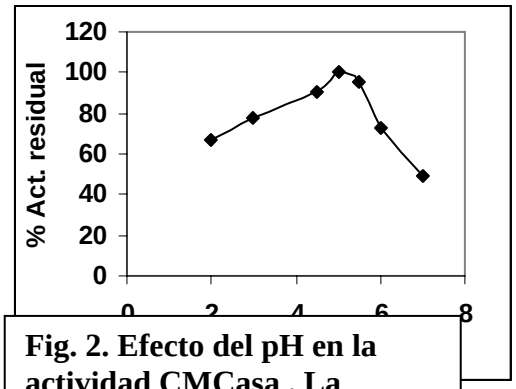


Fig. 2. Efecto del pH en la actividad CMCasa . La reacción fue realizada a 50ºC

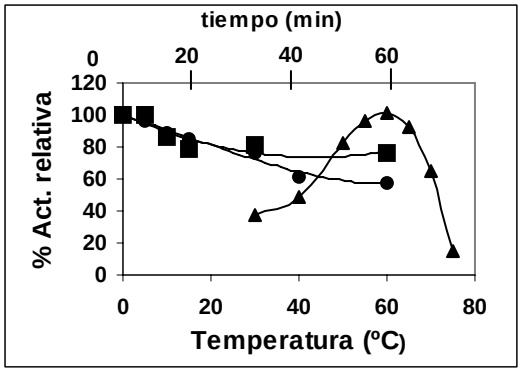


Fig. 3. Efecto de la temperatura en la actividad empleando los buffers 0.1M glicina/HCl (pH CMCasa (-▲-) y estabilidad a

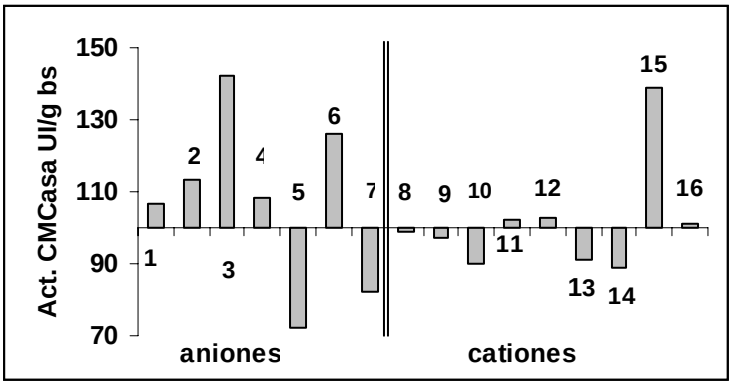


Fig. .4 Efecto de aniones (1 mM) y cationes (6 mM) sobre CMCasa: 1-NO_3^{-1}, 2-Cl^{-1}, 3- acetato,4- CO_3^{-2}, 5-PO_4^{-3}, 6-Citrato, 7- SO_4^{-2} ; 8- Fe^{+3}, 9- K^{+1}, 10-Ca^{+2}, 11-Li^{+1}, 12-Al^{+3},13- Cd^{+2}, 14-Na^{+1}, 15-Cu^{+2}, 16-Ba

El análisis del efecto de los moduladores iónicos en la actividad CMCasa muestra un efecto activador significativo para los aniones acetato (46%), y citrato (26%) y el catión Cu^{+2} (39%). Pérdidas de la actividad del 28% y 18% se produjeron en presencia de los aniones fosfato y sulfato respectivamente y de alrededor del 10% al emplear los cationes Li^{+1}, Cd^{+2} y Na^{+1}, en las concentraciones ensayadas. El resto de los iones no mostró efecto activador o inhibidor sobre la enzima

CONCLUSIONES

La síntesis de carboximetil celulasa (CMCasa) es favorecida cuando la fermentación de la cáscara cítrica por A*spergillus. niger* W2, se desarrolla a 40 % de humedad inicial y 0.05 % de fosfato de potasio. Los mejores valores de actividad enzimática se obtienen a pH 5.0 y 60ºC. La enzima retiene 80% y 60 % de su actividad inicial cuando se incuba a 50ºC y 60ºC por 60 min. Los iones, acetato, citrato y cobre tienen efecto activador sobre la actividad CMCasa de 46 %, 26% y 39% respectivamente, mientras que los iones fosfato y sulfato provocan una inhibición significativa de la actividad enzimática a las concentraciones evaluadas

REFERENCIAS

Beguin, P. (1990*), Annu. Rev. Microbiol*. Vol. 44, 219-248
Beguin, P.; Aubert, J-P. (1994), *FEMS Microbiology Reviews* Vol.13, pp. 25-58
Grajek, M. (1986), *Biotechnology Letters* Vol. 8(8), pp. 587-590
Henrissat, B. (1994), Cellulose, 1, 169-196.
Kittikun, A.H.; Kunghae, A.; Maneesri, J. (1997), *World J Microbiol Biotechnol*, 13 : 555-559

Miller, G.L. (1959), *Anal. Chem*., Vol.31, pp. 426-428.

Mongomery, D.C. (1997), Diseño y Análisis de Experimentos, Grupo Editorial Iberoamerica, Cap 7, 175, Mexico, DF.

Pandey A.C., Soccol, R., Rodríguez--León, J.A., Nigam, P. (2001), Solid state fermentation in Biotechnology. Fundamentals and Applications. Ed. Asiatech. New Delhi.

Raimbault, M. (1980), Fermentation en milleu solide: Croissance des champignons filamenteux sur substrat amylace. These de Doct. Travaux et Documents de I'ORSTOM. Ne. 127. Paris.

Rodriguez-León, J.A.; Bechstedt, W.; Echevarría, J.; Sierra, N.; Delgado, G.; Daniel, A.; Martínez, O. (1986), *Acta Biotechnologica*, Vol. 6(3), pp. 253-258.

Roussos, S.; Raimbault, M.; Prébois, J.P.; Lonsane, B.K. (1993), *Applied Biochemistry and Biotechnology* Vol. 42, pp. 37-52

Roussos, S.; Raimbault, M.; Viniegra-Gonzalez, G.; Saucedo-Castañeda, G.; Lonsane, B.K. (1991), *Micología Neotropical* Vol. 4 :PP. 83-98.

Saowaluck, J (2000), *J Sci Technol* 2000, Vol.22(2) , pp.: 235-240.

PRODUCTOS PARA LA ALIMENTACIÓN ANIMAL A PARTIR DE LA AGROINDUSTRIA AZUCARERA

López , Pastor
Campo, Felipe
Echevarría, Jacinto.

Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar. ICIDCA.
Vía Blanca Nro. 804 y C. Central Apto 4026, 11000. La Habana Cuba
E-mail: Cuba10@quivican.esihabana.cu

ABSTRACT

During many years ICIDCA has benn worked in developing products and tecnologies which involve raw material and byproducts in the sugar mill agroindustry in order to obtain animal feeding.

Those products and tecnologies like torula yeast, predigesty bagasse pith, molasse - urea - bagasse pith, protein molasses, probiotic for animal food, preservation of sugarcane agriculture residues have been developed in this field.

In this paper three products developed in ICIDCA'S institute recently are presented which have differents introduction in the productive sphere. Those are:Multinutritional bloks, dehydrated molasses and protein enzyme enrichment using solid state fermentation technique.

INTRODUCCIÓN

El ICIDCA ha trabajado en el desarrollo de productos y tecnologías a partir de subproductos y materias primas de la agroindustria azucarera destinados a la alimentación animal prácticamente desde su fundación en 1963.

Dentro de estos productos y tecnologías podemos mencionar:

Levadura torula forrajera, bagacillo predigerido, miel urea bagacillo, miel proteica, residuos de la cosecha cañera procesados, preparados probiótico para uso en animales, preservante biológico de bagazo, etc..

En este trabajo se presentan tres productos que se han obtenidos recientemente en el instituto con diferentes grados de introducción en la esfera productiva, esto son: Bloques multinutricionales, miel deshidratada (MFD) en secadores "spray" y enriquecimiento proteico y enzimático por fermentación en estado sólido.

MATERIALES Y MÉTODOS

Bloques Multinutricionales:

Esta tecnología es sencilla completamente mecanizada y de bajo costo que emplea solo como equipamiento principal un mezclador turbulento y una prensa eléctrica con descarga para 4 bloques por ciclo. El proceso consta de las siguientes etapas:

1era etapa: Pesaje de materias primas, 2da etapa: Mezclado de constituyentes sólidos y ajuste de la humedad de la templa, 3era etapa: Prensado.

Diferentes procedimientos han sido reportados por varios autores Sánchez (2001), Mancilla (2001).

Miel final deshidratada (MFD):

Se utilizó un secador "spray" a escala piloto y se escalaron los resultados en un secador industrial de las mismas características al piloto.

El proceso consta de las siguientes etapas:

1era etapa: Preparación de materias primas. (Miel final de 88 ºbrix y 52 % de ART, Hidróxido de Calcio comercial 66 a 68% CaO, Agua), 2da etapa: Mezclado y reacción, 3era etapa: Secado y envase.

Otros procesos de deshidratación de mieles han sido reportados Pellegrini (1974), Glabe 1970).

Enriquecimiento proteico y enzimático por fermentación en estado sólido.

El proceso de fermentación sólida, en todas las experiencias se ejecutó en columnas y bandejas. En las columnas se utilizó una carga de 25 – 30 g de sustrato, en las bandejas de 10 Kg.

Microorganismo empleado:

Se empleó la cepa CH_4 del hongo filamentoso *Aspegillus niger*. La misma sufrió el proceso de crecimiento en cuñas de agar durante 6 – 7 días. Posteriormente se extrajeron esporas de las cuñas para inocular en zaranda.

Se inocularon erlenmeyers de 1 litro y se puso a zarandear durante 48 h, obteniéndose la biomasa para el preinóculo.

Sustratos estudiados como medio de Fermentación y otros incluidos.

Bagacillo, miel, cáscara cítrica, pasto King Grass, maíz y salvado de trigo, urea 3 %.
Parámetros fijos: Tamaño de partícula, 3,5 – 1 mm, Temperatura: 30 ^{0}C. Aereación: 3 VKgM
VKgM = litros de aire/Kg. Min, tiempo 72 horas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Bloques multinutricionales:

Tabla 1 Formulación empleada en la producción de bloques

Microelementos		**Componentes**	**Formulación (% bs)**	
			I	**II**
		Miel final	55	44.28
		Bagacillo	20	18

		Urea	6	2.36
		Cal	10	18.94
		Sal común	3	5.68
		Fosfato de amonio	3	10.42
		Sulfato de amonio	3	0.13

En esta tabla 1 se presentan las dos formulaciones que se han producido y comercializado en el ICIDCA, constituyendo los dos primeros de mayor proporción (75%) representando, productos y residuos de la industria azucarera, mientras el restante 25% lo constituyen sales que se encuentran dentro de la esfera de esta agroindustria ó cuando el ingenio esta asociado a plantas de torula, destilerías y fertilización de áreas. La instalación tiene una capacidad de 1 ton/turno de 8 horas.

Los resultados obtenidos en pruebas realizadas en rumiantes con la formulación I fueron los siguientes:

En una cooperativa de Ciudad Habana, Municipio Arroyo Arenas, nombrada "Orlando López" se realizó una prueba en ganado bovino, equino así como en ovinos y caprinos se observó el siguiente comportamiento:

- Vacas lecheras: Buena aceptación, mayor consumo de agua, aumentaron de peso y promediaron 1.5 litros de leche mas/vaca/día.
- Equinos: De 7 animales 6 tuvieron buena aceptación, mejorando su pelaje y aumentaron su vigor y ganancia de peso en comparación con el restante que no consumió los bloques.
- Ovinos y caprinos: Notable voracidad por el consumo de los bloques, aumentando de peso.

En otra cooperativa de la Provincia La Habana nombrada "Roberto Rodríguez" que fue aplicado el producto se realizó una primera experiencia con un aproximado de 80 vacas reproductoras y se pudo observar una notable disminución en el % de animales vacíos de 18,2 a 5.5, en 5 meses de aplicación del producto, lo que evidencia una mejoría significativa en la fertilidad o reproducción a pesar de no haberse realizado una formulación para este fin.

En una prueba posterior se aumentó el numero de animales a 404 extendiéndose a 13 meses. En la misma se observó que el % de gestantes aumentó en .9. Así mismo se reportó una ganancia de hasta 8 veces el costo del alimento por concepto de poder contar con mayor cantidad de animales en producción.

Miel final deshidratada.

En la tabla 2 se muestran los resultados obtenidos en los análisis efectuados a la MFD.

Tabla 2 Composición de la miel final deshidratada

Análisis	% base seca
Materia seca	96.4
Azucares Reductores totales	51.8

Nitrógeno	0.49
Proteína Bruta	3.06
Energía metabolizable (Kcal)/Kg	2375
Calcio	3.80
Fósforo	0.15
Magnesio	0.18
Ceniza	15.52
Microelementos Cu-Mn-Co-Al	ND

En esta tabla se observa un ligero aumento de la ceniza comparada con el promedio de las mieles cubanas naturales (12.4 %). Lógicamente existe un aumento en la materia seca y los azúcares reductores totales realizando la misma comparación (86.1 y 47.1 %).

Con el producto obtenido a escala piloto se realizó una prueba nutricional de aceptabilidad en el Instituto de Investigaciones Avícolas, utilizándose 40 pollos de 12 días de edad de la línea S_{53} distribuidos en un diseño de bloques al azar con 5 tratamientos según metodología de evaluación de materias primas del IIA en los cuales se sustituyó el cereal por diferentes niveles de MFD (0 %), (5 %), (10 %), (15 %) y (20 %), cada uno con 4 réplicas.

Se pudo comprobar que el consumo de alimento del tratamiento del 5 % de inclusión del producto en el pienso fue muy similar al control, mientras que los tratamientos de 10, 15 y 20 % de inclusión del producto realizaron alrededor del 80 % del consumo referente a las aves del tratamiento control. Así mismo no se encontró diferencias en ninguno de los momentos evaluados referente al incremento de peso y la conversión alimentaria.

Enriquecimiento proteico y enzimático por fermentación en estado sólido.

En la tabla 3 se presentan los resultados obtenidos al producto fermentado analizado utilizando diferentes sustratos.

Tabla 3 Composición del producto obtenido mediante FES con diferentes sustratos

Sustrato empleado	**Cáscara Citrica**	**Bagacillo Miel 20 % ART Maíz 20 % b.s.**	**King grass Miel (20 %) ART b.s**	**Salvado de trigo Miel (20%) ART b.s**
PH	6.2	7.6	6.8	6.8
Humedad (%)	46.1	45.6	65.9	61.9
ART	2.2	1.9	-	-
Proteína (%bs)	11.3	11.5	10.3	9.6
Fibra (%)	22-5	25.4	-	21.9
Cenizas (%)	8.1	11.9	-	9.6
Celulasa μM/g.min	43.5	11.5	11.3	13.9
Amilasa μM/g.min	42.8	42.7	-	53.1

En la tabla podemos observar que en todos los casos hubo un incremento de proteínas adecuado. Así mismo los valores obtenidos en cuanto a pH, ART, húmedad, fibra

y cenizas también resultan similares a los obtenidos por otros autores en procesos similares con otros sustratos, López (1990), Rodríguez (2000). En cuanto a la producción de celulasas y amilasas una concentración de miel al 20 % de ART, si bien produjo actividad celulolítica, resultó inferior a la obtenida con cáscara cítrica, no así respecto a la amilasas donde al utilizar bagacillo + maíz ó salvado de trigo redundó en una actividad amilolítica en el mismo valor alcanzado al utilizar la cáscara cítrica.

CONCLUSIONES

- Los bloques multinutricionales producidos con subproductos y materias primas de la agroindustria azucarera resultan un suplemento adecuado para utilizar en rumiantes.
- La miel final deshidratada obtenida en secadores "spray" puede sustituir hasta un 5 % en piensos destinados a monogástricos. Estudios con este producto son continuados con el objetivo de aumentar la inclusión y destinarlo a otras especies de animales.
- El enriquecimiento proteico y enzimático por medio de la fermentación en estado sólido utilizando bagacillo como soporte es viable, pudiéndose utilizar en diferentes categorías y especies de animales.

REFERENCIAS

Sánchez, C. (2001). Bloques Multinutricionales (bm) como suplemento alimenticio en caprinos. II: Experiencias en el uso de bm en caprinos.Microsoft Internet Explorer.

Mancilla, L. E., Aponte, L., Gregorio J. (2001). Bloques Multinutricionales. Guía para su elaboración. E39P49.HTM. Microsoft Internet Explorer**.**

Proyecto FAO. Bloques Multinutricionales. 1986. Egipto.

Pellegrini, A.P. (1970).Process for the production of dry molasses from sugar cane or Beetvoot molasses. USP 369811.

Glabe, E.F., Anderson, P.W., Laftsidis, S. (1974) Thin film orgin of molasses with addition of say protein. USP 384821

López, P., y otros. (1990). Escalado de la fermentación en estado sólido de los residuos de la cosecha cañera para su enriquecimiento proteico. En: *Sem Int. Azúcar y derivados de la caña. Diversificación 90*. , II Cuba.

Rodríguez, J. y otros. (2000). Enriquecimiento proteico de los residuos de la cosecha cañera. En: *Manual de los Derivados de la caña de azúcar.* Cuba.

ICIDCA**.** (1979). Manual de Técnicas Analíticas, ICIDCA. Cuba

PULPA Y PAPEL DE BAGAZO EN LOS UMBRALES DEL NUEVO SIGLO

Rafael S. Molina Mancebo

Unión de Investigación-Producción de la Celulosa del Bagazo "Cuba-9"
Apartado 8, Quivicán, Provincia Habana, Cuba. Correo electrónico:
E-mail: investc9@ip.etecsa.cu

ABSTRACT

The present status of the Bagasse-based Pulp and Paper industry is reviewed. Though the installed capacity slightly exceeds 3 million Tons, nearly 1,5 % of the world total, the operating rate is rather low. The reasons therefor are mentioned. The new challenges to the worldwide procurement of fiber for the pulp and paper industry are commented. An increase in the use of non-woody raw materials will be needed to meet the demand of fiber for the paper industry in the near future. In order to play a more important role, the Bagasse Pulp and Paper Industry has to overcome the problems associated to its competitiveness and economic efficiency. Technical aspects related to depithing and fiber quality, storage and wet cleaning, pulping and bleaching are analyzed. Fiber cost is considered a crucial factor, connected with mill size. The case of a small scale pulp mill consuming surplus bagasse and closely integrated to a medium size sugar mill is presented. Surplus bagasse as raw material gives an important fiber cost reduction as compared to pulpwood, thereby allowing lower operating costs. Investment cost will be low too. Hence, the remaining problems are related to the economy of scale, and to the technical feasibility of such small size mills.
A broader view is also needed from the sugar manufacturer side, for a closer integration between the production of sugar and derivatives. The whole complex would be then conceived as a biomass factory.

~~1.~~ESTADO ACTUAL DE LA PRODUCCIÓN DE PULPA DE BAGAZO EN EL MUNDO

La capacidad mundial instalada para la producción de pulpa de bagazo es de 3,14 MM de TM, casi el 1,5% con respecto a todas las materias primas fibrosas vírgenes. FAO (2000) Aparecen registradas 112 plantas en 21 países, con una capacidad media de 30 M TM anuales. PPI Directory, 2000) El uso del bagazo ha ido cediendo terreno con respecto al resto de las materias primas no madereras, cuyo crecimiento ha sido más estable y uniforme. El aprovechamiento de la capacidad instalada es relativamente bajo, por las causas siguientes: 1) Incertidumbre en el aseguramiento del bagazo; 2) Incremento de los precios; 3) Competencia con papeles y cartones importados; 4) Competencia con las fibras recicladas; 5) Con-flictos regionales; 6) Problemas financieros; 7) Opiniones adversas con respecto a la calidad de la pulpa y el papel de bagazo. Molina (2001) Muchas de las fábricas existentes carecen de instalaciones para el tratamiento de los residuales, y muestran claros signos de obsolescencia tecnológica. Esta situación, que no es exclusiva del bagazo, se enmarca en una tendencia mundial al cierre gradual de instalaciones de baja capacidad productiva. PPI (2001)

~~2.~~PRONÓSTICOS DE DISPONIBILIDAD DE MATERIAS PRIMAS FIBROSAS

La situación del abastecimiento mundial de fibras se va tornando en un problema cada vez más serio. Se pronostica que en el año 2010 la demanda de papel y cartón experimentará un aumento de alrededor de 50 % con respecto a 1996. Se aproxima a sus límites prácticos el empleo de la fibra reciclada (50 %), se incrementan las presiones mundiales para poner freno a la explotación de las

reservas forestales vírgenes, y los precios de la madera tienden a aumentar. Por estas y otras razones, se espera también que alrededor del 21% de la capacidad adicional de pulpa virgen será a partir de plantas anuales. Es difícil pronosticar qué parte corresponderá al bagazo. Una recuperación en su desarrollo, requiere de soluciones a los problemas que inciden sobre la competitividad y la eficiencia económica de su industria, para convertirla en un sector capaz de competir económicamente en condiciones de igualdad con el resto de las fuentes de materias primas fibrosas. Mc Nutt (1997)

CONCEPCIÓN DE LAS PLANTAS DE CELULOSA DE BAGAZO

Calidad de la fibra: Es posible obtener pastas de alta calidad y de resistencia satisfactoria si se logra la remoción máxima posible de todos los componentes parenquimatosos presentes en el bagazo integral. Estas conclusiones han sido demostradas a partir de investigaciones y por la práctica industrial. Existen actualmente las calderas apropiadas para que el complejo agro-industrial cañero pueda emplear esta corriente rica en médula en la generación de vapor.

Almacenamiento del bagazo*:* Se requieren un diseño eficiente del sistema de almacenaje, y un control cuidadoso de las condiciones del mismo para la preservación de la fibra y para el control de las pérdidas. El almacenaje del bagazo debe ser concebido como una etapa más del proceso productivo, merecedora de los mismos controles y normas de operación que para el resto de las operaciones.

Limpieza en suspensión de la fibra: En la actualidad se dispone de equipos eficientes y de bajo consumo de energía para llevar a cabo esta operación, cuyo nivel de pérdidas se reduce con la remoción de la médula, al tiempo que se hace posible un mayor grado de recirculación del agua.

Procesamiento del bagazo para la obtención de pulpa*:* Para el pulpeo químico del bagazo es aceptado como el sistema idóneo, el digestor continuo de tipo tornillo sinfín y el pulpeo a la soda. Los rendimientos de pulpa cruda están por encima de 55% a partir de una fibra con alto grado de limpieza y baja proporción de médula. El consumo de soda y el tamaño de la inversión en recuperación de licor negro son menores en comparación con la madera. En el caso de los sistemas de pulpeo de alto rendimiento, se necesitan nuevos procesos de pre-tratamiento químico, refinación y abrillantamiento para lograr calidades de pasta de mayor brillantez, rendimiento y resistencia, que puedan competir con sus similares a partir de maderas duras.

Blanqueo*:* La tendencia mundial es hacia procesos con tecnología totalmente libre de cloro (TCF), o al menos, libre de cloro elemental (ECF). Ya en la actualidad existen varias plantas basadas en el bagazo que emplean esquemas de blanqueo libres de cloro elemental. No hay razones para pensar que los nuevos adelantos en esta tecnología no puedan ser aplicados al bagazo. Tal vez los problemas principales se presenten en la economía de escala.

Capacidad de producción y economía de escala: Muy poco se puede hacer para lograr una mayor rentabilidad económica por aumento en la capacidad de producción. La industria azucarera se caracteriza por unidades de baja capacidad, en comparación con las demandas de fibra de una empresa típica productora de celulosa. Capacidades altas implican gastos de transporte y encarecimiento del costo de la fibra. Ello aumenta los costos de operación, y a su vez, los gastos de las inversiones. Por lo tanto, *es importante buscar soluciones que contrarresten los problemas de economía de escala, y que hagan viables las plantas de celulosa de bagazo de pequeña capacidad.*

~~4.~~CARACTERÍSTICAS DE LAS PLANTAS DE PEQUEÑA CAPACIDAD

Plantas de producción de pulpa con una escala de capacidad de 30 a 50 TM por día, pueden ser viables mediante su integración al complejo agro-industrial azucarero. Es posible pensar en la utilización casi exclusiva de bagazo sobrante. El balance general de una planta de este tipo para la producción de pulpa química blanqueada se muestra en la Figura 1. Las operaciones de blanqueo y secado de la pulpa, que están entre las más sensibles a la economía de escala, pudieran llevarse a cabo mediante la integración de dos o más plantas de este tipo que tributen a una de mayor capacidad donde la pulpa se blanquee y se seque para su comercialización. Si el mercado meta de la celulosa se encuentra cercano, la pulpa puede comercializarse en lascas húmedas, lo cual reduce considerablemente los costos. Las soluciones podrían ser aun más simples para la producción de pulpa parda (pulpa química no blanqueada), o pulpa de alto rendimiento

~~5.~~COMPETITIVIDAD EN PRECIO CON OTRAS MATERIAS PRIMAS FIBROSAS

Bajo las condiciones descritas con anterioridad, el bagazo sobrante desmedulado puede ser suministrado a la planta de celulosa a un costo interno del orden de $18,00 USD/TMBS. La contribución correspondiente de la fibra al costo de producción de la pulpa sería de $43,00 USD/TMBS de fibra. En comparación, al precio de mercado actual para la madera de pulpa ($40,00 USD/$m^3$) Dottori (2000), la contribución correspondiente es de $200,00 USD/TMBS de pulpa. Estas cifras marcan una ventaja económica evidente para el bagazo. Los gastos de la inversión serían bajos, y los costos de operación deben permitir competir con las demás materias primas, y enfrentar las oscilaciones del mercado de la celulosa. La ventaja inicial obtenida por reducción en los costos de fibra es un buen augurio de que ello puede ser posible. El nicho de mercado lógico para estas plantas debe ser el productor de papel y cartón doméstico.

~~6.~~NUEVA CONCEPCIÓN EN EL DESARROLLO DE LA INDUSTRIA AZUCARERA

En paralelo con la solución de los problemas que dificultan un mayor aprovechamiento de este residuo agro-industrial en condiciones de competitividad con el resto de las materias primas fibrosas vírgenes, y que son inherentes a la tecnología de celulosa y papel, se requiere de una nueva visión integral de la industria azucarera, encaminada hacia la diversificación, en la cual el central puede ser concebido como una “fábrica de biomasa”.

~~7.~~REFERENCIAS

~~1.~~Dottori, F. (2000), Tembec International, Conferencia, Habana, Cuba.
~~2.~~FAO (2000), Capacidades de Pasta y Papel. Estudio 1995-2000, FAO Publications, Roma.
~~3.~~Mc. Nutt, J., Rennel, J. (1997), *Pulp and Paper International* 39 (2), pp. 48-51.
~~4.~~Molina, R. (1974-1997), Visitas personales a instalaciones productoras.
~~5.~~Molina, R. (1998), La industria de pulpa y papel del bagazo: realidad y perspectivas. Diversificación 98. Habana, Cuba.
~~6.~~Molina, R. (2001), Perspectivas de la industria de pulpa y papel de bagazo en los umbrales del nuevo siglo. Taller XX Aniversario de Cuba-9, Quivicán, Provincia Habana, Cuba.
~~7.~~Pulp and Paper Directory (2000), Miller Freeman Publications.
~~8.~~*Pulp and Paper International Annual Review* (2001), 43 (7).

ANEXO. SÍMBOLOS Y ABREVIATURAS UTILIZADOS EN EL TRABAJO

TM: toneladas métricas; TMBS: toneladas métricas base seca; TMSA: toneladas métricas secas al aire; M: miles; MM: millones

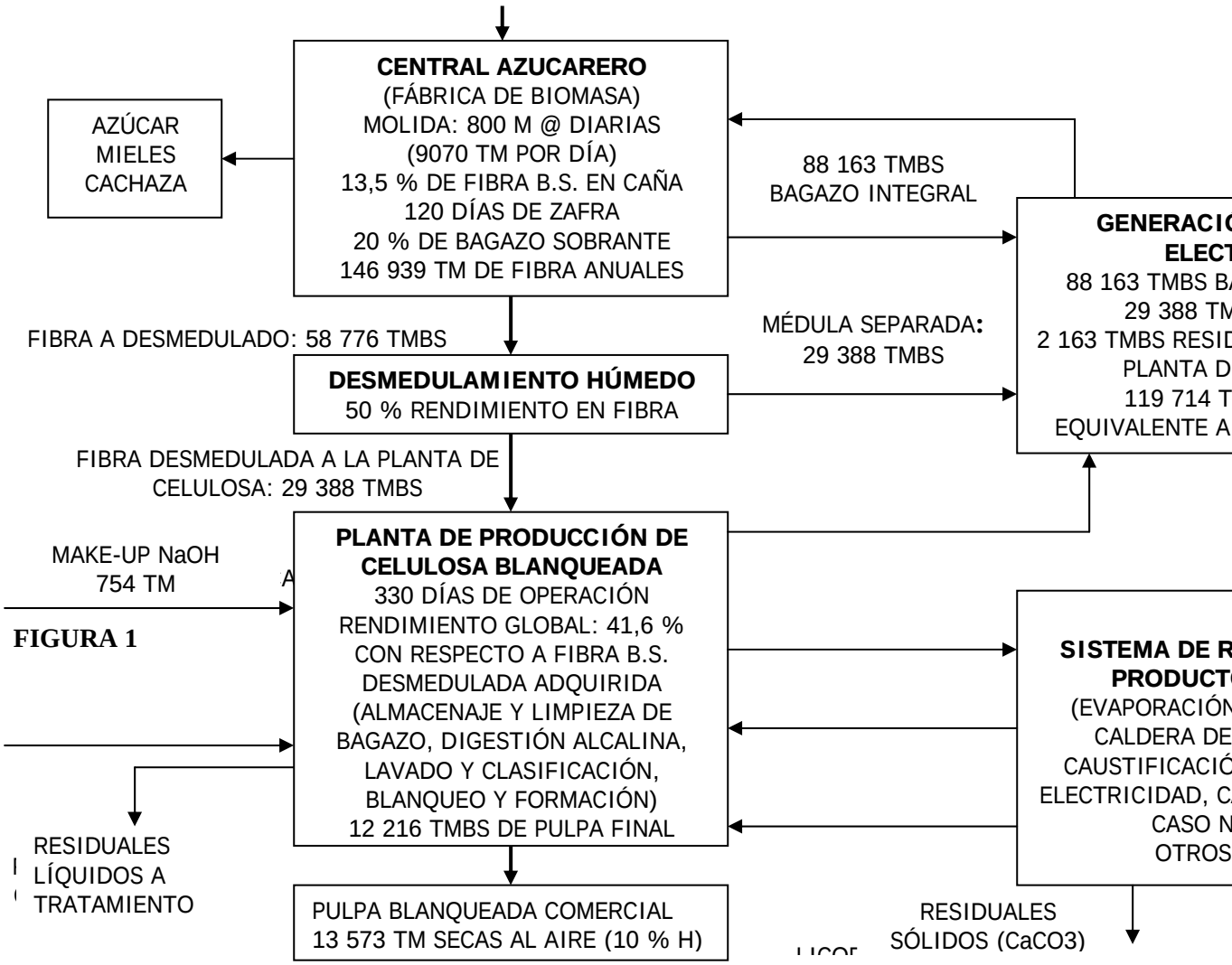


FIGURA 1

VALOR AGREGADO AL COSTO DE LA FIBRA A UN PRECIO DE VENTA DE CELULOSA DE $500 U

PURIFICACIÓN DE HIDROLIZADO DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR PARA LA OBTENCIÓN BIOTECNOLÓGICA DE XILITOL.

Viñals Verde, Mabel *
de Mancilha, Ismael M. **
Batista de Almeida, João
Nápoles Solenzal , Irene *

* ICIDCA. Apdo 4026, Vía Blanca 804. La Habana. Cuba, mabel@icidca.edu.cu
** FAENQUIL. Campus I, Rodovia itajubá-Lorena km 74,5. Lorena. SP. CEP 12 600 000, CP: 116.
E-mail: mancilha@debiq.faenquil.br

ABSTRACT

The process of acid hydrolysis of sugar cane bagasse hemicellulosic hydrolysateresult in the reease of sugars (mainly pentoses) and some degradation products such as furfural, hydroxymethilfurfural, acetic acid and fenolic compounds which can inhibit the yeast growth and the conversion of xylose to xylitol. In order to minimize this toxicity problem, the hydrolysate was neutralized by three methods (N3) with A-103S and (N2) A-39RAD weak base anion resins and (N3) with CaO; afterwards these were concentrated threefolds in vacuum evaporators and to purified by three combination of four ionic exchange resins. The Tukey test detected that the treatment N2 (Neutralization with A-39RAD and purification with A-860S, A-500, C-155S, A-103S), was the best with a productivity of 0,58 g/Lh and xylitol yield of 0,77 g/g.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad se ha observado un gran aumento de los estudios con vistas al aprovechamiento integral de los residuos agro-industriales, destacándose el bagazo de caña de azúcar. Propuestas basadas en la solubilización de la fracción hemicelulósica de este residuo y posterior uso de la fracción lignocelulósica residual se tornan atractivas dada la importancia del bagazo de caña de azúcar en la generación de energía (Viñals, 2001). El hidrolizado obtenido puede ser usado para la obtención de productos de alto valor agregado como el xilitol (Silva y otros, 1997).

En los últimos años se ha observado un aumento en los estudios para la obtención de xilitol por vía biotecnológica, la cual es considerada una alternativa atractiva y promisoria (Silva y otros, 1997). Los estudios han revelado que el proceso de hidrólisis ácida de los materiales lignocelulósicos genera, conjuntamente con los monosacáridos, compuestos inibidores del metabolismo microbiano tales como furfural, hidroximetilfurfural, ácido acético, y derivados de la lignina que afectan el metabolismo

microbiano y por consiguiente la conversión de xilosa a xilitol (Parajó y otrs, 1998; Silva y otros, 1997).

Un método promizor debido a la eficiencia en la remoción de estos compuestos y en la clarificación del hidrolizado, consiste en el empleo de resinas de intercambio iónico. Este tratamiento propicia aumentos en el rendimiento y productividad del proceso fermentativo, no remueve xilosa y se obtiene un hidrolizado más limpio, lo que debe facilitar la etapa de recuperación del xilitol (Deler y otros, 2000; Viñals, 2001).

El objetivo de este trabajo es obtener una metodología para el tratamiento de hidrolizado hemicelulósico de bagazo de caña de azúcar con vistas a mejorar la productividad y la eficiencia del proceso fermentativo para la obtención de xilitol.

MATERIALES Y MÉTODOS

Preparación del hidrolizado hemicelulósico

El hidrolizado hemicelulósico de bagazo de caña de azúcar fue obtenido por hidrólisis ácida en reactor de acero inoxidable de 250 L, a 120ºC y 20 minutos, usando ácido sulfúrico 0.07 N, con relación sólido:líquido 10:1.

Tratamiento del hidrolizado

El hidrolizado hemicelulósico se dividió en dos porciones.

Primera parte.

1. 1. Neutralización: Se neutralizó con CaO comercial y disminuyó el pH a 5,50 con H_3PO_4. El precipitado formado fue removido por filtración.
2. 2. Concentración: Se concentró por factor tres en concentrador a vacío de 4 L, operando a 70 ± 2 ºC.
3. 3. Purificación: Se realizó en columnas de vidrio (h=50 cm, d=2 cm) con resinas de intercambio iónico, las resinas aniónicas fuertes A-860S, A-500 y A-510 fueron usadas en la forma (Cl^-), las resinas aniónicas débiles A-103S y A-39RAD, en la forma (OH^-) y las resinas catiónicas fuertes C-155S y C-150, en la forma (H^+). El hidrolizado concentrado fue dividido en tres fracciones cada una de las cuales fue purificada por secuencias de 4 resinas de intercambio iónico: P1) A-860S, A-500, C-155S, A-103S; P2) A-860S, A-510, C-150, A-39RAD ; P3) A-860S, A-500, C-150, A-103S. La operación fue realizada a flujo constante con bomba peristáltica.

Segunda parte

1. 1. Neutralización: El hidrolizado se dividió en tres fracciones para ser tratados con N1) resina aniónica débil A-103S en ciclo OH^-, N2) resina aniónica fuerte A-39RAD en ciclo OH^- y N3) neutralizar con CaO y acidificar hasta pH 5,50 con H_3PO_4.
2. 2. Concentración: Se concentró por factor tres en concentrador a vacío de 4 L, operando a 70 ± 2ºC.

3. 3. Purificación: Se realizó con la secuencia de resinas que mejor removió compuestos tóxicos del hidrolizado.

Microorganismo y preparación del inóculo

Fue utilizada la levadura *Candida guilliermondii* FTI 20037. El inóculo fue preparado a partir de una alzada del cultivo transferida a un medio con 30 g/L de xilosa, 3 g/L de sulfato de amonio, 0,1 g/L de cloruro de calcio y 20 g/L de extracto de farelo de arroz; en frascos Erlenmeyers de 125 mL previamente esterilizados 50 mL de medio a 30ºC y 200 rpm por 20 min, en incubadora de movimiento rotatorio.

Medio y condiciones de fermentación

Las fermentaciones fueron realizadas en medios a base de hidrolizado tratado y autoclavado, suplementado con 3 g/L de sulfato de amonio, 0,1 g/L de cloruro de calcio y 20 g/L de extracto de farelo de arroz en shaker de movimiento giratorio a 200 rpm y 30ºC, en frascos Erlenmeyer de 125 mL previamente esterilizados con 50 mL de medio de fermentación.

Métodos analíticos

- - Determinación de la concentración de azúcares (xilosa, glucosa), xilitol y ácido acético: En HPLC (Water 410/USA), usando detector IR, columna HPX – 87H (300 x 7,8 mm), fase móvil H_2SO_4 (0,01 N), flujo de 0,6 mL min^{-1}, muestras de 20μL y temperatura de 45ºC.
- - Determinación de la concentración de furfural e hidroximetilfurfural: En HPLC (Waters 2487, USA), detector UV, columna C18 (300 x 3,9 mm), fase móvil acetronitrila/agua (1:8) con 1 % de ácido sulfúrico, a 25ºC, flujo de 0,8 mL min^{-1} y 20 μL de muestra.
- - Determinación de concentraciones de compuestos fenólicos: Método descrito por Kim y Yoo (1996)
- - Determinación de color (Método ICUMSA): Método descrito por Viñals (2001).

Análisis de los resultados

Los resultados fueron analizados con el programa Statgraphics plus 6.0

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La primera parte experimental fue realizada para determinar la mejor secuencia de resinas para la purificación del hidrolizado hemicelulósico de bagazo de caña de azúcar entre tres que se probaron (P1, P2 y P3). Para la primera etapa fue utilizado un proceso de neutralización con CaO y acidificación con H_3PO_4, debido a ser un método simple y el más utilizado en la literatura consultada (Nápoles y otros, 1998). Los resultados se presentan en la tabla I. Posteriormente se realizó un análisis de varianza de un factor teniendo como

respuesta la remoción de compuestos tóxicos del hidrolizado por cada variante analizada y para determinar el mejor tratamiento fue utilizada la Prueba de Tukey a 95 % de confianza.

Los resultados mostraron que existen diferencias significativas ($p \leq 0.05$) entre los tratamientos en cuanto a la remoción de furfural, hidroximetilfurfural (HMF) y color; detectándose por la prueba de Tukey (tabla 2) que los mejores resultados de remoción fueron obtenidos con el tratamiento realizado con la secuencia de purificación P1, con 100 %, 100 % y 98.35 % de remoción promedio, respectivamente. No se detectaron diferencias significativas en la remoción de fenoles y ácido acético.

Posteriormente los hidrolizados fueron fermentados determinándoseles los parámetros fermentativos en cada caso (tabla I). El análisis estadístico de los resultados mostró que no existen diferencias significativas entre los tratamientos en cuanto a rendimiento de conversión de xilosa en xilitol, existiendo diferencias significativas ($p \leq 0.05$) entre las productividades, observándose las mayores productividades para el tratamiento P3 y P1 con 0,71 g/Lh para ambas variantes (tabla 2). Debido a ser el tratamiento P1, el de mayor remoción de inhibidores del metabolismo microbiano y uno de los mejores en la productividad del proceso fermentativo, se seleccionó para la segunda parte del proceso.

Tabla 1 Remoción de compuestos tóxicos del hidrolizado y parámetros fermentativos obtenidos con las tres variantes de tratamiento P1, P2 y P3 (valores medios de dos repeticiones).

Variables	Furfural (%)	HMF (%)	Fenoles (%)	A. Acético (%)	Color (%)	Qp (g/Lh)	$Y_{P/S}$ (g/g)
P1	100	100	97,49	100	98,35	0,58	0,68
P2	100	93,69	96,88	97,01	96,41	0,54	0,71
P3	99,93	91,75	96,19	100	97,28	0,60	0,71

Tabla 2 Prueba de Tukey realizada a los parámetros significativos, mediante la comparación a sus medias.

Variantes	Furfural (%)	HMF (%)	Color ICUMSA (%)	Productividad (g/Lh)
P1	100 **B**	100 **B**	98,35 **B**	0,585 **B**
P2	100 **B**	93,69 A	96,41 A	0,536 A
P3	99,93 A	91,75 A	97,28 AB	0,598 **B**

Medias seguidas por la misma letra no difieren entre si al nivel de 5 % de probabilidad.

En la segunda parte se variaron las condiciones de neutralización y se mantuvo constante la secuencia de purificación con resinas de intercambio iónico. Se utilizó la variante de neutralización con resina aniónica débil A-103S, PUROLITE (N1), con resina

aniónica débil A-39RAD, QUIMICAGUA (N2) y el proceso utilizado en la primera parte (CaO y H_3PO_4) (N3).

Los tres tratamientos fueron analizados con respecto a la remoción de compuestos tóxicos al metabolismo de la levadura (tabla 3), observándose después de un análisis estadístico que no existen diferencias significativas ($p \leq 0.05$) entre los tratamientos en cuanto a la remoción de furfural hidroximetilfurfural (HMF), compuestos fenólicos, ácido acético y al color.

En el proceso fermentativo posterior (tabla 3) no se detectaron diferencias significativas ($p \leq 0.05$) en cuanto a la productividad mientras se mostraron diferencias significativas ($p \leq 0.05$) con respecto al factor de rendimiento de conversión de xilosa en xilitol. La Prueba de Tukey mostró que el mejor tratamiento de neutralización fue el N2 con un rendimiento de 0,77 g/g y productividad de 0,59 g/Lh.

Tabla 3 Remoción de compuestos tóxicos del hidrolizado y parámetros fermentativos obtenidos con las tres variantes de tratamiento N1, N2 y N3 (valores medios de dos repeticiones).

Variables	Furfural (%)	HMF (%)	Fenoles (%)	A. Acético (%)	Color (%)	Qp (g/Lh)	$Y_{P/S}$ (g/g)
N1	100	100	97,96	100	97,32	0,63	0,68
N2	100	99, 70	97,91	100	98,81	0,59	0,77
N3	100	100	97,49	100	98,35	0,58	0,68

Se observaron diferencias significativas entre los tratamientos en cuanto a los parámetros fermentativos aunque en el proceso de remoción de los compuestos tóxicos evaluados, no se detectaron diferencias significativas ($p \leq 0.05$), esto puede ser debido a la remoción por las resinas de otros compuestos que no fueron cuantificados y que pueden ser perjudiciales o beneficiosos al proceso fermentativo. Entre los beneficiosos se encuentran algunos cationes metálicos que pueden participar en las vías metabólicas como catalizadores del proceso y como perjudiciales algunos metales pesados que inhiben la actividad de enzimas importantes del metabolismo de la levadura (Parajó y otros, 1998; Viñals, 2001).

Los resultados obtenidos para el tratamiento N2 usando resinas de intercambio iónico en las etapas de neutralización y purificación son superiores a los resultados obtenidos de productividad y rendimiento en xilitol de 0,36 g/Lh y 0,57 g/g (Martón y otros, 2000); de 0,46 g/Lh y 0,55 g/g (Nápoles y otros, 1998) y 0,48 g/Lh y 0,59 g/g (Viñals, 2001) neutralizando con óxido de calcio y purificando con carbón activo.

CONCLUSIONES

- En el proceso de purificación del hidrolizado hemicelulósico de bagazo de caña de azúcar neutralizado con CaO se observaron diferencias significativas ($p \leq 0,05$) en la remoción de algunos inhibidores del metabolismo microbiano y en los parámetros del

proceso fermentativo, siendo el mejor tratamiento P1 (A-860S, A-500, C-155S y A-103S) con 100% de remoción de furfural, hidroximetilfurfural y ácido acético, 98,35% del color y 97,5% de compuestos fenólicos y con parámetros fermentativos de 0,58 g/Lh (Qp) y 0,68 g xilitol/g xilosa.

- No se observaron diferencias significativas ($p \leq 0,05$) entre las condiciones de neutralización en la remoción de compuestos tóxicos al metabolismo microbiano, existiendo diferencias significativas ($p \leq 0,05$) en el proceso fermentativo. El mejor tratamiento fue N2 (neutralización con A-39RAD y purificación con las resinas A-103S, A-500, C-155S y A-103S) con 0,58 g/Lh de productividad y 0,77 g/g de rendimiento de xilosa a xilitol.
- Los resultados obtenidos usando resinas de intercambio iónico son superiores a los resultados obtenidos usando carbón activo en la literatura consultada.

REFERENCIAS

Deler, R. M. L., Nápoles, S .A. I., Villareal, M. M., Acosta, M .E., Manganelly, S. E., González, M.B. (2000), *CubaAzúcar* XXIX, pp. 21-26.

Kim, Y.H., Yoo, Y.J. (1996), *Enzime Microbial Technology* Vol. 18, pp. 531-535

Martón, J.M., Felipe, M.G.A., Almeida e Silva, J.B., Silva, S.S. (2000), Brasilian meeting on chemistry of food and beverages, Sao Carlos, SP, Dec.

Nápoles, I., Silva, S.S., Mancilha, I.M., Felipe, M.G.A, Acosta, E., Villa, P., Cepero, I., González, M., Manganelly, E. (1998), *Symposium on biochemical engineering science*. Porto, sep.

Parajó, J.C., Domínguez, H., Dominguez, J. (1998), *Biores.Techn*. Vol. 66, pp. 25-44

Silva, S.S., Felipe, M.G.A., Mancilha, I.M. (1997), *Applied Biochemestry and Biotechnology* pp. 70-72.

Viñals, M.V. (2001), *Tesis de Maestría*, São Paulo, FAENQUIL, Lorena, 81p.

PURIFICACIÓN DE HIDROLIZADOS HEMICELULÓSICOS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR MEDIANTE CORRIENTE DE OZONO

Naranjo, M. E.*
Barquinero, E.**
Nápoles, A. I.*.
Cepero, I.***
González, M.*.
Manganelly, E.*.
Rodríguez, E.*

1. Instituto Cubano de Los Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA). Vía Blanca # 804 y Carretera Central. Apartado Postal 4026. Código Postal 11000. La Habana. Cuba.
E-mail: naranjo@icidca.edu.cu
2.UIP de la Celulosa del Bagazo.
3.Instituto Cubano de Investigaciones Azucareras, (ICINAZ).

ABSTRACT

The experiences, at laboratory level, for the purification of hemicellulose hydrolizates by the use of ozone with the objective of removing lignin and colored compounds, to favor the catalytic hydrogenation of xilosa to obtain xilitol, are exposed.

The ozone charge at different temperatures was studied. The chemical oxygen demand (DQO), dissolved volatile solids (SDV), color , lignin removal, Brix and pH were determined.

As results, it was found that the ozone charge had a significant effect on lignin, color removal. And the chemical oxygen demand.

The content of xylose was less affected by the gas ozone treatment, while it was the variable with the highest influence over the lignin reaction, DQO/SDV ratio and color remotion.

INTRODUCCIÓN

Son conocidas las propiedades de purificación y decoloración que posee el ozono. En estudios y trabajos realizados anteriormente por Gómez (1987) y Gómez(1980) ha quedado demostrado que el ozono es un agente decolorante efectivo de licores clarificados de refinerías, siendo capaz de destruir compuestos coloreados sin afectar el resto de los componentes. También se utiliza en la purificación de pulpas papeleras.según Bjorm (1992), Barquinero (2000).

La xilosa, monosacárido tipo pentosa, así como el xilitol, son sustancias que poseen excelentes propiedades endulzantes con bajo poder calórico. La producción de xilitol, en los procesos comerciales, esta basada en la hidrogenación catalítica de la xilosa pura a 140 - 150º C, presión de 30 – 50 bar en presencia de catalizador níkel – raney durante 2 horas. Esta etapa es afectada por la presencia de compuestos tóxicos, principalmente grupos

fenólicos que son nocivos al proceso de hidrogenación catalítica de la xilosa

Durante la hidrólisis del bagazo de la caña conjuntamente con los azúcares son extraídos compuestos tóxicos, principalmente grupos fenólicos que son nocivos al proceso de hidrogenación catalítica de la xilosa a xilitol. En los últimos años, investigadores del ICIDCA han realizado diferentes trabajos de purificación de estos hidrolizados para ser empleados en la producción de xilosa y xilitol. Deler (2000), Nápoles (2001) y Nápoles (2001a), siendo el objetivo del presente trabajo mostrar los resultados obtenidos cuando los hidrolizados son tratados con ozono.

DESARROLLO DEL TRABAJO

Para la purificación de los hidrolizados hemicelulosicos de bagazo se trabajó en dos etapas, una primera etapa con hidrolizados a 3ºBx. y pH 1,5 y una segunda etapa con hidrolizados a 20ºBx. y pH 5,0.

El estudio de purificación fue realizado a nivel de laboratorio mediante el empleo de gas ozono a diferentes aplicaciones y con diferentes temperaturas. Para cada experimento se emplearon 250 ml de muestra. Las condiciones de trabajo fueron las siguientes:

Primera etapa:	segunda etapa
Ozono 0,05 – 0,2 %	0,05 –0,2 %
Temperaturas de 30, 50 y 65º C	30 y 60º C

El plan experimental fue realizado en base a un Diseño Factorial $2^{2.}$con puntos centrales. Los rangos de las variables fueron escogidos en base a las experiencias de la primera etapa. A los hidrolizados tratados se les determinó la demanda química de oxigeno DQO, sólidos disueltos volátiles (SDV), Color, lignina, Bx, pH.y contenido de xilosa .

RESULTADOS

En la tabla 1 se muestran los resultados obtenidos en la caracterización de los hidrolizados tratados y sin tratar con corriente de ozono en la segunda etapa.

Tabla 1 Caracterización de los hidrolizados purificados con ozono

Muestra	Bx	PH	SólidosT .(mg/L)	Remoc.Lign.%	Xilosa (g/L)
Inicial*	20,5	5,0	150 995	-	116,70
1	20,5	4,8	144 005	9,10	116.47
2	20,5	4,6	143 59	18,13	111,73
3	20,5	4,8	144 66	13,94	115,70
4	20,5	4,6	147 75	32,71	112,77
5	20,3	4,7	144,56	17,50	113,5
6	20,5	4,8	143,89	18,10	113,8
7	20,5	4{6	144,85	17,00	114,2

* Hidrolizado original

Como se puede observar, la concentración de xilosa se afectó ligeramente con el incremento del ozono, la reducción de los sólidos se mantiene sin afectación cuando cambian las condiciones de aplicación del ozono y ligeramente inferior al hidrolizado original, el pH, se mantiene sin cambios significativos e igual al inicial mientras que la remoción de lignina se beneficia con el incremento del % de ozono y en menor grado por la temperatura.

Los resultados para la relación DQO/SDV, y remoción de color fueron procesados por un programa STATGRAPHIC, encontrándose los modelos que correlacionan las variables. Un resumen de los resultados, para los modelos codificados se muestra en la tabla 2.

Tabla 2 Resultados de la regresión

-	**Estimado**		**Error standard**		**Estadística(T)**		**Valor (P)**	
Párametros	DQS/SDV	Rem. color	DQS/SDV	Rem. Color	DQS/SDV	Rem. color	DQS/SDV	Rem. color
Constante	0,153	18,3713	0,001683	0,263902	95,2776	69,614	0,0000	0,0000
% ozono(Z)	- 0,0315	5,4825	0,002345	0,373213	-13,4316	14,69	0,0002	0,0001
Temperatura (T)	-0,0085	-5,0425	0,002345	0,373213	-3,62441	-13,511	0,0223	0,0002
Z*T	0,007	1,0975	0,002345	0,373213	2,98481	2,94068	0,0405	0,0424

Los coeficientes de correlación fueron superiores al 95% para ambas variables.

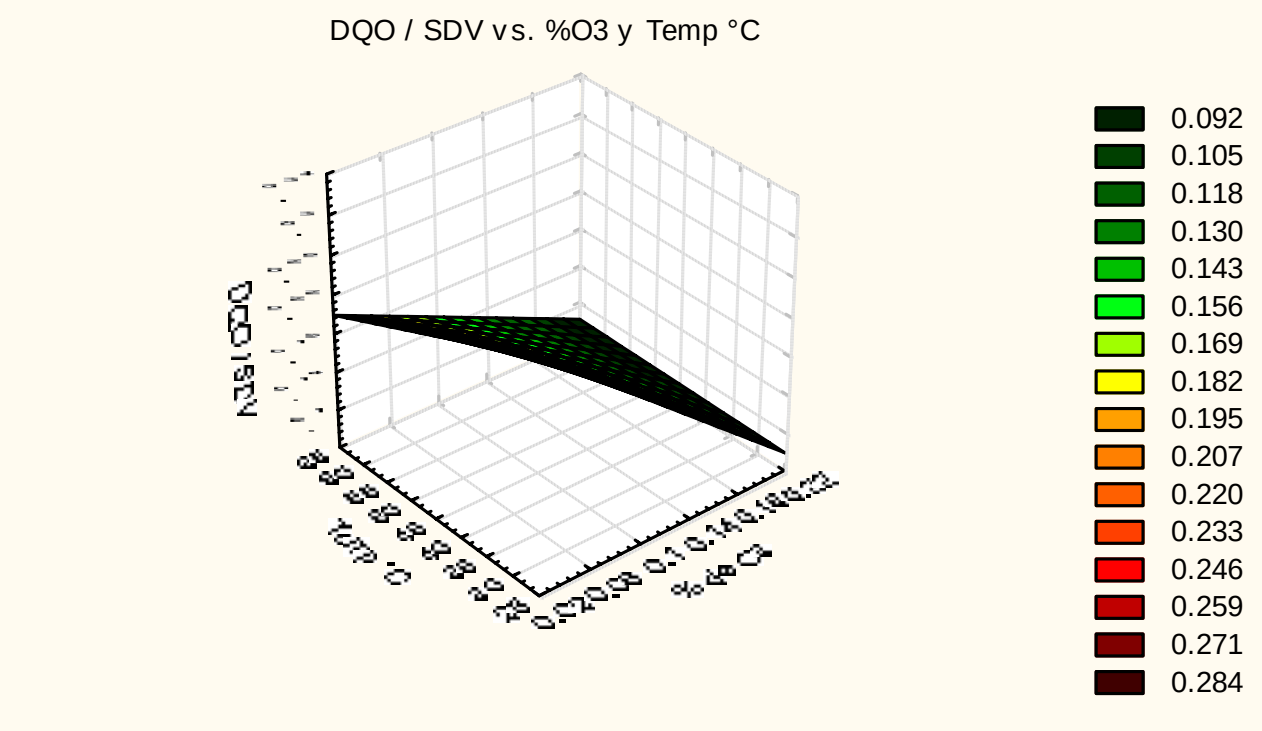


Fig. 1

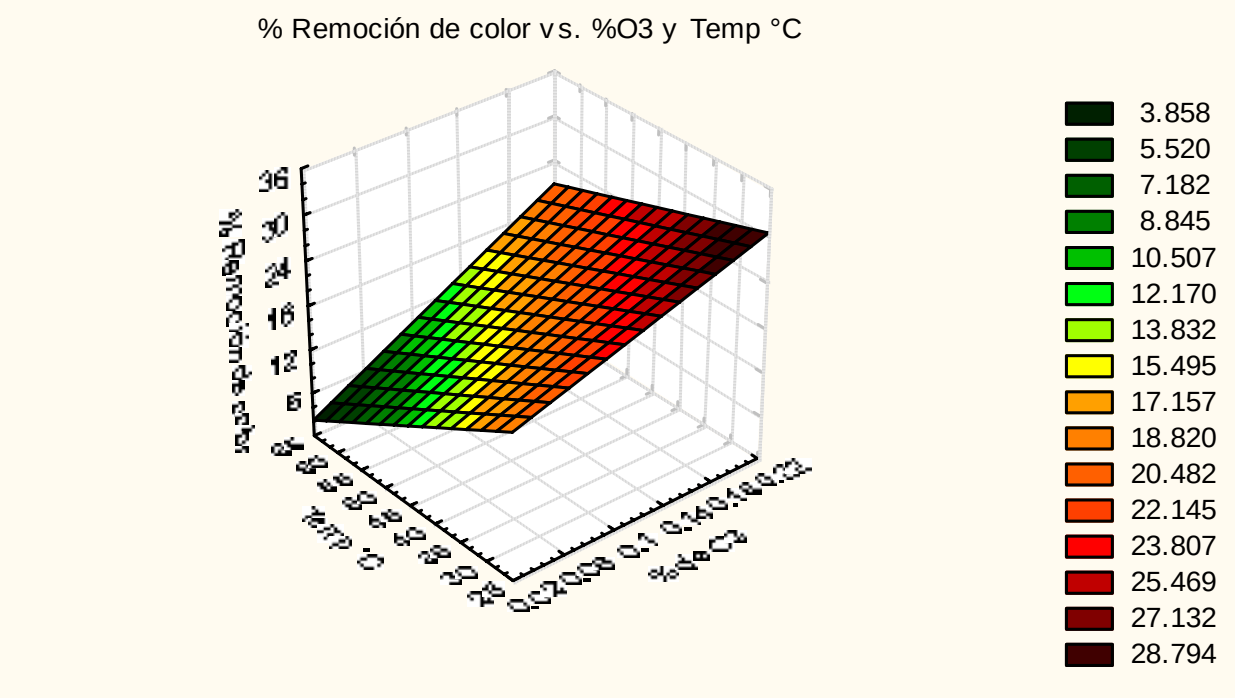


Fig . 2

En las figuras 1 y 2 se muestra el comportamiento de ambas variables con los cambios de la carga de ozono y la temperatura.

De los contenidos de sólidos, los de mayor contribución al color son los disueltos volátiles y para obviar cualquier reducción de la DQO por perdida de material, se usará la

relación DQO/SDV.

El análisis de regresión para el índice DQO/SDV (figura 1) mostró que este es mas afectado en su reducción por la carga de ozono que por la temperatura. , lo que se explica porque el ozono es un oxidante muy fuerte capaz de oxidar la mayoría de las estructuras químicas derivadas de la lignina al pH de trabajo utilizado. Las temperaturas elevadas favorecen la reducción de dicho índice pero en menor proporción.

En el caso de la remoción de color se obtuvo una fuerte dependencia proporcional con la carga de ozono, ocurriendo todo lo contrario con el empleo de temperaturas elevadas, por el hecho de que a temperatures mayores el ozono pierde efectividad como oxidante ante las estructuras cromóforas, las cuales aportan. color, aunque sea capaz de oxidar otras estructuras tal y como se comprobó para el caso del índice DQO/SDV, por lo que se recomienda trabajar a la menor temperatura posible para un máximo aprovechamiento del ozono que es un producto costoso.

Se debe considerar sin embargo que esta vía de remoción de color es la mas limpia que se conoce por no generar residuos sólidos como es el caso de la decoloración por carbón activado o residuales líquidos de la regeneración de columnas decolorantes por adsorción, los cuales están obligados a emplear sistemas de disposición caros.

CONCLUSIONES

- El tratamiento con ozono no afectó considerablemente el contenido de xilosa, en las condiciones de este estudio.
- El incremento de la carga de ozono favoreció la remoción de color , encontrándose un comportamiento inverso con el incremento de la temperatura.
- El índice DQO/SDV, se afectó mas por la carga de ozono que por la temperatura.
- La remoción de lignina aumenta de forma significativa con la carga de ozono.

REFERENCIAS

Gómez, (1987) Diseño de un sistema de decoloración con ozono de licores clarificados a escala industrial. *Rev. Cuba Azúcar*, abril/junio, pp. 36-40

Gómez; R. Pérez; R. Ramos; (1980). Proceedings of the XXII *Congress of the ISSCT*, Manila, Philippine, Vol.3 p 2066

Bjorm Dillner, Komyr A.B., (1992). Sweden and Watter Peter, Lenzing AG, Austria "Application of MC ozone delignification for bleaching chemical pulp" New Available Techniques and Current Trends The 4th International Conference, Bolonia, Italia

Barquinero E ;.Naranjo M. E., **(**2000) Blanqueo con ozono de pulpas químicas de bagazo. Evento *Diversificacion 200*0

Deler Limay,; Nápoles A.I., (2000) , Obtención de xilitol a partir de hidrolizados de bagazo de caña de azucar.*Revista Cuba Azúcar,* Vol XXIX, No.1,pp 21-24 enero-marzo

Nápoles A.I. et al (2001) Producción de xilitol a partir de hidrolizados hemicelulosicos de bagazo de caña de azúcar. Memorias II *Congreso Iberoamericano de Química y Física Ambiental* . Ciudad Habana, 5-8 nov

Nápoles A.I., Naranjo M.E.; Barquinero E. (2001). Patente Cubana #22698 Proceso para obtener Licores de xilosa

REANIMACIÓN DE LA INDUSTRIA NACIONAL DE TABLEROS

Dr. Morera Concepción, Roberto

Rafael.

Unión de Investigación-Producción de la Celulosa del Bagazo "Cuba-9"
Apartado 8, Quivicán, Provincia Habana, Cuba.
Correo electrónico:
E-mail: logistc9@ip.etecsa.cu, investc9@ip.etecsa.cu

ABSTRACT

The present status of the Cuban Bagasse Board Industry is reviewed. Installed capacity reaches 217000 m^3 per annum in seven installations. 207000 m^3 are particleboard and the remaining fibreboard, in an ample range of thickness. The most recent mills started-up during the early 80s. Four installations built before 1959 are obsolete. Among the latter are included the only two fibreboard mills, though one of them is succesfully running. Peak production of 85000 m^3 was attained in 1989. After a severe downfall during the 90s, the Industry displays a gradual recovery trend. However, the overall operating rate hardly reaches 10%. At present, main difficulties faced by the Board Industry lie on technical reasons as well as on fiber shortage. Regarding quality, it is affected both by machinery conditions and by poor control and laboratory testing equipment. A development program has been outlined, aiming at the recovery of the Industry. Among its most important features are the following: Capital repairs to existing mills; Joint venture for plywood and veneered Board; Conversion of one of the existing mills from particle to fibreboard; Production of bagasse-cement plates for the building industry; Small size modular fibreboard units annex to existing sugar mills.

The whole expansion plan has taken into account market, prices, availability of bagasse, investment and its return, and payout time. The cash-flow analysis of the program is satisfactory. As a result therefrom, a production of 100000 m^3 (of which 14000 fibreboard) is expected by year 2006.

~~1.~~DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

La capacidad existente en las siete plantas de tableros de bagazo del MINAZ es de unos 217 mil m^3/año; de ello, 10 mil en tableros de fibra, y 207 mil de partículas. A continuación se relacionan las mismas Carvajal (2001)
(tabla 1):

Tabla 1

INSTALACIÓN	TIPO	RANGO DE	CAPACIDAD

		ESPESOR (mm)	(miles de m3 anuales)
Camilo Cienfuegos	partículas	12 …..25	45
Omar Rosado	partículas	12 …..25	45
Máximo Gómez	partículas	3…..25	76
Procuba	partículas	10….50	24
Madetec	partículas	16….25	17
Primadera	fibras	2,5….3,5	7
Henetec	fibras	3,0…4,0	3

Las tres primeras plantas relacionadas fueron puestas en explotación a comienzos de la década de los 80, su estado técnico es aceptable y pueden producir casi 170 mil m^3/año de tableros de partículas en un amplio rango de espesores. La mejor conservada es *Omar Rosado* y la de mayor actualidad tecnológica *es Máximo Gómez*, si bien requiere de una inversión para recuperar el tambor-prensa de la Línea Mende (para tableros de 3 a 8 mm de espesor) y adquirir la banda metálica de la Línea Bison (para tableros de 12 a 25 mm de espesor).

Las cuatro plantas restantes fueron construidas antes de 1959 y prácticamente están obsoletas técnicamente. Entre ellas se encuentran las dos productoras de tableros de fibra, de alta demanda nacional e internacional. Es necesario aclarar que la primera se encuentra activa por la disponibilidad permanente de bagazo y por el esfuerzo de mantenimiento que realizan sus dirigentes y trabajadores. La otra fábrica de tableros de fibra (*Primadera*) ha sido puesta en funcionamiento nuevamente después de muchos años de paralizada, y se considera por parte de su Dirección que de contar con el bagazo necesario, pudiera reanudar establemente sus operaciones. Por otro lado, el estado técnico y la obsolescencia tecnológica que confrontan las líneas de *Procuba* y *Madetec* aconsejaron desde el año pasado mantenerlas en parada.

Por las razones antes mencionadas y fundamentalmente por la no disponibilidad de bagazo, en la actualidad el índice de utilización de la capacidad instalada no rebasa el 10 %, correspondiente a un nivel de producción del orden de 20 mil m^3/año.

Como se puede apreciar en la tabla 2, durante los últimos años ha tenido lugar una incipiente reanimación de la industria, que "tocó fondo" a comienzos de la pasada década, después de alcanzar su mayor volumen de producción en 1989, con 85 mil m^3. Morera (2001)

Tabla 2

AÑO	1997	1998	1999	2000
PRODUCCIÓN (m^3)	4391	8669	17596	18500

Con relación a la calidad, la situación es variable y la proporción de segunda calidad en ocasiones es mayor de lo establecido. En la planta *Camilo Cienfuegos* es necesario rectificar los platos de la prensa y en *Henetec* fueron sustituidas las mallas y las platinas de la prensa; en esta última deben ser establecidos de nuevo los parámetros de operación de los sistemas de presión. Por otra parte, no se dispone de todas las condiciones materiales

para llevar a cabo un control estricto de la calidad en el proceso y el producto final, por lo que se requiere dotar los laboratorios con el equipamiento adecuado en el menor tiempo posible, sobre todo si se tiene en cuenta que una parte de estas producciones se destina a la industria del mueble y a la exportación. La producción nacional de tableros, tanto de fibra como de partículas, tiene un costo en moneda total de alrededor de 280 pesos/m^3; de ello, el componente en moneda libremente convertible oscila entre $100 y 130 USD/$m^3$.

Los problemas actuales radican fundamentalmente en los bajos niveles de explotación a causa de la no disponibilidad de bagazo y en el estado técnico de algunas de las instalaciones.

~~2.~~ESQUEMA DE DESARROLLO PROPUESTO PARA PLANTAS EXISTENTES Y NUEVAS

Producción cooperada de tablero enchapillado y plywood

Todo el tablero enchapillado y el plywood que se consumen en Cuba son importados, a pesar de existir la posibilidad de producir ambos en instalaciones que posee el MINAZ. Dadas las posibilidades actuales y el interés del MINAZ y del MINAGRI, el Taller 02 de la planta *Madetec* del CAI "Comandante Manuel Fajardo" del MINAZ y la Empresa MADECA del MINAGRI, acordaron presentar a las Direcciones respectivas de ambos Ministerios, la fundamentación técnico-económica de la producción cooperada nacional de plywood y tablero enchapillado, la que fue aprobada bajo la estructura de un Contrato entre ambas empresas.

Producción de tableros de fibra de maderas técnicas

En relación con el taller 01 de esta propia planta (la línea de tableros de partículas gruesos) se propone una modificación para producir tableros de fibra delgados. El estudio de Viabilidad se concluyó y se acomete la fase de proyecto. Esta modificación constituye una oportunidad excepcional de rehabilitar una instalación existente con un presupuesto inversionista modesto, ya que parte de los equipos e instalaciones son aprovechables y otros han sido recuperados de la industria del papel. La máxima producción efectiva posible es de 4670 m^3 anuales. Es posible disponer del bagazo sobrante necesario. El análisis de viabilidad arroja indicadores económicos satisfactorios. Una vez aprobada la inversión, la planta debe comenzar su producción en el 2004.

Plantas modulares de tableros de fibra

La demanda de tableros de fibra ha motivado el interés del MINAZ en explorar las posibilidades de instalar plantas de este tipo en algún CAI que disponga de bagazo sobrante, vapor y energía eléctrica co-generadas, al tiempo que se podrían aprovechar otras facilidades materiales, de mantenimiento y administrativas existentes, con lo cual se puede reducir la plantilla de personal y otros gastos. Se analiza una capacidad del orden de 6000 m^3 anuales. Molina (2001)

Planta de bagazo-cemento BAGACEM S.A.

Teniendo en cuenta la situación de la línea de PROCUBA, la decisión fue instalar en sus naves una planta de segunda mano de tableros de bagazo-cemento de 6 a 40 mm de espesor, en asociación con una empresa francesa, que puede producir unos 30 mil m^3/año de estos paneles, vinculados a la construcción de viviendas modulares.

Dentro de las ventajas técnicas que reúnen estos paneles se encuentra la posibilidad de ser aserrados, taladrados, atornillados, fresados, clavados, etc. con herramientas convencionales. Su superficie admite diferentes tipos de terminaciones o acabados dependientes de la introducción de algunas facilidades durante el proceso productivo o en los talleres dispuestos para su conversión.

La capacidad de la instalación es de 30000 m^3 por año.

~~3.~~REPARACIONES CAPITALIZABLES Y PROPUESTA DE PLANES DE PRODUCCIÓN DE LAS PLANTAS EXISTENTES EN LOS PRÓXIMOS 5 AÑOS

Para lograr la recuperación de la industria de tableros, se ha confeccionado y propuesto un programa de reparaciones capitalizables a las plantas existentes, que se extiende durante 5 años. Las necesidades de capital para ese objetivo ascienden a 3,1 MM de USD. Las utilidades brutas por ventas previstas para el periodo ascienden a 7,2 MM de USD. El mercado para los tableros ha sido garantizado por la Empresa *Tecnoazúcar*. Peart (2001)

En la tabla 3 se resumen los resultados esperados del programa de reparaciones capitalizables de las plantas existentes durante los próximos 5 años. Los aseguramientos anuales de fibra han sido investigados para cada caso, así como la proyección de ingresos y los gastos de capital necesarios. La proyección de utilidades muestra que las inversiones pueden ser recuperados en un plazo relativamente breve.

Tabla 3 **PROGRAMA DE REANIMACIÓN DE INSTALACIONES PRODUCTORAS DE TABLEROS**

AÑO	2002	2003	2004	2005	2006
INSTALACIÓN	CAPACIDAD (MILES DE M3)				
CAMILO CIENFUEGOS	5.636	9.335	28.849	20.942	27.390
OMAR ROSADO	9.000	17.320	18.103	29.997	30.588
MÁXIMO GÓMEZ	8.400	16.448	17.027	27.963	28.612
SUB-TOTAL TABLEROS DE PARTÍCULAS	**23.036**	**43.103**	**63.979**	**78.902**	**86.590**
HENETEC	3.110	3.110	4.000	4.500	4.500
PRIMADERA	0.000	1.081	2.500	3.500	5.000
MADETEC	0.000	0.000	2.836	4.350	4.670
SUB-TOTAL TABLEROS DE FIBRAS	**3.110**	**4.191**	**9.336**	**12.350**	**14.170**
TOTAL	**26.146**	**47.294**	**73.315**	**91.252**	**100.760**

~~4.~~CONCLUSIONES

Se ha proyectado un programa de reparaciones capitalizables encaminado a la reanimación de la industria nacional de tableros, con una duración de 5 años. Las utilidades en las ventas de estas producciones de tablero sobrepasan los 7 millones de USD y los análisis de viabilidad técnico-económica de las nuevas inversiones propuestas demuestran

claramente su viabilidad, por lo cual es totalmente factible la reanimación de la industria nacional de tableros, cuyo mercado se encuentra garantizado por parte de la empresa *Tecnoazúcar*.

~~5.~~REFERENCIAS

~~1.~~Morera, R. (2001), Trabajos de Desarrollo en la Industria de Tableros de Bagazo.
~~2.~~Molina, R. (2001), Estudios de Viabilidad y de Proyecto en Plantas de Tableros de Bagazo.
~~3.~~Carvajal, O. (2001), La Industria de Tableros de Bagazo, *Taller XX Aniversario de Cuba-9.*
~~4.~~Peart, N. (2001), Informaciones de Mercado, *Tecnoazúcar*.

ANEXO. SÍMBOLOS Y ABREVIATURAS UTILIZADOS EN EL TRABAJO

TM: toneladas métricas; M: miles; MM: millones

REDUCCIÓN DEL SULFURO DE HIDRÓGENO EN EL BIOGAS EMPLEANDO BACTERIAS SULFURO OXIDANTES PRESENTES EN LAS AGUAS RESIDUALES DE LAS FÁBRICAS DE AZÚCAR Y LAS VINAZAS DE LAS DESTILERÍAS DE ALCOHOL.

Obaya, Ma. Cristina *
Valencia , Roxana *
Eng , Felipe *
Diez ,Katia *
Villa, Pilar *
Pérez, Heidi *
Valdés, Esperanza *
Fernández, Elina **

*Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar P.O. Box. 4026, Habana, Cuba.
E. Mail: obaya@icidca.edu.cu
**Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría, Carretera de la CUJAE, Rancho Boyeros, Ciudad de la Habana

ABSTRACT

It is feasible the use of the three wastewaters researched as source of microorganisms for the oxidation of H_2S and the biogas purification in plants of this type. In all the cases concentrations of H_2S in the gas purified below 0,1% are reached (permissible concentration). The less concentrations of H_2S in the purified gas are reached, when alcohol distilleries wastewaters, like source of microorganisms, are used. Very satisfactory results were even obtained, with the employment of only 2% of the air of the volume of gas produced for the three types of waste researched. The values of the percent of reduction of H_2S are similar for any concentration of H_2S in the impure gas. While the concentrations of H_2S increase in the impure gas, increments of the reached purification percent take place. The percent of purification of the waters stays high during the 5 days of experimentation, that which indicates that the biomass stays active, at least in the researched time. The wastewaters employees for the treatment suffer slight variations produced by the consumption of nutrients and organic matter of the microorganisms chemiotrophic and heterotrophic that are demonstrated, grow in them.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo tiene por objetivo presentar los resultados obtenidos en la reducción del sulfuro de hidrógeno del biogás producido de la digestión anaeróbica de vinazas de destilerías de alcohol en reactores UASB, empleando un método biológico, utilizando como fuentes de bacterias sulfuroxidantes, las aguas residuales de las fábricas de

azúcar, las vinazas tratadas en reactores anaerobios y las aguas albañales, estas últimas como patrón, teniendo en cuenta los resultados obtenidos por Fernández (1999). Las concentraciones de sulfuro de hidrógeno en el biogás producido, están por encima de los valores permisibles, de 0.1%, para considerarlo apto para ser empleado en la cocción de alimentos u otros usos, sin riesgos de corrosión THIOPAQ, (2000).

El arreglo experimental empleado consta de dos botellas de Boyle Mariotte, una con el gas producido a partir del reactor UASB (biogás impuro), y otra que recibe el biogás purificado. Al centro de las mismas, se encuentra un balón de un litro de capacidad, de tres bocas, una de ellas para la entrada del biogás impuro, otra para la entrada del aire, y la tercera para la salida del biogás purificado hacia la botella de almacenamiento. En el balón se realiza la reacción biológica de purificación, donde ocurre la difusión gas-gas entre el biogás y el aire y de esta mezcla, a su vez, en el líquido, en régimen sublaminar. El balón, fue llenado con el residual hasta la mitad de su capacidad total, para lograr la mayor superficie de contacto entre los gases y el líquido. La mezcla de gases recibe un tiempo de retención de aproximadamente 50 minutos, valor suficiente para lograr una purificación eficiente, según fue reportado por Fernández (1999). El sulfuro de hidrógeno fue determinado empleando la bureta de Tutweiler.

Como fuentes de bacterias sulfuro oxidantes se emplearon vinazas de destilerías tratadas en el reactor UASB, aguas residuales de la fábrica de azúcar de CAI Ciro Redondo y aguas albañales del río Luyanó. Los experimentos con vinazas se realizaron adicionando una cantidad de aire equivalente a 2, 3.5 y 5 % del volumen de gas producido en el reactor anaerobio. Considerando los resultados de estos experimentos, para el residual azucarero, se adicionaron cantidades de aire equivalentes al 2 y el 3.5 %. Teniendo en cuenta los resultados obtenidos por Fernández (1999), se empleó como patrón de comparación el residual albañal, adicionando hasta un el 5% de aire.

CONCLUSIONES

La tabla 1 muestra los resultados obtenidos en las experiencias realizadas sobre reducción del sulfuro de hidrógeno con los diferentes residuales y por cientos de aire. En la misma se puede observar que *los valores del porcentaje de reducción del sulfuro de hidrógeno son del 99 % para* la mayoría de los resultados obtenidos con vinaza (79%), *para cualquier concentración de H_2S en el biogás impuro***,** en el rango de concentraciones ensayadas, incluso para cantidades de aire adicionadas tan bajas como del 2% del volumen de gas producido. El rango de concentraciones de sulfuro de hidrógeno en el *biogás purificado es el menor alcanzado (0.003-0.009%), llegando a valores tan bajos como 0.003 %***,** para una concentración de H_2S en el biogás impuro incluso de 1. 21 %, adicionando 3.5% de aire.

Tabla 1 Resultados de los experimentos de desulfurización del biogás por método biológico

Día de experimento	1	2	3	4	5
Mosto (5% de aire)					
Biogás impuro	0.35	0.17	1.44	1.42	0.81

Biogás purificado	0.009	0.0046	0.006	0.0046	0.0046
Purificación (%)	97.4	97.2	99.5	99.6	99.4
Mosto (3.5% de aire)					
Biogás impuro	2.37	1.19	0.14	1.23	1.21
Biogás purificado	0.0061	0.0061	0.0046	0.0046	0.003
Purificación (%)	99.7	99.4	99.6	99.6	99.7
Mosto con 2% de aire					
Biogás impuro	0.83	1.06	0.47	0.54	-
Biogás purificado	0.006	0.006	0.006	0.0046	-
Purificación (%)	99.2	99.4	98.7	99.1	-
Azucarero (3.5% de aire)					
Biogás impuro	2.37	0.24	0.24	-	-
Biogás purificado	0.014	0.0077	0.0046	-	-
Purificación (%)	99.4	96.7	98.0	-	-
Azucarero (2% de aire)					
Biogás impuro	2.81	2.37	0.237	-	-
Biogás purificado	0.038	0.031	0.007	-	-
Purificación (%)	98.6	98.6	96.7	-	-
Albañal (2% de aire)					
Biogás impuro	0.81	0.74	0.29	0.53	0.512
Biogás purificado	0.0092	0.012	0.0064	0.0092	0.01
Purificación (%)	98.8	98.3	97.7	98.2	98.0
Albañal (5% de aire)					
Biogás impuro	2.13	1.68	0.69	-	0.64
Biogás purificado	0.083	0.0055	0.0064	-	0.0064
Purificación (%)	99.6	99.6	98.9	.	99.0

Los resultados del porciento de purificación de sulfuro de hidrógeno son ligeramente menores para el residual azucarero y para el residual albañal, si se comparan *con los resultados obtenidos para la vinaza*. No obstante, son muy buenos teniendo en cuenta que en todos los casos las concentraciones de H_2S del biogás purificado, están por debajo de las requeridas (0.1%). Vale adicionar que *los por cientos de purificación*

aumentan en la medida en que se incrementan las concentraciones de sulfuro de hidrógeno en el biogás impuro (ver figura 1).

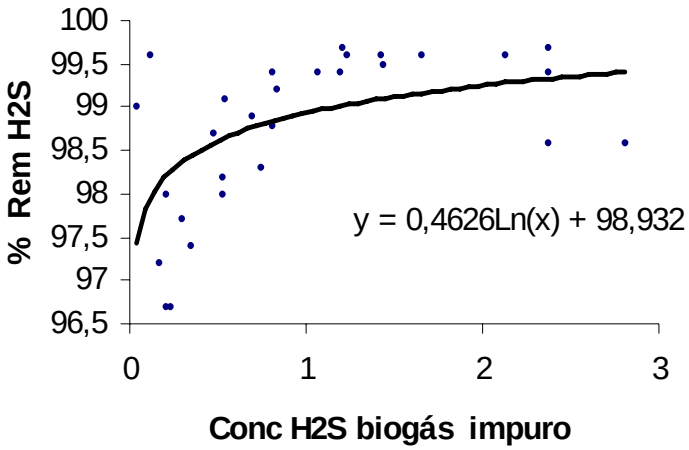


Fig. 1. Influencia de la concentración de H_2S en el biogás impuro sobre el por ciento de remoción.

Resultados muy atractivos se obtienen al adicionar sólo 2% de aire para el residual azucarero, con porcentajes de purificación del 98.6%, para concentraciones del biogás impuro de 2.81% y concentraciones del *biogás purificado de 0.038%, muy por debajo aun de 0.1%*. El sistema de purificación empleado compara perfectamente con el de referencia utilizado por Fernández (1999).

De lo reportado en la literatura se ha comprobado que muchos de los microorganismos responsables de la oxidación del sulfuro de hidrógeno, pertenecen a la familia de los *Thiobacillus*. La mayoría de ellos son autotróficos, es decir, utilizan dióxido de carbono del biogás para cubrir sus necesidades de carbono Biogas Upgrading and Utilization (2000). Sin embargo, se reportan también bacterias heterotróficas que son capaces de crecer en ácidos generados de un grupo de sustratos orgánicos Robertsis (1994).

Los residuales utilizados se caracterizaron (resultados no mostrados) y se pudo comprobar que las aguas residuales empleadas para el tratamiento sufren ligeras variaciones producidas por el consumo de nutrientes de los microorganismos que crecen en ellas. Los análisis microbiológicos realizados a estas aguas indican un contenido de bacterias totales del orden de 10^9 UFC/ml, no se detectaron hongos ni levaduras y se detecta la presencia de bacterias en forma de cocos y bacilos pequeños capaces de crecer en un medio quimiotrófico que presenta como substrato tiosulfato de sodio. Existe además una flora bacteriana capaz de consumir algunos sustratos orgánicos presentes en los residuales, lo cual quedó demostrado con el crecimiento de bacterias en los medios que contenían glucosa y acetato como sustrato, lo cual se refleja en las reducciones de la Demanda Química de Oxígeno, del orden del 10%.

Desde el punto de vista tecnológico *el método ensayado resulta muy exitoso al alcanzar muy altos por cientos de reducción de H_2S* en el biogás tratado y concentraciones de este

gas muy por debajo de las requeridas, al menos en el rango de concentraciones ensayadas. Se ha comprobado a escala de laboratorio que:

- Es factible el uso de las aguas residuales de las producciones de alcohol y azúcar como fuente de microorganismos para la oxidación de sulfuro de hidrógeno y la purificación del biogás en plantas de este tipo. En ambos casos se alcanzan concentraciones de H_2S en el biogás purificado por debajo de 0.1%.
- Las menores concentraciones del sulfuro de hidrógeno en el gas purificado se alcanzan cuando se emplea vinaza como fuente de microorganismos.
- Se obtuvieron resultados muy satisfactorios incluso, con el empleo de sólo el 2% del aire del volumen de biogás a tratar, para los residuales ensayados.
- Los valores del porcentaje de reducción del H_2S son similares para cualquier concentración de H_2S en el biogás impuro.
- En la medida que aumentan las concentraciones de H_2S en el biogás impuro se producen incrementos del porcentaje de purificación alcanzados.
- El porcentaje de purificación de las aguas se mantiene alto durante los 5 días de experimentación, lo cual indica que la biomasa se mantiene activa, al menos en el tiempo de duración ensayado.
- Las aguas residuales empleadas para el tratamiento sufren ligeras variaciones producidas por el consumo de nutrientes y materia orgánica de los microorganismos quimiotróficos y heterotróficos que se demuestran, crecen en ellas.

REFERENCIAS

THIOPAQ (2000) Cost effective H_2S removal. Sulfur recovery.
IEA Bioenergy (2000) Biogas Upgrading and Utilization.
Takahiro H. (2001) *Journal of Fermentation and Bioengineering* Vol. 81 No. 4 pp. 337-342
Fernández E. (1999) Tesis Doctoral 100 p.
Robertsis L.A. and Kuenen J.G (1994) The Colorless Bacteria Cap. 16 pp. 385-413

RELACIÓN ENTRE LA ESTRUCTURA QUÍMICA Y EL DULZOR DE LOS EDULCORANTES

Gutiérrez Moreno , Pablo L.

Instituto Cubano de Investigaciones Azucareras. Departamento de Química, ICINAZ
E.mail: director@icinaz.minaz.cu

RESUMEN

El requerimiento químico mínimo para que un compuesto orgánico sea dulce, es la existencia en su molécula, de una unidad bifuncional AH y B donde el grupo AH es un donador de protones tales como: NH_3^+, COOH, OH, NH y NH_2; y el grupo B un aceptor de protones tales como: COO^-, C=O, NO_2 y CN. La presencia de un tercer componte, un sitio hidrofóbico X juega un papel preponderante en la intensificación del dulzor.

El objetivo del presente trabajo es presentar los diferentes postulados teóricos sobre la relación que existe entre la estructura química y el dulzor de los edulcorantes. Se muestran las estructuras de diferentes carbohidratos edulcorantes y algunos de sus derivados así como su interacción con el receptor del sabor dulce.

Es de suma importancia para los especialistas en síntesis orgánica conocer cuales son estos requerimientos químicos con el fin de poder obtener en el laboratorio nuevos edulcorantes de alta intensidad.

INTRODUCCIÓN

Las moléculas del alimento, se disuelven en la saliva para poder penetrar en la papila y entrar en contacto con los receptores y estos envían impulsos nerviosos al cerebro el cual interpreta las señales de los receptores permitiendo sentir los diferentes sabores. Se ha demostrado que el receptor del sabor dulce es una proteína con una conformación helicoidal con la cual los sustancias dulces interactúan.

El requerimiento químico mínimo para que un compuesto orgánico (sustrato) sea dulce, es la existencia en su molécula, de una unidad bifuncional AH y B donde el grupo AH es un donador de protones y el grupo B un aceptor de protones La presencia de un tercer componte, un sitio hidrofóbico X juega un papel preponderante en la intensificación del dulzor.

El objetivo del presente trabajo es presentar los diferentes postulados teóricos que aparecen en la literatura, sobre la relación que existe entre la estructura química y el dulzor de los edulcorantes. Se muestran las estructuras de diferentes carbohidratos y algunos de sus derivados así como su interacción con el receptor del sabor dulce.

Es de suma importancia para los especialistas en síntesis orgánica conocer cuales son estos requerimientos químicos con el fin de poder obtener en el laboratorio nuevos edulcorantes de alta intensidad.

DESARROLLO

Los estudios realizados en el comportamiento de los aminoácidos revelan que el D-triptófono es 35 veces más dulce que la sacarosa, mientras que L-triptófono es amargo y D-fenilalanina es 7 veces más dulce pero el L-isómero es amargo. Estas diferencias llevaron a Luis Posteur a postular que los receptores de las papilas gustativas son asimétricos o quirales, como una consecuencia los compuestos que son imagen especular de sustancias dulces deben dar diferentes respuestas. Sin embargo la similitud en el dulzor de los D y L-azúcares pudiera considerarse como un caso anómalo.

Deictsch & Hantsch propusieron en 1966 que los compuestos dulces interactuaban en las papilas con un área de enlace hidrofóbico que se acopla con un sitio de enlace similar al modo en que actúan las drogas (Deutsch, 1966).

Shallenberger & Acree centraron su atención en el hecho estructural que tienen en común todos los edulcorantes, que es la presencia de dos átomos electronegativos llamados A y B separados 2.5-4.0 A^o con un átomo de hidrógeno enlazado covalentemente al átomo A. AH es un donador de protones tales como: NH^3+, COOH, OH, NH y NH_2; y el grupo B un aceptor de protones tales como: COO^-, C=O, NO_2 y CN. Postularon que la sensación de dulzor se elevaba por la formación de un par de puentes de hidrógeno entre el receptor y el edulcorante como se observa en la figura .1 (Shallenberger, 1967).

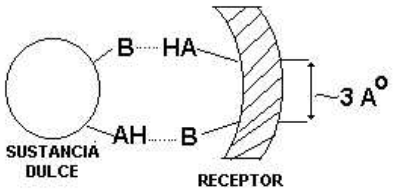


Fig. 1 Interacción entre el edulcorante y el receptor según Shallenberger & Acree.

Por lo tanto la presencia del grupo glicol es la característica mínima que deben presentar los azúcares para ser dulce. Ver figura. 2.

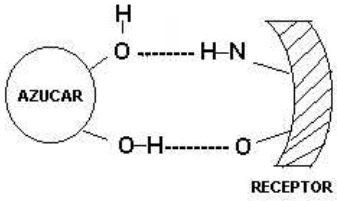


Fig. 2 Interacción entre un azúcar y el receptor según Shallenberger & Acree.

Los estudios de Kier en 1972 con el 1-alkoxi-2-amino.4-nitrobenceno donde además de los Grupos AH y B hay un Grupo que llamó X el cual es de naturaleza hidrófoba que guía o adsorbe el compuesto al receptor. Este criterio adicional da un Triángulo de Grupos llamado Triada Glucófora. figura. 3

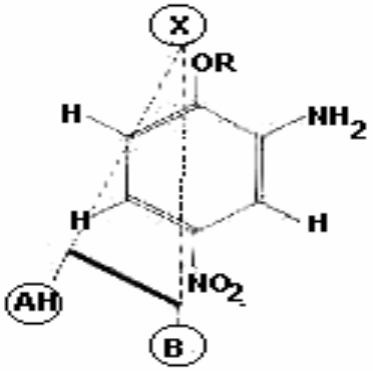


Fig. 3. Triada glucófora según los estudios de Kier con el 1-alkoxi-2-amino.4-nitrobenceno.

Un cuarto factor que hay que considerar en la predicción del dulzor de un compuesto orgánico es la conformación total de la molécula, donde la triada glucófora (AH, B, X) debe estar en el sentido de las manecillas del reloj. Esta disposición hace posible un acoplamiento del edulcorante con el receptor en tres puntos equivalentes. Este fenómeno ocurre en dos pasos: en el primer paso se forma un puente de hidrógeno entre el AHr y el Bs; y este es acompañado por una atracción de los grupos Xr y Xs y en el segundo paso un segundo enlace de hidrógeno se forma entre el Br y Ahs (Kier, 1972).

La dulzura de la glucosa se ha atribuido a la β-D-glucopiranosa en su conformación $^4C_1$ donde se ha determinado una triada glucófora posible (AHs, Bs, Xs) que es la formada por: el 1-OH, 2-O y 6-CH_2 que presenta una distribución según las manecillas del reloj y se ha sido corroborada su interacción con la proteína receptora mediante el uso de modelos moleculares CPK.

La fructosa es dos veces más dulce que la sacarosa y la glucosa y se ha atribuido a la B-D-fructopiranosa en su conformación $^4C_1$ donde se ha determinado una triada glucófora posible (AHs, Bs, Xs) que es la formada por: el 2-OH, 1-O y 6-CH_2 que presenta una distribución según las manecillas del reloj. El grupo y 6-CH_2 interactúa con el quinto residuo de aminoácido del receptor Xr, también se ha comprobado la interacción de otro grupo X′s (1-CH_2) con el cuarto residuo de aminoácido de la proteína receptora mediante el uso de modelos moleculares CPK. (ver figura. 4)

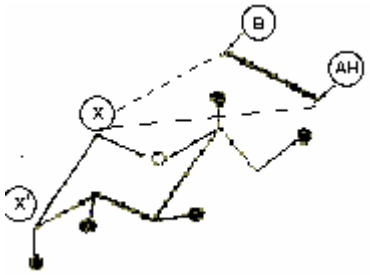


Fig. 4. Triada glucófora de la B-D-fructopiranosa.

La dulzura de la sacarosa no se debe al grupo glucosil ni al grupo fructosil puesto que el metil-α--glucopiranosil y el metil-β--fructopiranosil prácticamente no son dulces.

Se atribuye el sabor dulce de la sacarosa a las triadas (AHs y A′Hs) 3′-OH y 1′-OH, (Bs) 3-O y (Xs, X′s, X′′s) 6-CH_2, 1′-CH_2 y 6′-CH_2 .(ver figura. 4 y 5)

Fig. 4 y 5. Triadas glucóforas en la molécula de sacarosa.

Así el 6-CH_2 interactúa con el residuo del quinto aminoácido, el 1′-CH_2 interactúa con residuo del cuarto aminoácido y el 6′-CH_2 interactúa con el residuo del octavo aminoácido. Si los residuos cuarto y octavo son lipofílicos hay tres enlaces de dispersión posibles entre la sacarosa y el receptor.

Según los análisis realizados T. Suami y L. Hough con los modelos moleculares el 4-CH de la sacarosa está situado muy cerca del Xr lo que hace que el 4-cloro-4-deoxigalactosacarosa sea más dulce que la sacarosa y que la galactosacarosa no sea dulce (Suami, 1992).

La introducción de grupos lipofílicos en la molécula de la sacarosa como son los átomos de cloro afectan la dulzura de la sacarosa de la siguiente manera (Hough, 1989)

1’-cloro-1’-deoxisacarosa es 20X más dulce que la sacarosa.
6’-cloro-6’-deoxisacarosa es 20X
6-cloro-6-deoxisacarosa es amargo
4-cloro-4-deoxigalactosacarosa es 5X
6-6’-dicloro-6-6’-dideoxisacarosa no es dulce.
1’-6’-diclorosacarosa es 70X
4-1’-dicloro-4-1’galactosacarosa es 120X.

4-1’-6’-tricloro-4-1’-6’galactosacarosa es 620X
4-1’-4’-6’tetracloro4-1’-4’-6’tetradeoxi-galactosacarosa es 2200X

CONCLUSIONES

Para que un compuesto sea dulce debe cumplir los siguientes requisitos estructurales:

- La presencia de dos átomos electronegativos llamados A y B separados 2.5-4.0 A^o con un átomo de hidrógeno enlazado covalentemente a A.
- Un Grupo X el cual es de naturaleza hidrófoba que guía o adsorbe el compuesto al receptor formando un Triángulo de Grupos llamado Triada Glucófora.
- La conformación de esa triada (AH, B, X) debe ser en el sentido de las manecillas del reloj.

Pueden existir varios grupos AH, B o X en la molécula formando varias triadas, favoreciendo la interacción del edulcorante con el receptor y por lo tanto intensificándolo.

REFERENCIAS

Deutsh & Hantsch, (1966). *Nature*, Vol. 211, p. 75.
Shallenberger & Acree, (1967). *Nature*, Vol. 216, p. 480,
Kier J. (1972). *Pharm. Sci*, Vol. 61, p. 1394
Suami , T,. Hough, L,. (1992). *J Carbohydrate Chemestry*, Vol. 11(8), pp. 95-967
Hough, L. (1989) *Int. Sugar J* Vol. 91 No 1082

REVALORIZACIÓN DE RESINAS RESIDUALES DE LAS PLANTAS DE REFINACIÓN DE CERA DE CACHAZA; PRODUCCIÓN EXPERIMENTAL DE CERA DE USO INDUSTRIAL

García, Alberto *
Castro, Vladimir **
Pompa, Ernesto **
Banderas, Antonio **
Cañete, Rafael
Cepero, Roberto
Hernández , Irene *

(*) ICIDCA, Via Blanca 804, 11000 La Habana, fax 537-338236,
E-mail: albertg@icidca.edu.cu
(**) Agrupación No. 5, Planta 100, CENIC, Ave. 25 y Rotonda La Muñeca, Playa, La Habana

ABSTRACT

The recovery of cane wax from the so called resins, a solid waste produced during the refining of sugar cane crude wax is reported. The resins is a dark and fragil material which melts at 80 ^{0} C, and contains about 50-60 % C of vegetable wax. The present paper describes the results of the design and operation of vibrating plate extactor (VPE) pilot plant with a capacity of 6-8 kg/h of product. First the resin is melted and then liquid-liquid extraction is used to isolate the waxy fraction. As observed from a previous study natural ethanol at 95 ^{0}C and 250 Kpa of pressure dissolved the wax. The percentage of extract recovered was found to be 80 % of the whole contained in the resin. The ratio of solvent to resinous feed, required to attain a complete extraction were found to be 5-7 applying 96 ^{0} gl ethanol at 95 ^{0} C.

As determined by Gas Chromatography, the content of n-alcohols in the unsaponificable material of the wax extracted was 7 %, a significant change observed with respect to the Refined Wax, where the composition of n-alcohools acconts 22-25 % of the unsaponificables. The wax recovered from resin during the pilot plant runnings (150 Kg) was tested in thermal adhesives and shoe polish showing good properties and market acceptance.

INTRODUCCIÓN

Hasta el año 1996 se realizaron producciones de cera cruda de cachaza del orden de las 8056 toneladas destinadas a su posterior refinación para obtener la materia prima que se utilizará posteriormente en la producción de la sustancia activa PPG, que no es mas que un concentrado con mas de de 90 % de n-alcoholes C_{22}-C_{30} donde el octacosanol C_{28} alcanza proporciones superiores al 70 %. Este material se emplea en una relación de 5 a 20 mg por

tableta y fue registrada por Dalmer en 1991 con el nombre de Poilicosanol, fármaco depresor del colesterol. Durante el procesamiento de la cera cruda se han acumulado una 1600 toneladas del material resinoso insoluble en alcohol a ebullición que resulta después de extraer la fracción grasa y cérea, y que se obtiene en relación 2:1 al producto principal, la cera refinada. Esta resina no tiene valor comercial y su elevado inventario ocasiona problemas de almacenaje y contaminación en las fábricas de cera de cachaza.

Por los requerimientos tecnológicos del proceso de refinación de la cera cruda en las plantas del MINAZ, para obtener un tipo de cera natural con un elevado contenido de n-alcoholes C_{22}-C_{30} , la fracción de cera dura que se requiere es soluble en etanol natural como solvente a temperaturas del orden de los 74-76 ^{0} C, García (16.09.83), por lo que esta representa solo un 25 % del peso total de la cera cruda que entra a la fábrica. En la resina, que es casi el 50 % de la cera cruda, queda el resto de la cera que es insoluble en etanol a esa temperatura, por lo que para recuperarla es necesario una etapa de extracción mas intensa en cuanto a la temperatura (90-96 ^{0}C) para lo cual debe emplearse presurización para garantizar en la etapa de extracción condiciones superiores a la presión de vapor de equilibrio del etanol, García (2000).

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó el diseño, construcción y montaje de una planta piloto de extracción continua para recuperar la cera contenida en este residuo sólido por separación líquido-líquido. El proceso, cuyo balance material se muestra en la siguiente figura se fundamenta en que al incrementar la presión de la operación de extracción con el mismo solvente que se emplea en la industria (etanol), la temperatura aumenta y la fracción de cera que no era soluble a 75 ^{0} C se disuelve a 95 ^{0} C y puede ser recuperada.

La resina, en escamas, procedente de la Planta de Cera Cruda del CAI Ciro Redondo se pesa y se carga en un tanque disolutor donde se funde hasta 85 ^{0} C. Por medio de una bomba dosificadora se inyecta al tope de la torre extractora de platos vibratorios y a través de un anillo distribuidor la resina en forma de gotas comienza a descender, mientras el solvente, que se dosifica por el fondo de la torre, se va concentrando en cera. Por el tope rebosa el solvente enriquecido, que va por gravedad a un tanque presurizado, y posteriormente se descarga en un evaporador donde la cera se concentra a vacío y se recupera en forma de bloques. Diariamente se pueden procesar entre 200 y 300 kg de resinas y producir entre 60 y 80 kg de una cera de color oscuro adecuada para formular pulimentos industriales. La caracterización de esta cera se realizó por medio de técnicas de medición de índices físico-químicos reportados en la literatura, García (1996), en los laboratorios de la Agrupación No.2 de producción de ppg del CENIC.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La caracterización de la cera de resinas extraída a la temperatura de 95 ^{0}C y 250 kpa se muestra en comparación con la cera que se obtiene por la tecnología con etanol a 75 ^{0} C a presión atmosférica: García (1996).

Tabla 1 Comparación de propiedades de la cera recuperada de resinas

Tipo	P. F. ^{0} C	Color	% grasas	% resinas	% alcoholes $C_{22} - C_{30}$
Cera Refinada	69	Verde oscuro	10	2-3	20-22
Cera de Resina	74	Pardo oscuro	2-3	8-10	7-8

Esta calidad de cera no es adecuada para obtener PPG (alcoholes de alto peso molecular), pero por su alta dureza y retención de solventes se utilizó para fabricar pulimento negro de calzado (en pasta) Chang, (2001), y lacre térmico para pegamento de seguridad, Guerra (2001). Se comercializó a un precio promocional de 1.00$ US/Kg,

En el siguiente diagrama se muestra la secuencia operacional del proceso de recuperación de cera de resinas: fusión y homogenización de resinas, extracción contínua de cera y recuperación de solvente. Por cada 19 kg de resina, que contiene 50% de cera y de resinas 50%, y que se alimenta al tope de la torre es posible recuperar 6,7 kg de cera.

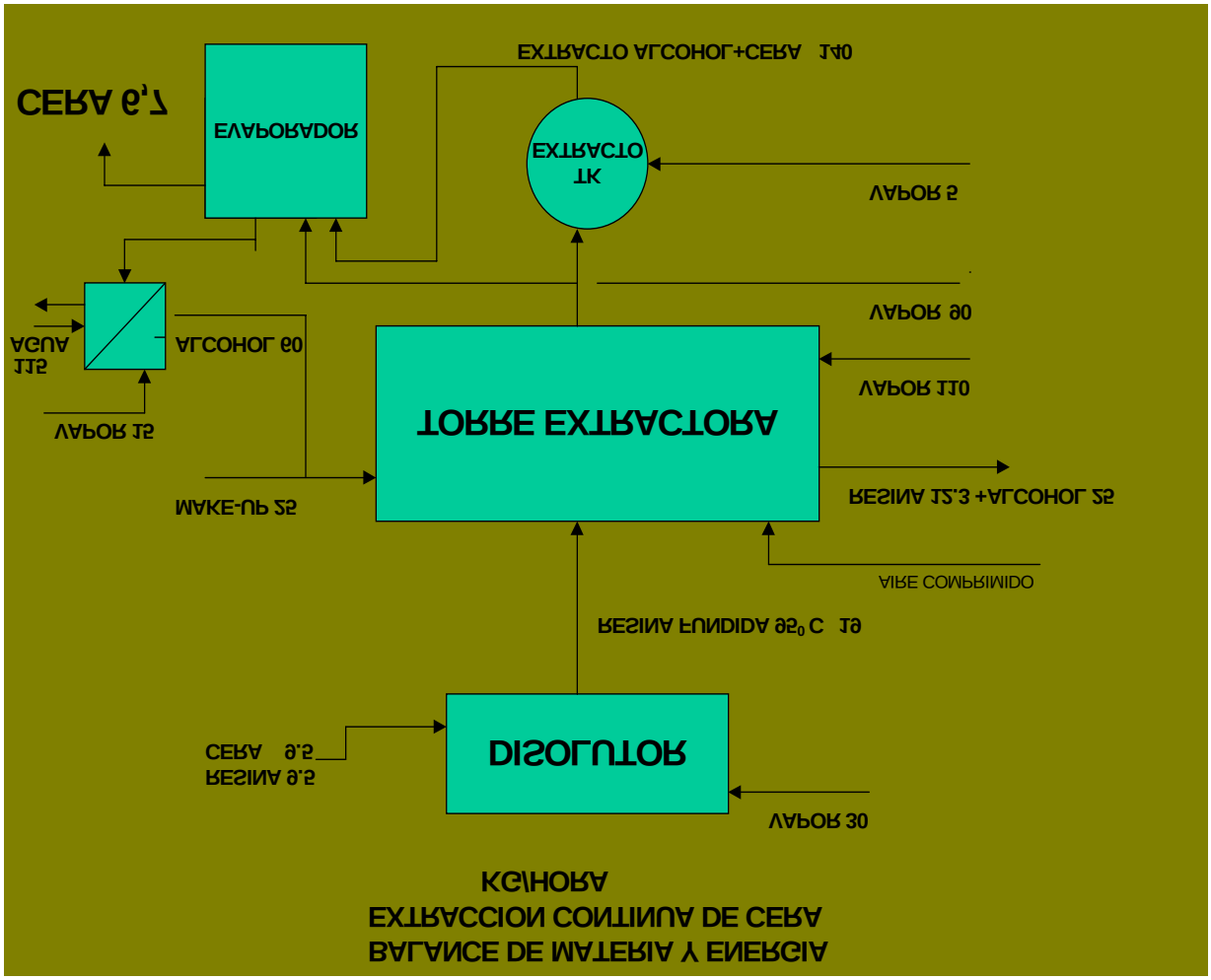


Fig. 1. Balance material y diagrama de flujo de la recuperación de cera de resinas

El costo real de producción en esta planta piloto experimental puede desglosarse en las siguientes partidas, Castro, (2001):

FICHA DE COSTO PRODUCCION DE 80 KG/8 h de cera de resinas

Indicador	Pesos$	US$
Salarios Directos	45.93	
Salario básico	36.93	
Salario Complementario	3.36	
Seguridad social	5.64	
Materias primas y materiales	70.00	18.12
Gastos directos	531.62	
Electricidad	140.95	
Amortización	79.38	
Combustible	311.29	
Gastos indirectos	53.61	
Margen de rentabilidad	61.30	
1.81		
TOTAL	744.35	19.93

CONCLUSIONES

Se ha confirmado a una escala experimental de planta piloto mediante producción demostrativa que es posible extraer hasta un 70% de la cera residual contenida en las resinas por extracción contínua a contracorriente con etanol a 95^0 C y 250 kpa.

Para lograr este objetivo se ha construído una planta semicomercial capaz de procesar 300 kg/dia de resinas, cuya disponibilidad en almacenes de varios Complejos Agroindustriales está en el entorno de las 1700 toneladas. En dependencia del mercado nacional de ceras de uso industrial, la cera de resinas ha encontrado aplicación en pulimentos, pegamentos térmicos y crayolas, y el cliente principal es la UNIL, Unión de Empresas de Industrias Locales.

El costo de esta producción para el ICIDCA sería de 10.11$ MN y 0,25 $ US por Kg de cera producida en escamas, puesta en fábrica, en bolsas de PE (15 kg).

La cera obtenida tiene un punto de fusión (74^0 C) superior al de la cera refinada (7^0C) y un contenido de alcoholes en los insaponificables (7 % vs. 22-24 %) muy inferior por lo que no puede ser empleada para producir la sustancia activa del Policosanol (PPG)

REFERENCIAS

Castro, V. (07.05.2001). Ficha de costo. Cera Refinada. Agrupación de producción No. 5, Planta de 100, (CENIC).

Chang, J. (30.05.2001). Certificación de calidad de pulimento para calzado. Taller No. 509, E.P.I.L , Unión de Empresas de Industrias Locales

García, A., (1996) "Soxtec extraction of crude wax from industrial sugar cane byproducts" *The journal of tecator*, Vol.20, No.1

García, A., Lastra, J., Tío, Vázquez M. (2000). Cane wax from filter Mud. In: *Handbook of Sugar Cane derivatives*. ICIDCA, CDU: 664.11, La Habana

García A, De Lucas, A. (1996) Supercritical carbon dioxide extraction of fatty and waxy material from rice bran, *JAOCS*, Vol 73, no.9

García, A., Lastra, J. Patente Cubana No. 2140/84, (16.09.83) "Mejoras en la obtención de cera refinada de caña de azúcar".

Guerra, A., García, A., Villar, R. (2001). Lacre elaborado con cera de caña. Empleo de resinas termofusibles y sustancias especiales. En: *Forum de Ciencia y Técnica del Ministerio del Interior*. XIII

SIDEL: SISTEMA DE DISEÑO Y SIMULACIÓN DE DESTILERÍAS

Garrido Carralero
Norge A.

Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA)
Vía Blanca 804 esq. Carretera Central. San Miguel del Padrón. Ciudad Habana.
E-mail: ngarrido@icidca.edu.cu

ABSTRACT

The present work, is supported in EXCEL, allows leaving of the data of an existent distillery or for the projection of a new one to rich the necessary information. In the first case, it offers us the diagnosis of the technical-productive state of the whole installation and in the second case, bring basic information to carry out the preliminary technological design. It calculates also the value of the investment, as well as the of recovery time depending on the case.

The analysis of the information offer to us by the program, allows to carried out the study of economic feasibility of the investment.

INTRODUCCIÓN

El ICIDCA, ha trabajado desde inicios de la década del 90 en desarrollar un sistema para la simulación de destilerías, en aquel entonces se utilizó el paquete de programas TK Solver, pero por la complejidad del sistema fermentación – destilación los resultados no fueron buenos.

En la actualidad en el mundo se trabaja en el desarrollo de sistemas computacionales con este fin. Tenemos referencias de trabajos desarrollados en Italia, Brasil y Estados Unidos.

El presente trabajo esta desarrollado en base EXCEL(Manual del usuario, 1988), el mismo nos posibilita realizar el balance de masa y energía de la destilería permitiéndonos realizar los cálculos del equipamiento tecnológico, servicios auxiliares, así como el costo aproximado de la inversión y su tiempo de recuperación. Los cálculos para el ejemplo se desarrollaron para una destilería de 500 HL/d de capacidad.

DATOS GENERALES		
Capacidad	**500**	**HL/d**
Tiempo de Operación	240	Días
Capacidad Central	**7000**	t/d
Tiempo de Zafra	120	Días
Índice de Consumo de Miel	380	kg/HL

DESARROLLO

El paquete de simulación (**SIDEL**), está conformado por distintos bloques de cálculos tecnológicos y otros aspectos tanto de diseño como económicos. Estos bloques son:

- Fermentación
- Recuperación de Levadura (centrifugación y secado)
- Destilación
- Servicios auxiliares
- Aspectos económicos.

Bloques tecnológicos

1. 1. Fermentación

Con la información inicial de la destilería objeto de análisis como son (Kern, 1986; MINAZ, 1971; Perry, 1992) ,índice de miel ,ART., Nº. de fermentadores ,productividad , volumen de los fermentadores ,etc. Calcula el volumen de vino a fermentar, la cantidad de Prefermentadores, Intercambiadores, Bombas, así como las características fundamentales de estos equipos: área, volumen, capacidad, etc.. Además calcula el volumen de agua de enfriamiento en la batición.

Tabla 1- Datos de Salida Área de Fermentación

AREA FERMENTACION		
Volumen Pre-fermentador	40	m3
No. Pre-fermentadores	3	
Volumen Cultivador	4	m3
No. Cultivadores	2	
Volumen Útil de los Fermentadores	190	m3
Brix	18.05	%
Volumen Jugo Filtros	0.00	m3/d
Alcohol en Batición	57.51	t/d
Producción CO2	14.95	m3/d
Area total Intercambiadores	198	m2
Area/ Intercambiador	50	m2
No. de Intercambiadores	4	
Grado Alcohólico Batición	7.18	ºG
Coeficiente R/I (Azúcar Res. / Infer.)	1.06	
Rendimiento Alcohólico	58	kg./m3
Azucares Necesarios a Fermentación	98.80	t/d
Azucares Aportadas/ Miel	98.80	t/d
Azucares Aportadas/Jugo a Fermenta	0.00	t/d

Recuperación de levadura (Centrifugación y secado)

En este bloque, el paquete calcula las características que deben tener los equipos para la capacidad de diseño de la destilería ,como número de centrífugas y capacidad de estas, así como los datos fundamentales del secador y el consumo de vapor en este. Calcula la cantidad de levadura seca o en crema producida por día.(Kern, 1986; MINAZ, 1971)

Tabla 2- Datos de Salida Área de Centrifugación y Secado

ÁREA CENTRIFUGACION Y SECADO		
Capacidad de la Centrífuga	28.00	t/d
Capacidad del Secador	4	t/d
Producción de Levadura (BS.)	3.54	t/d
Levadura Crema 2da Separación al 60 %	12.21	t/d
Levadura en Batición (BS)	4.67	t/d

Destilación

Partiendo de la cantidad de los productos finales y la calidad de cada uno de ellos, calcula el diámetro de las columnas, así como el consumo de vapor, volumen de vinazas, datos fundamentales para el diseño del Intercambiador de fondo, separador de óleo Fusel, condensadores y bombas. .(Blattner, 2000; Villena, 1998)

Además calcula los volúmenes de agua a utilizar en los condensadores de las distintas columnas

Tabla 3- Datos de Salida Área de Destilación

AREA DESTILACION		
Flujo Vapor al Fondo de la Columna	139.78	t/d
Flujo de Vinazas	851.13	t/d
Relación V/P	1.70	
Intercambiador Fondo Columna	41	m2
Oleo Fusel	0.67	HL/d
Eficiencia Destilación	93.63	%
Eficiencia Total Destilería	74.90	%
Consumo Total de Vapor	161.44	t/d
Diámetro Columna Destiladora	1.57	m
Diámetro Columna Rectificadora	1.53	m
Diámetro Columna Hidroselectora	0.00	m
Diámetro Columna Depuardora	0.00	m
Diámetro Columna Aguardiente	0.00	m
Area Condensador C-01	179	m2
Area Condensador C-02	183	m2
Area Condensador C-03	188	m2

Servicios Auxiliares

Calcula la demanda de vapor, electricidad, aire y agua en la destilería objeto de análisis, la capacidad de la caldera, turbo, compresor, así como el consumo de combustible en la generación de vapor .(Kern,1986; Perry, 1992)

Tabla 4 Datos de Salida Área de. Servicios Auxiliares

SERVICIOS AUXILIARES		
Capacidad de la Caldera	0	t/d
Capacidad del Turbo	0	kw/h
Potencia Instalada	263.38	kw/h
Flujo total aire	532.05	Nm3/min.
Petróleo (t/d)	0.00	t/d
Petróleo (gal./HL)	0.00	Gal/HL
Flujo Agua Fría a Condensadores	1622.85	m3/d

Aspectos económicos

Partiendo de la capacidad de la planta, el programa calcula el costo de inversión del equipamiento tecnológico. Además con el costo de producción y precio de venta de los productos finales, aplicando como herramienta el flujo de caja, calcula los índices económicos que determinaran la factibilidad de la inversión .(Blattner, 2000)

Tabla 5- Análisis Económico de la Inversión

ASPECTOS ECONÖMICOS		
Costo Inversión	$6,548,932.77	$
Costo Producción Anual	$2,388,112.86	$
Precio Venta Anual	$5,674,269.01	$
Ganancia Anual	$3,286,156.15	$
Período de retorno sin descuento	2.26	Años
Período de retorno con descuento	2.45	Años
VAN (3er. Año)	$962,778.76	$
TIR	90.83%	%

CONCLUSIONES

- El sistema “SIDEL”, es una herramienta útil para el diseño o evaluación de destilerías.
- Se pueden hacer estudios de economía de escala de forma rápida.
- Aplicando la herramienta “Solver”, se pueden optimizar distintos parámetros de interés en una destilería (consumo de vapor, consumo de miel , ganancias, etc.)

- Brinda la información necesaria para el diseño del equipamiento tecnológico de la destilería y los servicios. auxiliares

REFERENCIAS

Blattner, P., Ulrich L., Cook K., Dyck T., (2000), Microsoft Excel 2000. Ediciones ANAYA MULTIMEDIA. Madrid. España

Chen jung, H. and Hodson, R, J.(1988), Platos perforados. Petróleo Refiner

Kern, D.Q. (1986). "Procesos de transferencia de calor". La Habana, Edición revolucionaria.

Manual del usuario (IBM). (1988), "Métodos aproximados de diseño y simulación de equipos de destilación". Series Técnicas..

MINAZ. (1971), Manual de operación de destilerías, fermentación y recuperación de levaduras. Grupo de Supervisión.

Perry, H J. (1992), "Manual del Ingeniero químico". España, Editorial Hispanoamericana

Villena, D M. (1998), "Destilación de alcohol". Madrid.

SÍNTESIS DE ÉSTERES METÍLICOS DE ÁCIDOS GRASOS POR TRANSESTERIFICACIÓN ALCALINA.

Alfonso , Marlen,
Caro, Rinaldo
Díaz, Tito
Martínez, Nancy
Trujillo,.Nancy

E-mail: director@icinaz.minaz.cu

RESUMEN

Los ésteres metílicos de ácidos grasos han adquirido un significado comercial importante como producto intermedio de varias síntesis orgánicas de la Oleoquímica. Se utilizan en la obtención de tensioactivos, jabones de alta calidad, alcoholes grasos, poliésteres de sacarosa (sustitutos idóneos e hipocalóricos de las grasas comestibles), ésteres sulfonados, alcoholamidas de ácidos grasos, etc. A pesar de su diversidad de usos no se fabrican en Cuba y son caros, por lo que su obtención industrial resulta estratégica para el desarrollo químico del país.

Al inicio del presente trabajo, se obtuvieron los ésteres metílicos de ácidos grasos en el laboratorio y a nivel de planta piloto, en presencia de catalizadores ácidos. Se observaron varias desventajas, tales como: relación aceite: solvente muy alta, un tiempo de reacción extenso y requerimientos de operaciones de purificación complejas y costosas.

Con la transesterificación alcalina ensayada posteriormente mejoró mucho el proceso. Se lograron rendimientos entre (95-99%) con la misma materia prima (aceites de plantas). Se logró disminuir la relación aceite:solvente en más de 40 veces, reducir el tiempo de reacción 8 veces y una simplificación importante de las operaciones de purificación. Además se logró aumentar 56 veces la productividad por capacidad instalada y el costo de producción disminuyó en un 89 % con respecto a la catálisis ácida. La optimización de este procedimiento se logró con el uso de técnicas tales como: el Solver del excel, y metodologías de superficie de respuesta.

INTRODUCCIÓN

Los Ésteres Alquílicos de ácidos grasos. Sus usos y producción

Los ésteres alquílicos de ácidos grasos, en particular los ésteres metílicos, son importantes productos intermedios en la oleoquímica. Se utilizan en la obtención de tensoactivos, jabones de alta calidad, alcoholes grasos, ésteres sulfonados, alcaholamidas de ácidos grasos, poliésteres de sacarosa de ácidos grasos (sustitutos más idóneos encontrados, hasta el momento, de las grasas comestibles, etc.

La producción total de ésteres metílicos de ácidos grasos en el mundo, en 1985, fue de 0,4 millones de toneladas métricas, y en 1990 de 0,5 millones de toneladas métricas. En Europa, en 1995, se producían anualmente 200 000 tn de ésteres metílicos de ácidos grasos de aceites de plantas como materia prima ante todo para hacer tensoactivos. Además, los

ésteres metílicos adquieren importancia creciente como sucedáneo del combustible Diesel. La Procter & Gamble Co. es en EE.UU el productor más importante de ácidos grasos, pero los consume internamente, junto a Witco, Energy y Sherex sostiene el 24% del mercado y vende derivados de los ácidos grasos y ésteres metílicos. Su costo en el mercado internacional es elevado y no se produce en el país.

Por la necesidad de su uso en varias síntesis de la sucroquímica es que la obtención de los ésteres alquílicos resulta imprescindible a los efectos del desarrollo de esta importante especialidad en Cuba, dado entre otras cosas por la exigencia de la diversificación de los usos de la sacarosa. Entre los productos que requieren en su obtención de los ésteres alquílicos, se encuentran los éster y poliésteres de sacarosa , ambos de amplia demanda y de potencialidades reales para su fabricación en Cuba.

MATERIALES Y MÉTODOS

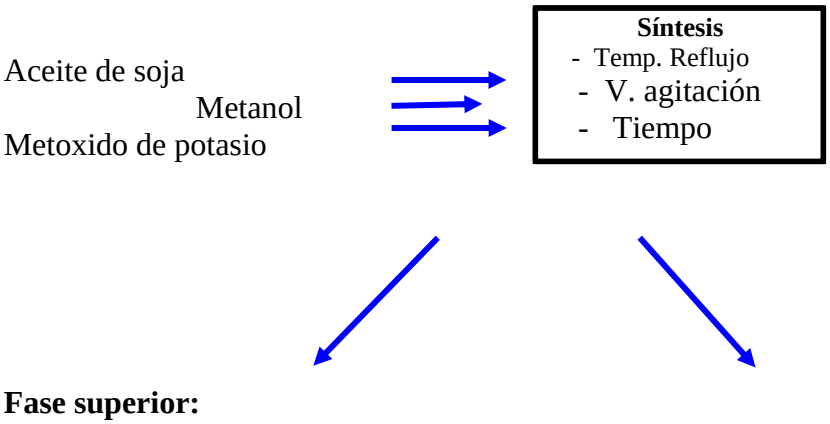
En general estos compuestos se pueden producir en presencia de solventes y libre de ellos. Según la fuente de ácidos grasos se realiza uno u otro tipo de procedimiento. (ver tabla 1).

Tabla 1 Tipo de procedimiento de acuerdo a la fuente de ácidos grasos

Fuente	Procedimiento	Subproductos
- Ácidos grasos libres	Esterificación directa (catálisis ácida).	Agua
- Aceites o Grasas refinadas (triglicéridos, N^{o} de acidez <1)	Transesterificación por catálisis ácida o alcalina.	Glicerina
- Aceites o Grasas sin refinar (Triglicéridos, N^{o} de acidez).	**1er Paso:** Esterificación directa (con un catalizador líquido o sólido acidificado) **2do Paso**: Transesterificación por catálisis ácida o alcalina.	Agua Glicerina

Por transesterificación alcalina el procedimiento es muy sencillo y el mismo se describe en el siguiente diagrama de bloques.

Diagrama I. Procedimiento por catálisis alcalina.



- Ésteres metílicos de ácidos grasos.
- Aceite sin reaccionar.
- Glicerina.
- Metanol.
- Metoxido de potasio.

Como se puede apreciar es bastante sencillo pues al finalizar la síntesis sólo con una separación de fases se logra una adecuada purificación. Para determinar las condiciones optimas de operación durante la síntesis se estudiaron varias variables tales como:

- **Presión: P**resión atmosférica según aparece en la mayoria de los reportes.
- **Temperatura:** La Temperatura de ebullición del solvente es la más adecuada.
- **Tiempo de reacción:** Se reporta un rango amplio desde 4 horas en la catálisis ácida, hasta un rango entre 0,5 y 2 horas en la catálisis alcalina.
- **Velocidad de agitación:** La síntesis transcurre en un sistema inmiscible. Por lo que es conveniente estudiar su efecto.
- **Tipo y cantidad de catalizador:** Se van a utilizar metoxido de potasio, pero si es adecuado estudiar la influencia de la cantidad que se va ha usa.
- **Tipo y cantidad de solvente:** Se va ha trabajar con metanol, pues los ésteres metílicos son los más adecuados para obtener los poliésteres de sacarosa, pero si vamos ha estudiar el efecto d e la cantidad.

RESULTADOS

Después de este análisis de las variables de operación que pueden influir en el sistema se pudo apreciar que sólo es necesario estudiar 4 de ellas. Se decidió realizar primero un diseño factorial de tamizado con 3 (velocidad de agitación, Tiempo de reacción y cantidad de catalizador), moviendo sus valores en 2 niveles (alto(1) y bajo(-1)), por lo que el diseño será del tipo 2^3. Al realizar los puntos experimentales se vio que sólo la cantidad de catalizador tenía un efecto estadísticamente significativo sobre el rendimiento con valores de $p<0.05$.

Posteriormente se realizó un diseño 3^2 (modelo cuadrático) para optimizar el valor del rendimiento y con los resultados del diseño se construyó una tabla dinámica 2 y un Diagrama 1 de Superficie con los resultados de la tabla dinámica.

Tabla Dinámica 2

Rend.	Cant. Cataliz.		
Cant. Metanol	-1	0	1
-1	81.54	83	86.8
0	95.3	97.5	97.03
1	98	99.3	97.95

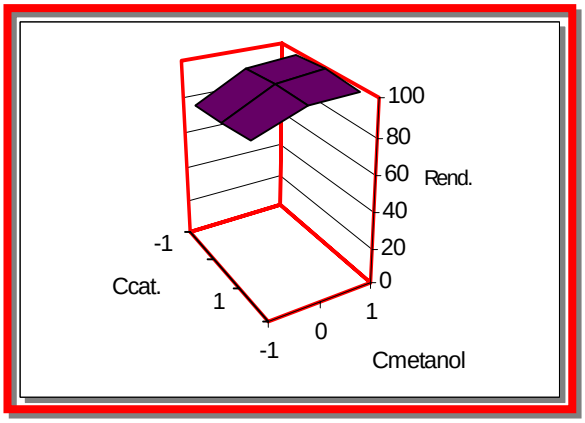


Diagrama 1 de Superficie.

Como se puede apreciar se logro el objetivo pues los valores finales del rendimiento oscilaron entre 86-99 %. La ecuación que correlaciona las variables estudiadas y el rendimiento, se obtuvo con el uso del análisis de regresión múltiple realizado con Statgraphics plus 2.1**.** Esta ecuación se introdujo en un algoritmo realizado en Excel para el calculo del costo de los ésteres metílicos. Posteriormente con esta herramienta y el Solver que posee Excel se logró maximizar el rendimiento y minimizar el costo obteniéndose así los valores de las variables estudiadas que logran este objetivo. Todo este análisis se comparó con la catálisis ácida y los resultados son superiores.

CONCLUSIONES

- Se obtuvieron las condiciones optimas de trabajo para lograr un máximo de rendimiento y un costo mínimo de los ésteres metílicos mediante la transesterificación alcalina, con el uso de técnicas estadísticas y de software adecuados para lograr los objetivos.
- Las condiciones de síntesis obtenidas son mucho más favorables en este tipo de catálisis que por la vía ácida pues: el tiempo de reacción se reduce 8 veces, la relación aceite: solvente disminuye 40 veces, la productividad se incrementa en un 76 % y la calidad del producto final en cuanto a color es superior.

REFERENCIAS

López, M. y col. *Centro-Azúcar* Vol. 11 (1). Enero- Abril (1984). ¨Síntesis de los monoésteres de sacarosa de los ácidos grasos del aceite de cera de caña¨..

Alfonso, M. C., Caro, R. y col. *Diversificación 2000.* ¨Síntesis de ésteres metílicos a escala piloto para la obtención de poliésteres de sacarosa¨.

U.S. Patent 4,552,702. November,1985. Process for the fatty acid esters having improved processing properties.

Ullman, ¨Enzyklopadie der Technischen Chemie¨. 3rd Edition, Vol 7, pages 525 et seq; 4th Edition, Vol 11, pages 490 et seq.

Schmid, K. et al. U. S. Patent 4,552,702. 1985. ¨Process for the preparation of fatty acid alkyl esters improved processing properties¨.

SÍNTESIS NO CONVENCIONAL DE PENTAACETIL GLUCOSA

Martínez, N. *
Autié, M. **
Leyva, A. ***
Autié, G. ***

*ICINAZ,
** CNIC,
*** Facultad de Farmacia y Alimentos . Universidad de la Habana

ABSTRACT

The anomeric 1,2,3,4,6-Penta-O-acetyl-α-D-glucopyranose and 1,2,3,4,6-Penta-O-acetyl-ß-D-glucopyranose derivatives were synthesized from glucose and acetic anhydride by heterorogeneous catalysis with acidic and cationic modified zeolite from Palmarito field.

The use of zeolite as catalyst make possible several advantages: sustitution of the conventional catalysts, that are expensive or difficult for laboratory work or are affected by ambiental humidity like Lewis acids; simplification of the operative thecnics; economy of reactives; selectivity in the reaction conditions; recovering of the catalyst and remarkable lowering of the reaction time.

INTRODUCCIÓN

En la literatura de los años 80 y 90 se reporta la aplicación de zeolitas como catalizadores en reacciones de síntesis de compuestos orgánicos, particularmente en acetilación, nitración, halogenación y alquilación selectiva de compuestos aromáticos, en alquilación de cadenas alifáticas, en sustitución en compuestos alifáticos, en formación de éteres y de ésteres (Hellmut , 1980; Höelderich, 1988; Katayama , 1991).

En trabajos precedentes, usando mordenita ácida como catalizador, se obtuvieron derivados isopropilidenos de glucosa y de alditoles, el 1,2: 5,6– di–O–isopropiliden–α–D–glucofuranosa , el 1,2 : 3,4: 5,6–tri–O–isopropiliden–D–sorbitol y 1,2: 3,4: 5,6–tri–O–isopropiliden–D–manitol , el 1,2–monoisopropiliden–D–manitol; el Metil–ß–D–glucopiranósido; el 4,6–O–benciliden–D–glucosa y el 1,2,3,4,6–penta–O–acetil– α–D–glucopiranosa (Martínez, 1995- 1998).

En el presente trabajo se utiliza como catalizador la zeolita del yacimiento de Palmarito que contiene un 85% de mordenita, modificada en su forma ácida o con metales alcalinos o alcalinotérreos, en la reacción de glucosa con anhidrido acético, demostrándose la posibilidad de obtener el anómero alfa o el beta, según la forma utilizada.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las zeolitas son aluminosilicatos constituídos por átomos de aluminio y de silicio enlazados formando tetrahedros con átomos de oxígeno. Estos tetrahedros se agrupan formando anillos y la repetición de estos anillos conforma capas y canales, que, en su conjunto, constituyen la red cristalina. El número de tetrahedros que forman los anillos determina la abertura de los canales y estos, a su vez, adoptan distintas formas y direcciones, pudiendo ser rectos, paralelos, interconectados, corrugados, etc, lo que caracteriza a los distintos tipos de zeolitas. En los poros y canales de las zeolitas hay iones metálicos que compensan las cargas que quedan libres en las conexiones de los tetrahedros formados por los átomos de aluminio y de silicio con los átomos de oxígeno. Estos iones se intercambian con protones cuando las zeolitas se tratan en medio ácido o con distintos iones cuando se tratan con soluciones salinas, quedando así modificada la red cristalina original (De las Pozas , 1993; Roque, 1993; 1988).

La estructura cristalina de la mordenita posee un sistema de canales rectos, tanto los principales, de doce miembros, como los que interconectan a los mismos, que son de ocho miembros; los poros o aberturas de unos y otros son ovales, de 6,7 a 7 Å y de 2,9 a 5,7 Å respectivamente.

La glucosa, que mide de 4 a 7 Å, y el anhidrido acético penetran por los poros de los canales principales, en una corriente de difusión continua, para reaccionar en los sitios activos interiores formando los derivados pentaacetilados.Catalizando con MPH la reacción de acetilación de glucosa, se obtiene 1,2,3,4,6 penta–O–acetil– α-D–glucopiranosa con buen rendimiento y grado de pureza.

Por otra parte, MPBa cataliza la reacción para la formación del 1,2,3,4,6 penta–O–acetil– ß–D–glucopiranosa con rendimiento aceptable y buen grado de pureza.

El análisis de las distintas formas catiónicas por la intensidad de la banda en 1400 cm^{-1} correspondiente al NH_3 adsorbido en la red permite el conocimiento de la población ácida o de puntos activos en cada tipo de mordenita.

Tabla 1 Composición química de la zeolita del yacimiento de Palmarito

.

Si O2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	K_2O	Na_2O	SiO2 *
75.5	13.0	3.1	4.9	0.9	0.5	2.1	Al2O3

mol/mol = 9.8

Tabla 2 Composición de fases de la zeolita del yacimiento de Palmarito

Mordenita (%)	Clinoptilolita	Otros *
85 ± 10	–	15 ± 2

- ***Otros: calcita (4 a 8 %), vidrio volcánico (1 a 5 %), arcilla (2 a 5 %) y cuarzo (1 a 3 %).**

Tabla 3 Datos de las zeolitas utilizadas y de los productos de las distintas síntesis.

Zeolita	PA (%)	R (%)	A	Tf (°C)	$[\alpha]_D$	Rf	CR
MPH	100	59.5	α	114 –116	+ 100	0.45	100
MPLi	8,8	50.5	ß	137 –142	+ 9.4	0.7	81.7
MPNa	21	28.5	ß	134 –139	+ 13.2	0.7	79.7
MPK	29.8	42.5	ß	135 –140	+ 6.8	0.7	91.2
MPMg	45.6	63	α ± ß	112 –155	+ 36.2	0.45 0.7	67.5
MPCa	26.1	54.5	ß	136 –142	+ 7	0.7	82.1
MPSr	12.3	30	ß	135 –143	+ 9.4	0.7	90.8
MPBa	43,9	38	ß	133 –141	+ 4.8	0.7	83.6

PA población ácida
R rendimiento
A anómero
Tf temperatura de fusión
$[\alpha]_D$ rotación óptica específica
Rf factor de retención
CR contenido relativo

La MPH es el tipo de mordenita que muestra mayor población ácida y a su vez la que permite obtener el 1,2,3,4,6–penta–O–acetil–α–D–glucopiranosa en correspondencia con los métodos de síntesis conocidos que dan el producto catalizando con ácidos minerales o con ácidos Lewis (Zemplén, 1957; Brauns, 1926). El rendimiento es el más alto producido con la intervención de mordenitas con cationes monovalentes. Intervienen dos factores: los sitios ácidos , de tipo Brönsted, y la capacidad estérica, ya que el protón es el de menor diámetro. Un tiempo de reacción mayor a dos horas no aumenta el rendimiento de los productos.

Observando la Tabla III se puede apreciar que con la mordenita ácida MPH se obtiene el anómero alfa (pto. fusión = 114- 116 ° C , $[\alpha]_D$ +100 , Rf = 0.45), coincidiendo con los métodos convencionales y con trabajos precedentes (Zemplén, 1957; Brauns, 1926).

Por otra parte, la mordenita modificada con metales alcalinos, – Li, Na, K– o alcalinotérreos, – Ca, Sr, Ba – cataliza la reacción hacia la formación del anómero beta fundamentalmente, semejante a lo que sucede en el método de síntesis catalizado con acetato de sodio (Georg, 1932). Catalizando con MPBa se obtiene el compuesto puro , (pto. fusión= 133 ° C , $[\alpha]_D$ + 4.8 , Rf= 0.7).

Catalizando con MPMg se obtiene una mezcla de los dos anómeros.

Las diferencias en el punto de fusión y, sobre todo, en la rotación óptica específica, indican la presencia de distintos componentes en el producto derivado.

Es conocido que para la D–glucosa, el equilibrio de anomerización se desplaza en el sentido de formar preferentemente el anómero alfa durante la acetilación en medio ácido (Kochetkov, 1967).

En el resto de las formas catiónicas de mordenita se obtiene fundamentalmente el anómero beta y no se observa una correspondencia entre las poblaciones ácidas y los rendimientos, lo que sugiere la participación de los cationes y la preponderancia del factor estérico. MPLi presenta la menor población ácida y en cambio está entre los de mayores rendimientos; el radio catiónico del litio es de 0.068 nm.

En los casos de MPNa y MPK se manifiesta tambien la influencia de los dos factores opuestos, población ácida – limitación estérica.

MPMg muestra un comportamiento particular con la formación de los dos anómeros, alfa y beta ; la alta población ácida facilita la formación del anómero alfa y la influencia del catión magnesio parece influir en la formación del anómero beta y su pequeño radio catiónico favorece el mayor rendimiento de los productos.

Según los espectrogramas infrarojos de la glucosa y de los anómeros pentaacetilados, en los segundos desaparece la banda intensa en 3500 cm^{-1} aracterística de los OH libres de la glucosa con la consecuente aparición de las bandas correspondientes a la vibración de valencia C=O en 1755 cm^{-1} , una doble banda en 1040 y 1080 cm^{-1} de las vibraciones de valencia C–O ; en 1370 cm^{-1} hay un doblaje simétrico en el plano del grupo CH_3 y por último, en 1240 cm^{-1} característica de acetato.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Las diferentes formas catiónicas de la mordenita del yacimiento de Palmarito pueden usarse como catalizadores para la síntesis de los dos anómeros de la pentaacetil glucosa.

- Catalizando con MPH se obtiene el anómero alfa, lo que debe ser originado por una mayor población ácida tipo Brönsted, debido a la presencia de los protones.

- En los productos obtenidos con las formas catiónicas predomina el anómero beta, en particular, con MPBa.

- Disminuye el tiempo de reacción a dos horas, mientras que en las síntesis convencionales el tiempo de reacción es, como mínimo, de cuatro horas.

- En la mayoría de los casos se obtiene un rendimiento mayor al 40 %.

- Catalizando con zeolitas las síntesis de los derivados pentaacetilados de la glucosa, se simplifican las técnicas operatorias, se evita el uso de reactivos de difícil manipulación como los ácidos fuertes y los ácidos Lewis que se descomponen con la humedad ambiental, disminuye el uso de reactivos, particularmente en la fase de purificación y, además, las zeolitas se pueden regenerar y usar en múltiples ocasiones.

- Profundizar el estudio de los mecanismos de reacción de acetilación de glucosa en presencia de mordenita natural modificada para determinar la causa deformación o predominio de uno u otro anómero

REFERENCIAS

Hellmut, G., Ladebeck, J. (1980). "Catalysis by Zeolites." B. Imelik et al. (Editors). Amsterdam, Elsevier Scientific Publishing.

Höelderich, J. F., Hesse, M. and Newman, F. (1988). *Angew. Chem*. Vol. 27 , p. 226

Katayama, A., Toba, M., Takeuchi , G., Mizukami, F., Niwa ,S. and Mitamura, S. (1991). *J.Chem. Soc*. 1,

Martínez, N. (1995). ."Síntesis catalizadas con mordenita en Química de Carbohidratos". En: *Seminario Científico del CNIC. XII; Simposio Nacional de Zeolita. III* Cuba

Martínez ,N., Autié, M. y Autié, G. (1997). "Non Conventional synthesis in carbohydrate chemistry".In: *Second Cuban Symposium on Carbohydrates as Vaccines, Diagnostics and Therapeutics.* Cuba..

Martínez, N., Autié, M. y Autié, G. (1998). "Nueva vía de síntesis de metil glucósido" En:. *Diversificación' 98.* Cuba.

De las Pozas, C. (1993).*Tesis de Doctorado*. CNIC

Roque, R., Lemes, L., de las Pozas, C., Montes, A. (1993). "Nat. Zeol". D.W. Ming and F. A. Mupton Edit. pp.299-308

Roque, R. (1988). "Física-Química de las Zeolitas". CNIC-MES.

Zemplén ,G. and Döry, I. (1957). *Acta Chim*. *Acad. Sci. Hung*. Vol.12, p. 141

Brauns, D.H. (1926). *J.Am.Chem. Soc*., Vol. 48, pp. 2784

Georg, . A. (1932). *Helv. Chim. Acta*. Vol. 15,p. 924

Kochetkov, N.K. (1967). "Jimia Uglevodov". Izd. Jimia. Moskva. Cap.5

SÍNTESIS Y CARACTERIZACIÓN DE COMPLEJOS MONONUCLEARES DE RU

Abril, D.
Chave, I.
Manríquez, J.M. .

Facultad de Química, Pontificia Universidad Católica de Chile, Casilla 306, Santiago de Chile.
E-mail: dabril@puc.cl

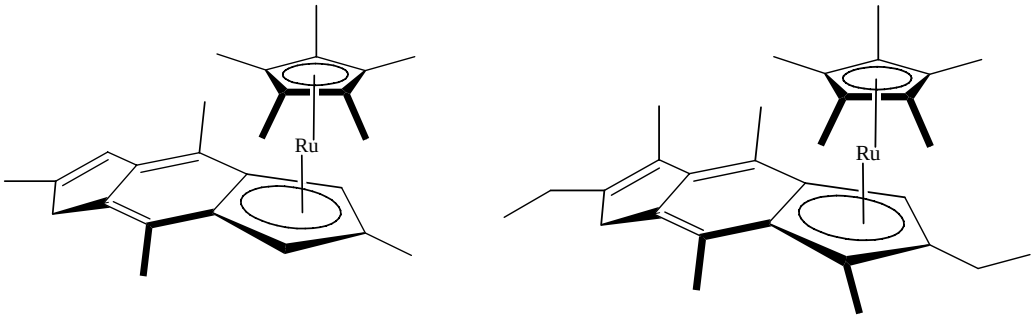
ABSTRACT

Bimetallic complexes represent a unique class of compounds that has received considerable attention, especially concerning the electronic interaction between metal centres (Robin, 1967). The most obvious and striking feature is that their mixed-valent form exhibits low-energy absorption that are attributed to intervalent charge transfer between the metal centre (Garland, 1997). These delocalized derivatives are of great interest because of their potential applications in the development of novel organometallic materials with conducting, ferromagnetic and/or optical properties.

The influence of the metallic different centres, in the electronic deslocalization, and the possibility of obtaining conductive materials, starting from these units, with different metals, they make of this topic something very novel and attractive.

This work is based on the synthesis and characterisation of the monometallics complex of Ru, Cp* RuL, where L= 1.5 dihidro 2,4,6,8 tetrametil s-indacene and 1.5 dihidro 2,6 diethyl 3,4,7,8 tetramethyl s-indacene. This complex was characterised by means of NMR-1H, NMR-13C, IR (Figure I).

Fig. (I)



INTRODUCCIÓN

Uno de los accesos a materiales unidimensionales con posibles propiedades conductoras, magnéticas y/o ópticas no lineales, es a través de un polímero cuyas unidades monoméricas sean en sí, complejos de valencia mixta de clase III (Robin,, 1967). Es de esperar que polímeros que contengan este tipo de unidad monomérica presenten una alta deslocalización electrónica en toda la cadena molecular. Complejos metalocénicos unidos por un puente de anillos fundidos, por su planaridad y rigidez constituyen un buen modelo para este tipo de estudios. Para que la unidad monomérica pueda tener una alta interacción entre los centros metálicos es necesario contar con un ligando puente del tipo $4n\pi e^-$ en los cuales, las unidades metalocénicas no alcancen una configuración de capa cerrada a 18 e^-. (Manríquez, 1995). Los resultados muestran que para los derivados binucleares de valencia mixta puenteados por el ligando puente lineal pentaleno (n=2) y por s-indaceno (n=3), se observa un comportamiento de clase III. (Molins, 1993). La elección del s-indaceno con respecto al pentaleno obedece a razones puramente sintéticas, el primero es estable al aire, y su vía de obtención es muchos más factible. Además existen algunos ejemplos reportados recientemente, de compuestos derivados del s-indaceno 1,3,5,7 tetraterbutil-s-indaceno (Hafner, 1986), el derivado dimetilado2,5 dimetil-dihidro-s-indaceno, obtenido en muy bajo rendimiento (Cary, 1997), y el 1,2,3,4,5,6,7,8 octametil s-indaceno, el cual no era posible desprotonar y obtener el dianión (Barlow, 1996). Así las cosas, en el año 1999, nuestro grupo investigativo ideó una ruta sintética para obtener derivados parcialmente alquilados, y así poder obtener el mono y di anión selectivamente, en la reacción frente a una base fuerte como butillitio. (Dahrouch). Este resultado hizo posible, pensar en la síntesis de complejos biheteronucleares del tipo Cp*MLM´Cp*, donde M≠M´, como unidad monomérica en polímeros conductores.

MATERIALES Y MÉTODOS

Síntesis de los Ligandos.

La síntesis de los ligandos se llevó a cabo siguiendo la ruta sintética que se muestra a continuación. (figura 1). El producto de partida es el 2,5 dibromo dimetil p-xileno el cual se obtiene por la reacción de bromación del p-xileno, reactivo comercial, con HBr y paraformaldehido. Le sigue una síntesis malónica, donde el derivado alquílico del malonato depende del ligando que se quiera obtener. El tercer paso es la saponificación con KOH, para formar la sal de potasio correspondiente y después una hidrólisis hacia para obtener el tetraácido correspondiente. Este es descarboxilado mediante el calentamiento a 170° C en ambiente de N_2 y posteriormente es ciclado con ácido polifosfórico. La cetona obtenida es reducida con $AlLiH_4$ y deshidratada con ácido para toluen sulfónico. Así, fueron sintetizados los ligandos:

(1) (1) 1,5 dihidro 2,4,6,8 tetrametil s-indaceno.
(2) (2) 1,5 dihidro 2,6dietil 3,4,7,8 tetrametil s-indaceno

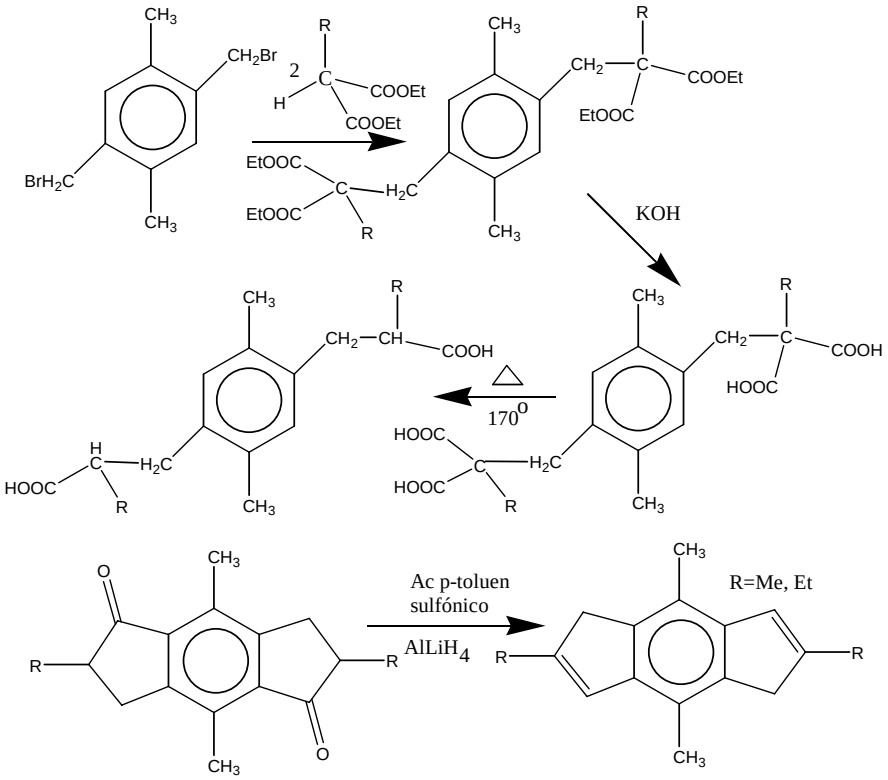


Fig. 1

Síntesis de los complejos mononucleares de Ru.(II).

La síntesis de los derivados mononucleares de Ru se llevó a cabo de la siguiente forma.(figura 2).

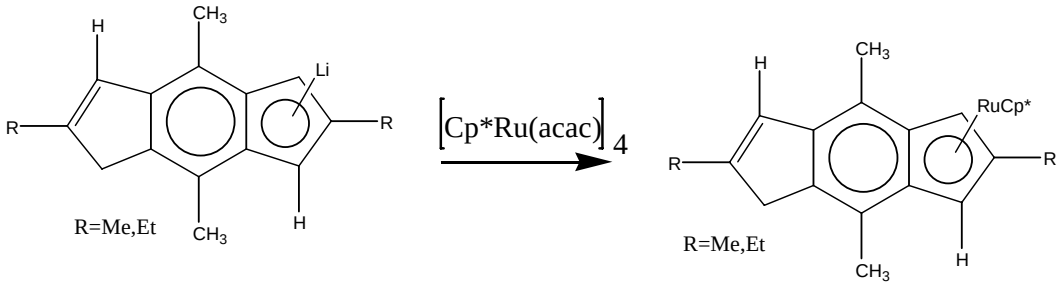


Fig. 2

A partir del derivado monolitiado, el cual es obtenido por la reacción de un mol del ligando con un mol de Butillitio a baja temperatura y en ambiente de N_2(g). Posteriormente se hace reaccionar con el tetramero de Ru, en THF a -75°C y en ambiente de N_2(g).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Caracterización por espectroscopia ^{1}H-RMN y ^{13}C-RMN de los ligandos.

Ligandos	^{1}H-RMN	^{13}C-RMN
(I)	2.2 (s,6H); 2.4 (s,6H); 3.2 (s,4H); 6.6 (s,2H).	23 ($2CH_3$); 25 ($2CH_3$); 28 ($2CH_2$); 122 (Cq); 125 (2CH); 140 (Cq); 145 (Cq).
(II)	1.3 (t,6H); 2.4 (S,6H); 2.5 (qd, 4H); 3.3 (s,4H); 6.5 (t,2H).	16 (CH_3); 17 (CH_3); 22 (CH_2); 40 (CH_2); 121 (Cq); 125 (CH); 140 (Cq); 141 (Cq); 150 (Cq).

Se le realizó espectroscopia IR a ambos ligandos y se obtuvieron las siguiente bandas:

Evidenciando que no existen residuos del alcohol de partida y tampoco de agua, lo cual interferiría negativamente en la reacción con butillitio.

Caracterización por espectroscopia ^{1}H-RMN y ^{13}C-RMN de los complejos mononucleares de Ru.

Complejos	^{1}H-RMN	^{13}C-RMN
(I)	1.6 (s,15H); 1.85 (s,3H); 1.9 (s,3H); 2.1 (s,3H); 2.2(s,3H); 2.9(s,2H); 4.6(s,2H); 6.5 (s,1H).	12 (CH_3); 15 ($5CH_3$); 16 (CH_3); 17 (CH_3); 19 (CH_3); 22 (CH_2); 70 (CH); 71 (CH); 85 (CH).
(II)	1.1 (t,3H); 1.2 (t,3H); 1.6 (s,15H); 1.8 (s, 3H); 2.1 (s,3H); 2.2(3H); 2.2 (c,2H); 2.3 (c.2H) 2.4 (3H); 3.1 (s,2H); 4.7 (s,1H).	11 (CH_3); 12(CH_3); 13(CH_3); 16 ($5CH_3$); 17(CH_3); 18(CH_3);20(CH_3); 21(CH_2); 23(CH_2); 24(CH_2); 75(CH).

Ambos ligandos fueron obtenidos cuantitativamente y para una mejor purificación fueron sublimados a 120^{0}C a 10^{-6} mm de Hg. Los complejos mononucleares de Ru y sus materias primas de Ru, no son estables al aire, por lo que se almacenan en una cámara seca y las reacciones son llevadas a cabo en ambiente de N_2(g).

CONCLUSIONES

Al analizar los resultados anteriores se pudo concluir que:

- Fue posible obtener una ruta sintética adecuada para obtener los ligandos parcialmente alquilados, con un rendimiento notorio y una alta pureza, lo que nos facilitó el trabajo organometálico.
- Los ligandos parcialmente alquilados son regioselectivos y estereoespecíficos en la reacción de monodesprotonación.

- Estos compuestos mononucleares de Ru serán nuevamente monodesprotonados y se harán reaccionar con $Fe(acac)_2$ para obtener el derivado biheteronuclear correspondiente.

REFERENCIAS

Robin, M.B.; Day,P. (1967) *Adv. Inorg. Chem. Radiochem*., Vol.10, p. 247.
Garland.M.T. Manriquez.J.M. y otros (1997). *J.Mol Struct Theochem* Vol. 390, pp. 199-208
Manríquez, J.M; Ward, M.D. y otros. (1995). *J.Am.Chem.Soc*. Vol. 117 pp., 6182
Molins, E.; Manríquez. J.M. y otros. (1993), *Organometallics*,12,3396,.
Hafner,K.; Fisher,S.(1986), *Angew.Chem.Int.Ed.Engl*. . 25.
Cary,R.; O´Hare,D.(1997). *Angew. Chem. Int. Ed. Engl*, 36,23,2618.
Barlow,S.;O´Hare,D.(1996). *Organometallics*, Vol.15, p. 3483
Dahrouch.M; Abril, D. y otros. (*Organometallics*.enviada)

SIROPES INVERTIDOS: BASE PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE DE LA INDUSTRIA AZUCARERA.

Duarte,. Eduardo.
E-mail: director@icinaz.minaz.cu

RESUMEN

Debido a la necesidad de un desarrollo sostenible de la industria azucarera, basado en su diversificación, se plantea entre otros, la obtención de variados productos a partir de un proceso biológico, que aporta dos productos básicos, un biocatalizador y una tecnología de inversión enzimática.

El proceso de inversión enzimática de la sacarosa desarrollado en el ICINAZ es capaz de permitir la obtención de variados siropes, los cuales tienen aplicación en la industria alimentaria, farmacéutica ,energéticos y dietéticos, debido a la versatibilidad del mismo, que puede emplear cualquier producto que contenga azúcar.

Este proceso emplea un biocatalizador económico, con alta duración de su actividad enzimática y no emplea productos químicos con lo cual los siropes obtenidos son naturales y ecológicamente limpios al no producir residuales agresivos.

En este trabajo se presentan algunos productos y sus posibilidades comerciales.

INTRODUCCIÓN

Los siropes invertidos han sido tradicionalmente empleados por la industria alimentaria en sus numerosas confecciones y en Cuba en los años de la gran crisis azucarera fue un paliativo que sostuvo a la industria, exportando siropes y mieles invertidas (Duarte, 1998), en volúmenes de varios miles de metros cúbicos. Estas producciones fueron abandonadas por el bloqueo y el desarrollo de los siropes de fructosa, obtenidos del maíz, que han desplazado el uso del azúcar en numerosos productos de la industria alimentaria.

En el ICINAZ se desarrolló una tecnología que emplea células de levadura inmovilizadas con alta duración y bajo costo, que puede invertir cualquier producto de la industria azucarera desde el 50 hasta el 98 %, según su aplicación posterior. Esto ha permitido primero, desarrollar numerosos productos a escala de banco y establecer la comprobación de su factibilidad a escala industrial (Duarte, 2000).

MÉTODO DE TRABAJO

Al biocatalizador se le determina su actividad enzimática y se pasa a los reactores, tubos de acero inoxidable, donde se lava con agua para eliminar partículas menores y células que no hallan sido inmobilizadas. Posteriormente, se escurre y se llena con el sirope, comenzándose a correr después de 4 a 6 horas para una activación de la enzima contenida en la células de levadura.

La solución azucarada se pasa a 50-60 º Brix y 60-65 ºC con una velocidad lineal de acuerdo al tiempo de contacto necesario para una inversión determinada, el pH se autorregula, terminando el proceso con 5,6 a 6,0 pH. Este es un proceso continuo donde el sirope sale invertido a una velocidad nunca inferior al volumen de un reactor ni tiempo superior a una hora.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

El primer producto obtenido fue la meladura invertida, conocida como melao, que es el jugo de la caña concentrado con sus propiedades organolépticas y elementos químicos naturales, de agradable sabor que puede sustituir a la miel para ser adicionado a Hot cakes y similares, o base para un producto dietético o energético natural. Este producto tiene una gran estabilidad, mantiene sus características por mas de un año y puede ser obtenido de meladura clarificada para mayor calidad.

Su composición es la siguiente:

- Brix. 72-75 Azúcares reductores 43-45 % Sacarosa 29-30 % Ceniza 2,5- 3.0

Siropes de azúcar crudo (morena.

Estos siropes tiene ligero color amarillo debido al contenido de miel del cristal de azúcar, su sabor es agradable, no tiene efectos residuales, permite su empleo dondequiera se desee un producto edulcorante natural, que no contiene más sustancias químicas que las empleadas en la elaboración del azúcar.Presenta la siguiente composición:

- Brix.75,0 A. reductores 45-46% Sacarosa 29-30% Ceniza 0,2-0,3 Color ICUMSA 400.

Siropes de azúcar blanco

Se producen dos calidades de este producto, empleando como materia prima azúcar refino de calidad o licor clarificado decolorado.

Del azúcar refino se obtiene un sirope incoloro apto para uso industrial en productos de alta calidad, refrescos y licores cordiales, puede sustituir al azúcar en sus múltiples usos. Su composición es la siguiente:

- Brix 78,0 Azúcares reductores 48% Sacarosa 30 % Color ICUMSA 25-50 Ceniza 0,01.

Siropes de licor de refino

Este es un sirope de bajo color, opcional para ser elaborado en refinarías por ser un proceso mas económico, dando un producto con calidad para sustituir al azúcar en cualquiera de sus usos en la industria alimentaria, es de fácil aplicación a la producción de siropes saborizados para uso casero. Tiene la siguiente composición:

- Brix 78,0 A. Reductores 46,8 Sacarosa 29,4 Color ICUMSA 150-200 Ceniza 0,02-0,03.

Sirope Dorado

Estos siropes son obtenidos a partir de sirope de off, tiene un color dorado que lo hace atractivo a la vista, con sabor agradable con ligero toque a miel, puede sustituir al sirope de maple y tiene aplicaciones en Hot cakes y similares.Su composición:

- Brix 75,0 A. Reductores 50,0 Sacarosa 25,0 Color ICUMSA 600-900 Ceniza 1,5-2,0

Glucosa cristalina y sirope con 55-60 % fructosa

La solución de azúcar a 50-60 brix se invierte y se obtiene un sirope con 95-98 % de inversión, éste se concentra a 76-78% brix, se semilla con glucosa cristalina y en un filtro prensa se separa el sirope de fructosa y queda una glucosa que debe ser disuelta y cristalizada de nuevo y se obtiene una glucosa cristalina monohidratada.

La composición de estos productos es la siguiente:

- Sirope de fructosa. Brix 74-75 Glucosa 40-42 % Fructosa 58-60 % Ceniza 0,02 Color ICUMSA 150-200.

Glucosa. 96-98 % pureza Ceniza 0.01 Color ICUMSA Menor de 25.

A partir de la glucosa se puede obtener sorbitol y del sirope de fructosa manitol, productos de un valor agregado superior, además de la posibilidad de cristalizar la fructosa.

Siropes para uso apícola

Son siropes con alta concentración y alto contenido de fructosa, pueden tener adicionado otros elementos nutritivos. Su composición general es la siguiente:

- Brix 75-80 Glucosa 47-48% Fructosa 47-48% Sacarosa 4-6% Ceniza 0,2-0,3

CONCLUSIONES

Los productos obtenidos por el proceso de inversión enzimática, además de tener un valor agregado superior al azúcar, ofrecen un amplio espectro de posibilidades comerciales, con la característica de todos ser obtenidos sin la aplicación de productos químicos, por lo que están acorde con las tendencias actuales de ser productos naturales y con un tecnología limpia que no aportan residuales agresivos al medio ambiente.

BIBLIOGRAFÍA

Duarte, E y, Orúe, S. Siropes invertidos. Pasado y presente. En: *Conf. ATAC*., 47, l998.

Duarte,E. y. Orúe, S Siropes invertidos Diversificación de su producción En: . *Diversificación 2000*.

SISTEMA DE ALIMENTACIÓN DE RESIDUOS AGRÍCOLAS (BIOMASA DE BAJA DENSIDAD, BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR, CAPIN ELEFANTE, ETC.)

Brossard, L. E. [a]
Cortez, A. L [b].
Seye, O. [a]
Olivares, G, E. [b]
Rocha, D, [b]
Mesa, P, J. [b]
Braunbeck, O. A. [c]

[a]Núcleo Interdisciplinar de Planejamentos Energéticos- nipe. Faculdade de Engenharia Mecânica.Universidade Estadual de Campinas. unicamp.cidade universitária zeferino vaz 13083-970- cx. postal 1170 campinas-sp-brasil. tel: (019)788-4951 fax: (019) 289-4717
E- mail: luis@ct.unicamp.br, oseye@ct.unicamp.br,
[b]núcleo interdisciplinar de planejamentos energéticos- nipe. faculdade de engenharia agrícola.universidade estadual de campinas. unicamp.cidade universitária zeferino vaz 13083-970- cx. postal 1170 campinas-sp-brasil. tel: (019)788-4951 fax: (019) 289-4717.
E-mail: cortez@agr.unicamp.br, egomez@ct.unicamp.br, jdrocha@ct.unicamp.br, jmesa@ct.unicamp.br,
[c]faculdade de engenharia agrícola.unicamp. cidade universitária zeferino vaz cep 13081-970-cx. postal 6011. barão geraldo - campinas – sp.
E-mail: oscar@agr.unicamp.br.

ABSTRACT

After analyzing the main problems that happen in low density agriculture residue feed systems such as sugar cane bagasse, elephant grass, etc., a feed system prototype was built. It can replace the cone feeders. This prototype was evaluated taking into account two variables: biomass level into the hopper and bottom rotate remover velocity. The results suggested that the most important factors were the remover velocity and the interaction between the remover velocity and the biomass level inside the hopper.

INTRODUCCIÓN

Los alimentadores son transportadores cuya finalidad es alimentar un proceso o sistema, los mismos pueden ser neumáticos o mecánicos. Los sistemas de alimentación están compuestos generalmente por un silo y un alimentador. El silo es la parte del sistema encargada de almacenar el material el cual debe ser por gravedad hasta el alimentador. Estos sistemas cuando trabajan con materiales heterogéneos de baja densidad como el bagazo y el capin elefante presentan varios problemas alguno de los cuales se muestran en la figura 1.

.

Regiones muertas Residuos permanentes Formación de fragmentos

Fig. 1. Problemas comunes que ocurren en los silos verticales con cono, Bates (1994)

Los residuos agrícolas como el bagazo de caña de azúcar y el capin elefante son materiales heterogéneos altamente fibroso y cohesivo. Sánchez (1994) y Neiva (1998) evidencian una serie de problemas en el cálculo y posterior evaluación de sistemas de alimentación de bagazo de caña de azúcar que utilizan silos verticales con cono. Según Marinelli y Carson (1992) y Calil Jr. (1990) en el cono del silo se pueden formar dos tipos de arcos, el arco mecánico y el arco cohesivo mostrados en la figura 2, Bates (1994. Este fenómeno puede interrumpir la salida del material para el transportador, ocasionando en muchas ocasiones que el sistema no sea viable al trabajar con residuos agrícolas.

Arco cohesivo Arco mecánico

Fig. 2. Formación de arcos en silos verticales con cono, Bates (1994)

Analizando los problemas que ocurren en estos sistemas se construyó en la UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS. UNICAMP un prototipo de un sistema de alimentación para trabajar con este tipo de material. Este sistema está compuesto básicamente por un silo de paredes negativas, un removedor en el fondo y un raspador.
El silo de paredes negativas tiene como objetivo eliminar la formación de arcos, lo que garantizará una alimentación constante. El removedor evitará que queden restos de residuos agrícolas en el fondo del silo y el raspador alimentará el material directamente por la ventana que está en el fondo hasta la rosca sin fin. Este sistema es mostrado en la figura 3

Fig. 3. Fotografía del prototipo de alimentación de residuos agrícolas

OBJETIVOS

Este trabajo tiene como objetivo general evaluar el prototipo de alimentación propuesto, cuando trabaja con residuos agrícolas.

Como objetivo específico tenemos:

- Verificar si con el cambio de geometría del silo no ocurren los problemas anteriormente expuestos,
- Definir cuales serian los factores de mayor importancia para este prototipo cuando trabaja con residuos agrícolas,
- Definir en cuál o cuáles condiciones el sistema de alimentación trabajará con mayor eficiencia.

MATERIALES Y MÉTODOS

El capin elefante (Pennisetum purpureum Schum) presenta una granulometría muy variada, presencia de polvo cohesivo, fibras entrelazadas y partículas de diferentes tamaños. Este material debido a las propiedades antes mencionadas presenta una gran tendencia a la formación de arcos.

Será utilizada una pesa marca FELIZOLA con una precisión de 3 casas decimales para realizar las mediciones de los flujos de alimentación en el tiempo.

EVALUACIÓN DEL PROTOTIPO DE ALIMENTACIÓN

Constará con el estudio de los efectos de los factores que influyen sobre el flujo de alimentación

- Velocidad de rotación del removedor del fondo del silo,
- Altura de la biomasa en el silo.

Como variable de respuesta se escoge el flujo de alimentación (kg/min).

Se realizará un diseño factorial 2^2 con tres repeticiones y una réplica en el punto central.

X_1 : Velocidad de rotación del removedor del fondo del silo (r.p.m),
$X_{2:}$ Altura de la biomasa en el silo (m),
Para cada variable independiente se fijan dos niveles:
+1 (nivel superior)
-1 (nivel inferior)
El modelo matemático a obtener será:

F= Fluxo de descarregamento $F = b_o + b_1 X_1 + b_2 X_2 + b_{12} X_1 X_2$ (1.0)

Los experimentos serán realizados llenando el silo completamente (1m) y pesados en un intervalo de tiempo de un minuto los flujos de alimentación descargados por la rosca sin fin. Posteriormente la operación será repetida hasta que el silo quede vacío. En el momento que se pese la biomasa va a ser medida la altura de la misma en el silo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Siguiendo la matriz de los experimentos aleatoriamente fueron realizados los experimentos, cuyos resultados se muestran a continuación.

$$\begin{bmatrix} Exp & X_1 & X_2 \\ 1 & -1 & -1 \\ 2 & +1 & -1 \\ 3 & -1 & +1 \\ 4 & +1 & +1 \\ 5 & 0 & 0 \\ 6 & -1 & -1 \\ 7 & +1 & -1 \\ 8 & -1 & +1 \\ 9 & +1 & +1 \\ 10 & 0 & 0 \\ 11 & -1 & -1 \\ 12 & +1 & -1 \\ 13 & -1 & +1 \\ 14 & +1 & +1 \\ 15 & 0 & 0 \end{bmatrix} \qquad F = \begin{bmatrix} 3{,}05 \\ 8{,}5 \\ 5{,}10 \\ 7{,}4 \\ 5{,}77 \\ 3{,}38 \\ 9{,}0 \\ 5{,}20 \\ 9{,}30 \\ 5{,}80 \\ 3{,}39 \\ 9{,}30 \\ 4{,}67 \\ 6{,}96 \\ 5{,}30 \end{bmatrix}$$

Para $X_{1:}$ Velocidad de rotación del removedor del fondo del silo.

Los valores +1 (nivel superior 0,6 r.p.m $_{(removedor)}$) para éstas velocidades de rotación del removedor la rosca sin fin gira a 16 rpm.
0 (nivel central 0,45 r.p.m $_{(removedor)}$) para éstas velocidades de rotación del removedor la rosca sin fin gira a 14 rpm.
-1 (nivel inferior 0,3 r.p.m $_{(removedor)}$) para éstas velocidades de rotación del removedor la rosca sin fin gira a 8 rpm.
Para $X_{2:}$ Altura de la biomasa en el silo
Los valores +1 (nivel superior 0,75m).

0 (nivel central 0,5 m).
-1 (nivel inferior 0,25 m).

Los datos fueron procesados utilizando el Software STATGRAPHICS STATISTICAL GRAPHICS SYSTEM.

En la tabla de análisis de varianza (ANOVA) se muestran los resultados de la prueba de significación de los coeficientes, así como la falta de ajuste del modelo para un 95 % de confianza.

Tabla 1. Análisis de varianza

Factores	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F_c	P-value
Velocidad de rotación del removedor del fondo del silo (X_1)	54,91	1	54,91	144,11	0,00
Altura de la biomasa en el silo (X_2)	0,33	1	0,33	0,88	0,37
Interacción entre la velocidad de rotación del removedor y la altura de la biomasa en el silo (X_1)(X_2)	5,72	1	5,72	15,03	0,003
Falta de ajuste	1,00	1	1,00	2,64	0,13
Error Puro	38,1	10	3,81		

R^2=0,926 R^2_{adj} = 0,9068

Valores de los coeficientes de regresión calculados según el software utilizado

$b_o = 6,14$

$b_1 = 2,13$

$b_2 = 0,16$

$b_1b_2 = - 0,69$

$$F = 6,14 + 2,13\ X_1 + 0,16\ X_2 – 0,69\ X_1\ X_2 \quad (1.1)$$

Como $R^2 \approx R^2_{adj}$ y la curvatura no es significativa el modelo obtenido ajusta los datos experimentales con un alto valor del coeficiente de determinación.

Eliminando los factores que no son significativos la ecuación (1.1) queda de la siguiente manera:

$$F = 6,14 + 2,13\ X_1 – 0,69\ X_1\ X_2 \quad (1.2)$$

CONCLUSIONES

Con la realización de los experimentos se llegaron a las siguientes conclusiones:

- Con el silo de paredes negativas no hubo formación de arcos que impidieran la alimentación de la rosca,
- Hubo una completa alimentación del material que estuvo dentro del silo garantizando que no se formaran regiones muertas,
- Fueron encontrados dos parámetros significativos para la respuesta estudiada: (X_1) velocidad de rotación del removedor y la interacción entre la altura de la biomasa y la velocidad de rotación del removedor (X_1) (X_2),
- Para obtener la mayor eficiencia en el flujo de descarga del sistema de alimentación se debe operar según el modelo obtenido con: la velocidad de rotación del removedor a 0,6 r.p.m y 0,25 m de altura de biomasa en el silo, o realizando la operación contraria, es decir, con la velocidad de rotación del removedor a 0,3 r.p.m y con la altura de la biomasa a 0,75 m.

REFERENCIAS

Bates, L. (1994),The storage, feed and collection of loose solids. *Powder handling & processing*, 6,

Calil, Jr. C. (1990), *Recomendações de Fluxo e de Cargas para Projetos de Silos Verticais*. São Carlos: EESC, USP,. Departamento de Estruturas.

Izumi, T., Itou, O., Kodera, K. (1996), *J Chem Technol Biotechnol* Vol. 67, pp. 89-95

Marinelli, J., Carson. J. W. (May, 1992), Solve solids flow Problems in Bins, Hoppers, and Feeders. *Chem. Eng. Progress*, pp. 22-28.

Neiva, A. C. De Barros. (1998), *Estudo de Alimentadores de Bagaço de Cana-de-Açúcar para Reatores Atmosféricos*, Faculdade de Engenharia Mecânica, UNICAMP, Tese (Mestrado).

Sanchez, C. G. (1994), *Estudo da Volatilização e da Gaseificação de Biomassa em Leito Fluidizado*, Faculdade de Engenharia Mecânica, UNICAMP; Tese (Doutorado).

SISTEMA DE ALIMENTACIÓN DE RESIDUOS AGRÍCOLAS (BIOMASA DE BAJA DENSIDAD, BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR, CAPIN ELEFANTE, ETC.)

Brossard, L. E. [a]
Cortez, A. L [b].
Seye, O. [a]
Olivares, G, E. [b]
Rocha, D, [b]
Mesa, P, J. [b]
Braunbeck, O. A. [c]

[a]Núcleo Interdisciplinar de Planejamentos Energéticos- nipe. Faculdade de Engenharia Mecânica.Universidade Estadual de Campinas. unicamp.cidade universitária zeferino vaz 13083-970- cx. postal 1170 campinas-sp-brasil. tel: (019)788-4951 fax: (019) 289-4717
E- mail: luis@ct.unicamp.br, oseye@ct.unicamp.br,
[b]núcleo interdisciplinar de planejamentos energéticos- nipe. faculdade de engenharia agrícola.universidade estadual de campinas. unicamp.cidade universitária zeferino vaz 13083-970- cx. postal 1170 campinas-sp-brasil. tel: (019)788-4951 fax: (019) 289-4717.
E-mail: cortez@agr.unicamp.br, egomez@ct.unicamp.br, jdrocha@ct.unicamp.br, jmesa@ct.unicamp.br,
[c]faculdade de engenharia agrícola.unicamp. cidade universitária zeferino vaz cep 13081-970-cx. postal 6011. barão geraldo - campinas – sp.
E-mail: oscar@agr.unicamp.br.

ABSTRACT

After analyzing the main problems that happen in low density agriculture residue feed systems such as sugar cane bagasse, elephant grass, etc., a feed system prototype was built. It can replace the cone feeders. This prototype was evaluated taking into account two variables: biomass level into the hopper and bottom rotate remover velocity. The results suggested that the most important factors were the remover velocity and the interaction between the remover velocity and the biomass level inside the hopper.

INTRODUCCIÓN

Los alimentadores son transportadores cuya finalidad es alimentar un proceso o sistema, los mismos pueden ser neumáticos o mecánicos. Los sistemas de alimentación están compuestos generalmente por un silo y un alimentador. El silo es la parte del sistema encargada de almacenar el material el cual debe ser por gravedad hasta el alimentador. Estos sistemas cuando trabajan con materiales heterogéneos de baja densidad como el bagazo y el capin elefante presentan varios problemas alguno de los cuales se muestran en la figura 1.

.

Regiones muertas Residuos permanentes Formación de fragmentos

Fig. 1. Problemas comunes que ocurren en los silos verticales con cono, Bates (1994)

Los residuos agrícolas como el bagazo de caña de azúcar y el capin elefante son materiales heterogéneos altamente fibroso y cohesivo. Sánchez (1994) y Neiva (1998) evidencian una serie de problemas en el cálculo y posterior evaluación de sistemas de alimentación de bagazo de caña de azúcar que utilizan silos verticales con cono. Según Marinelli y Carson (1992) y Calil Jr. (1990) en el cono del silo se pueden formar dos tipos de arcos, el arco mecánico y el arco cohesivo mostrados en la figura 2, Bates (1994. Este fenómeno puede interrumpir la salida del material para el transportador, ocasionando en muchas ocasiones que el sistema no sea viable al trabajar con residuos agrícolas.

Arco cohesivo Arco mecánico

Fig. 2. Formación de arcos en silos verticales con cono, Bates (1994)

Analizando los problemas que ocurren en estos sistemas se construyó en la UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS. UNICAMP un prototipo de un sistema de alimentación para trabajar con este tipo de material. Este sistema está compuesto básicamente por un silo de paredes negativas, un removedor en el fondo y un raspador.
El silo de paredes negativas tiene como objetivo eliminar la formación de arcos, lo que garantizará una alimentación constante. El removedor evitará que queden restos de residuos agrícolas en el fondo del silo y el raspador alimentará el material directamente por la ventana que está en el fondo hasta la rosca sin fin. Este sistema es mostrado en la figura 3

Fig. 3. Fotografía del prototipo de alimentación de residuos agrícolas

OBJETIVOS

Este trabajo tiene como objetivo general evaluar el prototipo de alimentación propuesto, cuando trabaja con residuos agrícolas.

Como objetivo específico tenemos:

- Verificar si con el cambio de geometría del silo no ocurren los problemas anteriormente expuestos,
- Definir cuales serian los factores de mayor importancia para este prototipo cuando trabaja con residuos agrícolas,
- Definir en cuál o cuáles condiciones el sistema de alimentación trabajará con mayor eficiencia.

MATERIALES Y MÉTODOS

El capin elefante (Pennisetum purpureum Schum) presenta una granulometría muy variada, presencia de polvo cohesivo, fibras entrelazadas y partículas de diferentes tamaños. Este material debido a las propiedades antes mencionadas presenta una gran tendencia a la formación de arcos.

Será utilizada una pesa marca FELIZOLA con una precisión de 3 casas decimales para realizar las mediciones de los flujos de alimentación en el tiempo.

EVALUACIÓN DEL PROTOTIPO DE ALIMENTACIÓN

Constará con el estudio de los efectos de los factores que influyen sobre el flujo de alimentación

- Velocidad de rotación del removedor del fondo del silo,
- Altura de la biomasa en el silo.

Como variable de respuesta se escoge el flujo de alimentación (kg/min).

Se realizará un diseño factorial 2^2 con tres repeticiones y una réplica en el punto central.

X_1 : Velocidad de rotación del removedor del fondo del silo (r.p.m),
$X_{2:}$ Altura de la biomasa en el silo (m),
Para cada variable independiente se fijan dos niveles:
+1 (nivel superior)
-1 (nivel inferior)
El modelo matemático a obtener será:

F= Fluxo de descarregamento $F = b_o + b_1 X_1 + b_2 X_2 + b_{12} X_1 X_2$ (1.0)

Los experimentos serán realizados llenando el silo completamente (1m) y pesados en un intervalo de tiempo de un minuto los flujos de alimentación descargados por la rosca sin fin. Posteriormente la operación será repetida hasta que el silo quede vacío. En el momento que se pese la biomasa va a ser medida la altura de la misma en el silo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Siguiendo la matriz de los experimentos aleatoriamente fueron realizados los experimentos, cuyos resultados se muestran a continuación.

$$\begin{bmatrix} Exp & X_1 & X_2 \\ 1 & -1 & -1 \\ 2 & +1 & -1 \\ 3 & -1 & +1 \\ 4 & +1 & +1 \\ 5 & 0 & 0 \\ 6 & -1 & -1 \\ 7 & +1 & -1 \\ 8 & -1 & +1 \\ 9 & +1 & +1 \\ 10 & 0 & 0 \\ 11 & -1 & -1 \\ 12 & +1 & -1 \\ 13 & -1 & +1 \\ 14 & +1 & +1 \\ 15 & 0 & 0 \end{bmatrix} \qquad F = \begin{bmatrix} 3{,}05 \\ 8{,}5 \\ 5{,}10 \\ 7{,}4 \\ 5{,}77 \\ 3{,}38 \\ 9{,}0 \\ 5{,}20 \\ 9{,}30 \\ 5{,}80 \\ 3{,}39 \\ 9{,}30 \\ 4{,}67 \\ 6{,}96 \\ 5{,}30 \end{bmatrix}$$

Para $X_{1:}$ Velocidad de rotación del removedor del fondo del silo.

Los valores +1 (nivel superior 0,6 r.p.m $_{(removedor)}$) para éstas velocidades de rotación del removedor la rosca sin fin gira a 16 rpm.
0 (nivel central 0,45 r.p.m $_{(removedor)}$) para éstas velocidades de rotación del removedor la rosca sin fin gira a 14 rpm.
-1 (nivel inferior 0,3 r.p.m $_{(removedor)}$) para éstas velocidades de rotación del removedor la rosca sin fin gira a 8 rpm.
Para $X_{2:}$ Altura de la biomasa en el silo
Los valores +1 (nivel superior 0,75m).

0 (nivel central 0,5 m).
-1 (nivel inferior 0,25 m).

Los datos fueron procesados utilizando el Software STATGRAPHICS STATISTICAL GRAPHICS SYSTEM.

En la tabla de análisis de varianza (ANOVA) se muestran los resultados de la prueba de significación de los coeficientes, así como la falta de ajuste del modelo para un 95 % de confianza.

Tabla 1. Análisis de varianza

Factores	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F_c	P-value
Velocidad de rotación del removedor del fondo del silo (X_1)	54,91	1	54,91	144,11	0,00
Altura de la biomasa en el silo (X_2)	0,33	1	0,33	0,88	0,37
Interacción entre la velocidad de rotación del removedor y la altura de la biomasa en el silo (X_1)(X_2)	5,72	1	5,72	15,03	0,003
Falta de ajuste	1,00	1	1,00	2,64	0,13
Error Puro	38,1	10	3,81		

R^2=0,926 R^2_{adj} = 0,9068

Valores de los coeficientes de regresión calculados según el software utilizado

$b_o = 6,14$

$b_1 = 2,13$

$b_2 = 0,16$

$b_1b_2 = - 0,69$

$$F = 6,14 + 2,13\ X_1 + 0,16\ X_2 – 0,69\ X_1\ X_2 \quad (1.1)$$

Como $R^2 \approx R^2_{adj}$ y la curvatura no es significativa el modelo obtenido ajusta los datos experimentales con un alto valor del coeficiente de determinación.

Eliminando los factores que no son significativos la ecuación (1.1) queda de la siguiente manera:

$$F = 6,14 + 2,13\ X_1 – 0,69\ X_1\ X_2 \quad (1.2)$$

CONCLUSIONES

Con la realización de los experimentos se llegaron a las siguientes conclusiones:

- Con el silo de paredes negativas no hubo formación de arcos que impidieran la alimentación de la rosca,
- Hubo una completa alimentación del material que estuvo dentro del silo garantizando que no se formaran regiones muertas,
- Fueron encontrados dos parámetros significativos para la respuesta estudiada: (X_1) velocidad de rotación del removedor y la interacción entre la altura de la biomasa y la velocidad de rotación del removedor (X_1) (X_2),
- Para obtener la mayor eficiencia en el flujo de descarga del sistema de alimentación se debe operar según el modelo obtenido con: la velocidad de rotación del removedor a 0,6 r.p.m y 0,25 m de altura de biomasa en el silo, o realizando la operación contraria, es decir, con la velocidad de rotación del removedor a 0,3 r.p.m y con la altura de la biomasa a 0,75 m.

REFERENCIAS

Bates, L. (1994),The storage, feed and collection of loose solids. *Powder handling & processing*, 6,

Calil, Jr. C. (1990), *Recomendações de Fluxo e de Cargas para Projetos de Silos Verticais*. São Carlos: EESC, USP,. Departamento de Estruturas.

Izumi, T., Itou, O., Kodera, K. (1996), *J Chem Technol Biotechnol* Vol. 67, pp. 89-95

Marinelli, J., Carson. J. W. (May, 1992), Solve solids flow Problems in Bins, Hoppers, and Feeders. *Chem. Eng. Progress*, pp. 22-28.

Neiva, A. C. De Barros. (1998), *Estudo de Alimentadores de Bagaço de Cana-de-Açúcar para Reatores Atmosféricos*, Faculdade de Engenharia Mecânica, UNICAMP, Tese (Mestrado).

Sanchez, C. G. (1994), *Estudo da Volatilização e da Gaseificação de Biomassa em Leito Fluidizado*, Faculdade de Engenharia Mecânica, UNICAMP; Tese (Doutorado).

SISTEMA DE MONITOREO Y OPERACIÓN PARA UNA PLANTA PILOTO DEL ICIDCA COMO EXPERIENCIA PARA LA AUTOMATIZACIÓN DE PLANTAS DE DERIVADOS.

Mesa Mena, Gilberto
Lorenzo Maiquez, Marlén
Stable Gutiérrez, Cristóbal
Barrios González, Orlando
Ramil Mesa, Marlén,
Cruz Sierra, Oraldo

E-mail: gmesa@icidca.edu.cu, marlen@icidca.edu.cu, stable@icidca.edu.cu, orlando@icidca.edu.cu,
E-mail: ramil@icidca.edu.cu, dia@icidca.edu.cu

ABSTRACT

This work refers to a project for the improvement of the conditions for the supervision and operation of the Organic Synthesis Pilot Plant, the situation of the instrumentation has been studied to optimise the use of the installed resources and to request the purchase of necessary equipment.

The previous Supervision System deficiencies is analysed and a supports and features description of the system by which has been substituted is made.

The results obtained of this work are these: at present, the updated information about the situation of each component in the Pilot Plant instrumentation is known; the instruments and accessories that should be acquired to operate the reactors properly and to have the essential information for the analysis of the processes have been identified; the previous MSDOS Supervision System (SCOPP) has been substituted by a much more versatile WINDOWS supported (SMAPP); the IBM-386 computer, used as supervision terminal for the process, has been changed by a Pentium-PRO; at least two automatic control loops are being established and the instruments and associate wiring are reorganised, to reduce the investment required to complete the instrumentation of the Plant.

The interfaces, programs and derived experiences of this work will be applicable in any pilot plant or in the sugar cane by-product industry.

INTRODUCCIÓN

La Planta Piloto de Síntesis Orgánica en el ICIDCA, es una instalación diseñada con propósitos fundamentalmente investigativos; para el escalado de los productos sintetizados en los laboratorios y realizar pequeñas producciones de compuestos orgánicos, que solucionan necesidades del Instituto y brindan servicios a otros centros. Para posibilitar la evaluación de diferentes tecnologías que pueden utilizarse en la producción, dispone de 9 reactores de disímiles características.

La Planta fue implementada según un proyecto que comprendía: instrumentación industrial intrínsecamente segura (adquirida en la antigua RDA), transmisión de señal por la norma de 4 a 20 mA (protegida con barreras de diodos zener) y un sistema de monitoreo computarizado del proceso. El Sistema de Monitoreo fue desarrollado en el propio ICIDCA, basado en el uso de una computadora del tipo IBM-386 con una interfaz de 40 entradas analógicas y un programa de adquisición de datos en tiempo real sobre MS-DOS.

Producto del desarrollo de las investigaciones en el Instituto y del nivel tecnológico actual en el mundo, han surgido nuevas necesidades respecto a la operación y adquisición de información sobre las reacciones que se realizan en la Planta Piloto. Además, después de transcurrido 10 años de explotación, esta instalación ha sufrido algún deterioro en el equipamiento tecnológico y la instrumentación instalada. Por estas razones y con la finalidad de adquirir experiencias aplicables en las plantas de derivados de la caña, se decidió modernizar el sistema de monitoreo de la planta, sustituir la instrumentación deteriorada, incorporar la medición de nuevas variables e implementar lazos de control automático en las variables fundamentales de los reactores.

MATERIALES Y MÉTODOS.

El trabajo se comenzó con el levantamiento de la información actualizada sobre la instrumentación industrial instalada en la Planta Piloto de Síntesis Orgánica. Posteriormente, en coordinación con los tecnólogos, se determinó la instrumentación adicional requerida para poder operar adecuadamente los reactores y disponer de la información esencial para el análisis de los procesos.

Se consideró la necesidad de sustituir el Sistema de Monitoreo de que disponía la Planta, debido a las limitaciones que presentaba: su diseño es para seis reactores y actualmente son nueve; no estaba preparado para realizar funciones de control; y estaba desarrollado sobre el Sistema Operativo MSDOS, no permitiendo por tanto la modernización de la computadora para aprovechar las posibilidades actuales de las mismas.

Para decidir el Sistema a utilizar en el monitoreo de la Planta se valoraron diferentes alternativas, decidiéndose la utilización del GRACIL como base para el desarrollo de la aplicación. GRACIL es un software, desarrollado por un grupo del ICINAZ, que brinda las herramientas para crear sistemas de adquisición de datos y control de procesos a nivel de laboratorios y plantas pilotos o industriales. Las aplicaciones desarrolladas con este software trabajan en tiempo real soportadas en ambiente Windows.

A partir del GRACIL, se ha desarrollado una aplicación como primera versión del Sistema de Monitoreo y Automatización para la Planta Piloto de Síntesis Orgánica (SMAPP). El intercambio de información con el proceso tecnológico lo realiza a través de las interfaces insertadas en una computadora del tipo Pentium-PRO, la cual constituye la terminal dedicada al monitoreo y control de la Planta.

Las características fundamentales de las interfaces utilizadas son las siguientes:

- Interfaz de Entradas Analógicas: Permite la adquisición de datos para 48 señales analógicas, en el rango de 0 a 5 Voltios. Utiliza tres multiplexores de 16 canales cada uno, que permiten el paso de las señales, de manera secuencial, hacia el convertidor análogo/digital. El convertidor posee una resolución de 8 bits y representa los datos digitalmente en valores de 0 a 255. Los resultados de las mediciones se obtienen de la lectura de los códigos después de cada muestreo. Esta interfaz presenta limitaciones

respecto al número de canales y la precisión de las mediciones requerida en la aplicación, pero se está elaborando los programas manipuladores que permitirán utilizar otra interfaz desarrollada en el ICIDCA que supera esta dificultad y pudiera utilizarse en aplicaciones futuras.

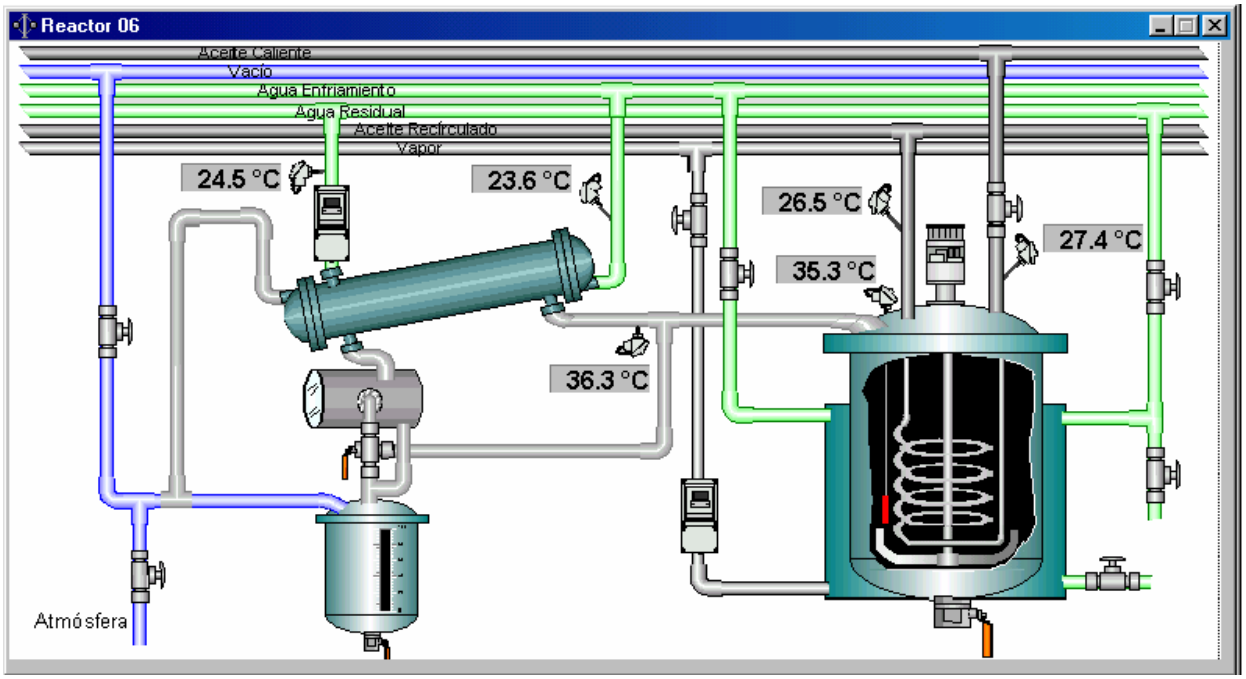
- Interfaz de Salidas Analógicas: Las señales de salida se establecen mediante la escritura de códigos digitales con rango de 51 a 255 en 16 localizaciones de memoria RAM incorporadas a la Interfaz. Los circuitos de la propia Interfaz se encargan de extraer, de forma secuencial, el contenido de las localizaciones de memoria y depositarlo en la entrada de un convertidor digital/analógico. Las señales analógicas obtenidas a la salida del convertidor se derivan convenientemente, mediante un demultiplexor, hacia 16 circuitos encargados de retener el correspondiente valor de voltaje y convertirlo en señal de corriente. De esta forma, la interfaz entrega 16 salidas analógicas con rango de 4 a 20 miliamperes.

- Acondicionador de Señales Analógicas: Es una tarjeta que dispone de dos conectores compatibles con los de las interfaces anteriores, de los cuales derivan 82 cables que se conectan convenientemente a los diferentes puntos de las regletas asociadas a la instrumentación del campo. Además, en este acondicionador están montadas las 48 resistencias encargadas de realizar la conversión de las señales de corriente, procedentes de la instrumentación del campo, en señales de voltaje, con el propósito de adecuar las entradas analógicas a los requerimientos de la Interfaz utilizada.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El SMAPP dispone de diferentes formas para mostrar la información, que se utilizan a conveniencia durante la corrida de las reacciones o en cualquier momento posterior: pantallas mímicas, fichero reporte, registro de información, reporte de eventos e impresión.

Las pantallas mímicas son nueve, que representan por separado cada reactor de la Planta Piloto de Síntesis Orgánica. Los esquemas se han diseñado con la mayor semejanza posible a la realidad, de manera que el mímico de cada reactor pueda identificarse fácilmente. Las tuberías se han representado con el código de colores existente en la planta, para identificar los diferentes fluidos que circulan por ellas. En estas pantallas pueden observarse todas las variables que se miden, con su valor indicado aproximadamente en los puntos donde se toma la medición en el equipo real. Las mediciones aparecen sobre un fondo cuyo color ofrece información sobre el estado de la variable; mientras la variable está dentro de los rangos permitidos su color es gris, pero cuando se produce un evento (alarma por mínimo o por máximo) cambia a color rojo. Este tipo de pantalla es muy recomendable para la vigilancia prolongada del proceso que se está realizando, pues representa toda la información básica que el operador necesita para, con una simple inspección, detectar cualquier variable que se vaya de parámetros y el lugar al que pertenece. El esquema que a continuación se muestra es un ejemplo de estas pantallas.



El fichero reporte es una tabla compuesta por las variables seleccionadas y que se registrarán durante el intervalo de tiempo establecido. La primera columna de la tabla corresponde a la hora y en las columnas siguientes se sitúan las variables seleccionadas. En las filas se ordenan los valores de las mediciones de cada variable, correspondiente a cada instante de tiempo. Este fichero tiene formato texto y puede leerse desde la mayoría de los software de bases de datos y hojas de cálculo. Los ficheros reporte guardan la información fundamental del desarrollo de las corridas, permitiendo analizar posteriormente el comportamiento de las reacciones y realizar cualquier procesamiento estadístico; de esta forma facilitan el trabajo investigativo.

El registro de información se realiza en forma de gráficos que aparecen en registradores virtuales (semejantes a los reales). Se pueden registrar hasta cuatro señales simultáneamente en función del tiempo, que pueden ser de un mismo reactor o de diferentes reactores según convenga y pueden sustituirse en cualquier momento. Estos registradores tienen gran flexibilidad en sus funciones, permitiendo comprimir o expandir el gráfico, desplazarlo en el tiempo, etc. El sistema dispone de dos opciones; gráficos recientes, para representar el comportamiento de las variables en línea y gráficos históricos, para representar el comportamiento de las variables a partir de los datos que se habían almacenado con anterioridad en un fichero de reporte. Los registros son de gran utilidad para los tecnólogos e investigadores porque les permite analizar el comportamiento de las variables durante la corrida, establecer comparaciones entre variables o con la misma variable en corridas anteriores y de esta forma predecir el comportamiento futuro para tomar acciones anticipadas sobre el proceso.

El reporte de eventos, es una tabla que relaciona las variables que en las últimas horas han excedido los valores normales de trabajo establecidos. En la tabla se describe el nombre de la variable, la hora de la incidencia, el valor en ese instante, tipo de evento, si se ha atendido y el nombre del usuario. Los eventos pueden ser: alarmas (límite mínimo,

máximo, cambio de velocidad y validación por instrumento), cambios en los ajustes de las variables de control, accesos de usuarios al sistema, etc.

La opción de impresión permite realizar una copia en papel del gráfico con las variables seleccionadas y en el intervalo de tiempo mostrado, también puede imprimirse los reportes de eventos y tablas con fracciones seleccionadas de los datos obtenidos.

Otras características que presenta el SMAPP son las facilidades que brinda para variar la configuración de las variables y las posibilidades de establecer niveles de acceso protegidos por diferentes claves. Con las claves se puede diferenciar el alcance permitido en la utilización del sistema: el operador, solamente podrá visualizar las pantallas mímicas, los registros recientes, actuar sobre las variables controladas y reconocer la ocurrencia de eventos; el tecnólogo, tendrá las posibilidades con que cuenta el operador y adicionalmente podrá visualizar los registros históricos, variar algunos de los parámetros de las variables de entrada y los ajustes de los reguladores, deshabilitar el botón INICIO de WINDOWS y salir del SMAPP; el configurador tendrá total acceso al sistema.

Al nuevo sistema de monitoreo se ha conectado en la actualidad 32 variables analógicas para la medición en los diferentes reactores de la planta, estando prevista la incorporación de otras 10 variables cuando se disponga de los instrumentos requeridos. En el transcurso del año, se implementará la función de control digital directo, mediante el SMAPP, para al menos dos de las variables.

Con este trabajo se resolverá inicialmente la necesidad de modernización de la Planta Piloto de Síntesis Orgánica. No obstante, las interfaces, programas y experiencias derivadas del mismo serán aplicables en cualquier planta piloto o en la industria de derivados de la caña.

CONCLUSIONES

El desarrollo tecnológico mundial ha dado la posibilidad de utilizar nuevas herramientas que facilitan la labor investigativa, pero también ha llevado a incrementar las exigencias de calidad en los resultados científicos que se presentan. Por esta razón y por el deterioro sufrido por la instrumentación de la Planta Piloto de Síntesis Orgánica, se decidió la realización de la revitalización de su sistema de monitoreo y operación.

De este trabajo se han obtenido algunos resultados y otros se culminarán en el transcurso del año:

1. 1. Se cuenta ahora con la información actualizada sobre la situación en que se encuentra cada componente de la instrumentación de la Planta.
2. 2. Se han identificado los instrumentos y accesorios que deben adquirirse para operar adecuadamente los reactores y disponer de la información esencial para el análisis de los procesos.
3. 3. Se efectúa un reordenamiento de los instrumentos y el cableado asociado, para reducir el monto de la inversión requerida para completar la instrumentación de la Planta.
4. 4. Se ha sustituido el Sistema de Monitoreo sobre MSDOS que se utilizaba (SCOPP), por otro mucho más versátil (SMAPP) soportado en ambiente WINDOWS.
5. 5. Se ha podido sustituir la computadora tipo IBM-386, utilizada como terminal para el monitoreo del proceso por otra del tipo Pentium-PRO, quedando abierta la posibilidad de mejorarla.

6. 6. Se trabaja en el establecimiento de al menos dos lazos de control automático, utilizando el SMAPP.
7. 7. Con la aplicación que se realiza en la Planta Piloto de Síntesis Orgánica, se han logrado medios técnicos y experiencias que posibilitarán la solución de problemas de automatización en las plantas de derivados.

SITUACIÓN ACTUAL Y PERSPECTIVAS DE LA PRODUCCIÓN DE GLUCOSA,SORBITOL Y SIROPES RICO EN FRUCTOSA EN CUBA

Fariñas Bermúdez, Alberto
Monduí González, Rubén

Instituto Cubano de Investigaciones Azucareras
E-mail: director@icinaz.minaz.cu

INTRODUCCIÓN

La glucosa es un monosacárido que puede obtenerse a partir de la sacarosa o del almidón. Se utiliza en la industria farmacéutica cuando es de alta calidad, tiene diversos usos en otras industrias cuando no cumple los requisitos de la Farmacopea**.**

El sorbitol se obtiene mediante la reducción catalítica de la glucosa empleando hidrógeno molecular, a altas presiones y temperaturas. Este producto se utiliza en la industria farmacéutica y en la fabricación de dentríficos.

El Sirope Rico en Fructosa es un edulcorante algo mas dulce que la sacarosa, se puede obtener a partir de la sacarosa. se emplea en la fabricación de refrescos, cenizas y dulces.

Antecedentes y situación actual

En Cuba se encuentra instalada una planta de Sorbitol con una capacidad de producción de 10 000 t anuales del producto al 70 % de materia seca, está vinculada al central refinería Ignacio Agramonte. Esta planta para producir a plena capacidad requiere de 7 000 t de glucosa.

En la década del 80 se elaboró un plan inversionista que contemplaba además de la planta de sorbitol, 7 plantas de glucosa a partir de azúcar refino, según tecnología desarrollada por el ICINAZ y una planta de vitamina C la cual consumiría parte de este sorbitol.

Este proceso consiste en invertir el azúcar con ácido fosfórico y cristalizar la glucosa, la cual es separada en filtros prensas, aquí se obtiene también el Sirope Rico en Fructosa (SRF). La glucosa se disuelve y recristaliza en los cristalizadores destinados a este fin, posteriormente se centrifuga en centrifuga automática y se envasa.

De las plantas de glucosa previstas se montó primeramente la anexa al CAI Chiquitico Fabregat a un costo de unos 1,4 MP. Para esta planta se adquirió y construyó todo el equipamiento necesario. Esta planta se puso en marcha en el año 1990 y estaba prevista para producir más de 1 000 t de glucosa y unas 6 000 t de SRF/año.
En la práctica la producción ha estado muy por debajo de lo pronosticado, alcanzándose valores inferiores a las 500 t en los diferentes años.

Un año después (1991) comenzó a producir la planta anexa al CAI refinería Argentina. Esta planta nunca llegó a completarse, con lo que tenía instalado cuando entonces podía producir 500 t de glucosa y unas 3 000 t de SRF/año. Logró su mayor producción en 1994 con 204 t. En 1995 al comenzar nuevamente el ingenio a hacer tres

masas cocidas, la planta perdió en capacidad y actualmente su producción media no puede ser superior a 150 t de glucosa y 960 t de S.R.F./año.

Causas que han incidido en las bajas producciones

- Han existido dificultades con las disponibilidades de azúcar
- Dificultades con la extracción del SRF en Chiquitico Fabregat
- Han existido demoras en la asignación de combustible y se han producido “baches” en el tiempo inactivo de zafra
- Se han cometido imprecisiones en la disciplina tecnológica
- Han ocurrido roturas en cristalizadores que han disminuido parcialmente la capacidad de la planta
- Los rendimientos de las masas de segunda cristalización han estado por debajo de lo previsto

Factores que inciden en la calidad de los productos.

El cambio en la tecnología de producción de azúcar refino (no se hace el segundo tratamiento) ha aumentando el color del azúcar, incidiendo esto en la calidad de la glucosa y del S.R.F. y en el tiempo de inversión .

- Los tanques y cristalizadores de las dos plantas de glucosa están con falta de pintura.

- Se han cometido algunas violaciones de la disciplina tecnológica.

Usos de los productos

La glucosa se emplea en su totalidad en la fabricación de Sorbitol. El sorbitol cumple con todos los requisitos de calidad para este tipo de producto.

El SRF de las dos plantas se utiliza en la fabricación de refrescos, dulces y cervezas.

Glucosa a partir de maíz

Ha sido necesario producir algunas cantidades significativas de glucosa a partir de maíz en la planta instalada en Cienfuegos para producir sorbitol y así satisfacer la demanda nacional de este último producto. Esta glucosa se produce en forma líquida a 60 brix y aunque tiene algunas impurezas de dextrinas y otros carbohidratos no afectan la calidad del sorbitol.

Esta planta está prácticamente completa y puede producir una cantidad considerable de glucosa, suficiente para abastecer al sorbitol aunque no es una solución definitiva debido a las fluctuaciones del precio del maíz en el mercado.

Producción de glucosa por separación cromatográfica

Existen ofertas para obtener glucosa y SRF mediante este moderno procedimiento, a partir de azúcar refino, mediante la inversión enzimática y la separación cromatográfica de los monosacáridos.

Una comparación entre los dos procesos tecnológicos se muestra a continuación.

-

	Procedimiento empleado	
	Por cristalización	Separación cromatográfica
Número de plantas requeridas	7	1
Consumo de azúcar (t/año)	42 000	16 000
Glucosa (t/año)	7 000	7 000
Pureza (%)	93 - 95	98
Fructosa (%)	5 - 7	2
Color (ICUMSA)	120-150	< 30
Insolubles (%)	0.05 - 0.25	0
Ceniza (%)	0.03 - 0.06	< 0.002
Fructosa (t/año)	45 000	12 000
Pureza (%)	55 - 57	86.7
Glucosa (%)	43 - 45	13.3
Brix	73 - 75	77
Color (ICUMSA)	> 400	< 20
Rdto glucosa/Az (%)	16.6	45.3

Si se contara con una planta de estas características lo mas apropiado sería instalarla en la misma planta de sorbitol, para no incurrir en gastos de transportación de la glucosa.

Otras ventajas de esta planta con respecto a la variante por cristalización son:

- Estaría ubicada donde se encuentra la planta de sorbitol y ahí mismo se produce toda la glucosa requerida para el proceso.
- La existencia del material en proceso es mínimo.
- No es necesario almacenar glucosa ya que ésta se produce o no, según lo demande la planta de sorbitol.
- Toda la problemática que se le presente al sistema glucosa.-fructosa-sorbitol estaría en el mismo lugar.
- La transportación solo sería necesaria para el SRF.
- Con la glucosa aquí obtenida se obtendría un sorbitol con la calidad requerida para fabricar vitamina C.

CONCLUSIONES

- Las plantas de glucosa instaladas han tenido una baja producción desde que se pusieron en marcha. Se ha observado una recuperación en la de Chiquitico Fabregat mientras que la de Argentina produce según sus posibilidades.
- Producir toda la glucosa posible en la planta de Cienfuegos cuando existan ofertas de maíz que haga económicamente factible el proceso.
- Invertir en una planta de separación cromatográfica cuando exista un financiamiento que permita ejecutar la obra.

- Es necesario potencial las plantas actualmente instaladas para continuar aumentando la producción y mejorar la calidad de los productos.

TECNOLOGÍA DE LECHO FLUIDIZADO PARA PIROLISIS RÁPIDA DE BIOMASA VEGETAL

Mesa P. J. M [a]
Olivares G. E [b]
Rocha J.D[b]
Cortez .B.L.A[a,b]
Brossard L. E. P[C];
Seyes O[e,b]
González L.E.B[e,b]

[a] Faculdade de Engenharia Agrícola -FEAGRI/UNICAMP, Cidade Universitária "Zeferino Vaz", Barão Geraldo, CP 6011, 13084-971, Campinas SP, Brazil, Fax: 55(19)3788-1010,
[b] Núcleo Interdisciplinar de Planejamento Energético, NIPE/UNICAMP, Campinas, SP, Brasil
[c] Faculdad de Ingeneria Química - FIQ/Universidad de Oriente; Cuba
[d] FEQ/UNICAMP; [d]Faculdade de Engenharia Mecânica - FEM/UNICAMP
cortez@agr.unicamp.br; jmesa@ct.unicamp.br; brossard@fiq.uo.edu.cu

ABSTRACT

It is presented a detailed analysis of the fluidized bed technology developed at Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP – in Brazil. It is a Brazil-Cuba joint-research that aims to optimize the quality and yields of the bio-oil and charcoal from sugar cane bagasse and elephant grass fast pyrolysis process. It is discussed the strategies employed to achive the technology optimization and its scale up indicating the main barriers during the reactor running.

A 100 – 250 kg/h dry biomass capacity demonstration plant was built and it is producing charcoal for the iron ore processing. The bio-oil will be recovered through a multi-venturi system which is being assembled.

INTRODUCIÓN

A partir de la década del 70 muchos programas de investigaciones fueron implementados con el objetivo de desarrollar tecnologías alternativas de conversión termoquímica de la biomasa vegetal, fundamentalmente la gasificación y la pirólisis. En este sentido muchos trabajos se han desarrollados en busca de correlaciones que permitan describir los procesos de conversión termoquímica de la biomasa vegetal en reactores de lecho fluidizado.

La obtención de gas combustible y de síntesis a partir de la tecnología de gasificación y obtención de carbón vegetal, combustibles líquidos (bioóleo) y graciosos a partir del proceso de pirolisis, usando biomasa vegetal como insumo inicial, recibe en la actualidad una atención especial por parte de instituciones de investigaciones y

gubernamentales, universidades y empresas vinculadas a la producción y comercialización de energía eléctrica. El futuro de estas tecnologías a partir de biomasa vegetal es promisoria. Sin embargo los estudios desarrollados en laboratórios y plantas piloto para la obtencion de modelos matemáticos casi siempre describen el comportamiento de los parámetros de operación como la temperatura, velocidad de calentamiento, etcétera, sin vincularlos con los parámetros de calidad de los subproductos de la pirólisis.

MATERIALES Y MÉTODOS

La planta piloto esta compuesta de un reactor de lecho fluidizado, un sistema de separación de los finos de carbón, sistema para la condensación de bio-óleo y una chimenea para la quema de los gases. El reactor es cilíndrico y esta construido de chapas de acero al carbono de 3 mm de espesor, el diámetro exterior es de 584 mm y esta revertido internamente con 184mm de aislante refractario hasta la altura del free-board (200 mm).
El sistema está dividido en diferentes zonas ínter ligadas por flanges que facilitan la manutención. Una vista de la planta se representa en la siguientes figuras.

rtadora Fig. 3.Vista lateral de la planta

Monitoriamiento de los datos experimentales

Un sistema de adquisición de datos unido a un computador es usado para leer la temperatura en diferentes puntos del reactor en el tiempo. Muestras de carbón se retiran a través de un sistema que permite esta operación durante el funcionamiento continuo de la planta. La composición de los gases se cuantifican de forma continua mediante analizadores de monóxido y dióxido de carbono, los cuales presentan además un sistema de limpieza de gases.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

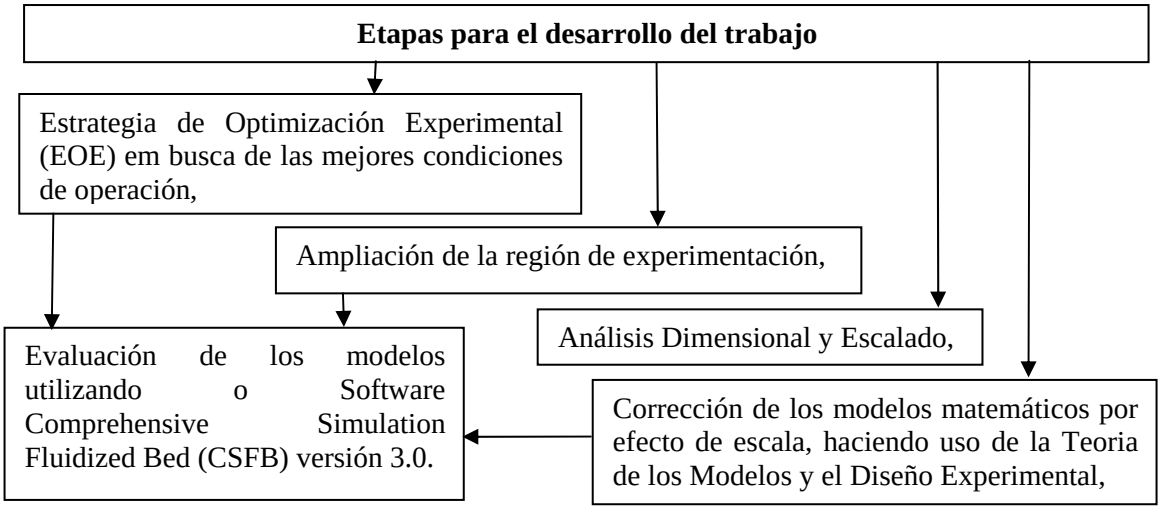


Fig. 4. Etapas para el desarrollo del trabajo

Variables que influencian en la operación del reactor

Un análisis de las posibles variables de posible influencia en la operación del reactor de lecho fluidizado posibilita diferenciarlas entre variables dependientes e independientes. **Brossard, et al (2001)**

Variables dependientes (se dividen en variables de proceso y de calidad)

Proceso:

1. 1. Temperatura de los gases productos en la altura del reactor,
2. 2. Tiempo de residencia de las partículas en el reactor,
3. 3. Composición de los gases a la salida del reactor.

Calidad:

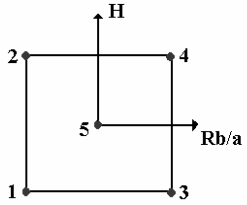
1. 1. Rendimiento de carbón y bio-óleo,
2. 2. Calidad de los subproductos de la pirólisis (carbón y bio-óleo),

Variables independientes (se dividen en cuatro grupos fundamentales)

Grupo 1. Biomasa	**Grupo 2:Inerte**	**Grupo3:Altura estática del lecho de inerte.**	**Grupo 4: Flujos másicos entrando.**
. 1.Diámetro promédio del conglomerado de partículas, . 2.Densidad aparente, . 3.Humedad	1. 1. Diámetro promédio del conglomerado de partículas, 2. 2. Densidad aparente de lecho, 3. 3. Tipo de inerte	Esta variáble define la zona en la cual la biomasa será alimentada. La alimentación en la fase densa puede provocar travamiento	. 1.Flujo másico de biomasa, . 2.Flujo másico de aire, . 3.Temperatura del aire a la entrada.

. 4.Tipo de biomasa		de material en la rosca.	

Cuando se trabaja con un tipo específico de biomasa y material inerte, las varábles de los grupos 1 y 2 permanecen constantes. La temperatura de entrada del aire solo tendrá cambios significativos cuando es precalentado. Luego, las variábles de los grupos 3 y 4 pueden agruparse de la siguiente forma para cada tipo de biomasa.

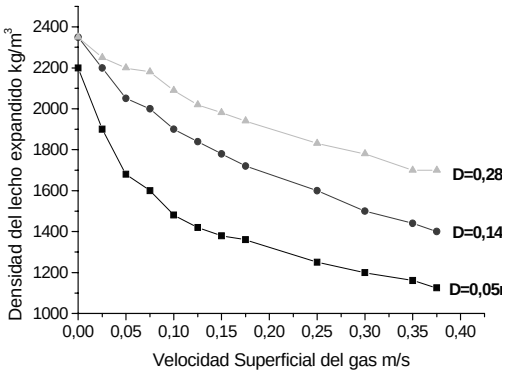
Variables independientes	Zona de experimentación
1.Relación másica biomasa/aire (**Rb/a**) 2.Altura estática del lecho de material inerte (**H**)	

Definición de los niveles de las variables independientes

Los niveles deben ser fijados de forma tal que la relación estequiométrica biomasa/aire genere temperaturas adecuadas para el proceso de pirolisis rápida y de fluidización. La situación anterior se complica cuando el agente fluidizador es aire, necesitándose inerte con características tales que evite segregación y altas temperaturas.

Necesidad de Escalar.

El comportamiento hidrodinámico de los reactores de lecho fluidizado, varia con el diámetro del reactor (D). En la siguiente figura se muestra dicho efecto así como los principales números adimensionales que gobiernan la hidrodinámica (Ar Arquímedes; Fr Frouder; Re Reynold, factores geométricos). **Wen-Ching (1999)**

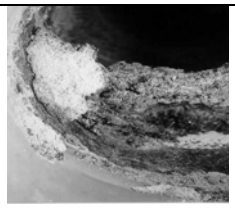


$$\frac{\rho_f \rho_s d_p^3}{\mu^2}, \frac{\rho_s}{\rho_f}, \frac{\upsilon_0^2}{gL}, \frac{\rho_f \upsilon_0 D}{\mu}, \frac{\rho_s \upsilon_0 d_p}{\mu}, \frac{L}{D}, GR, \varphi, I$$

$$Ar = \frac{F_g}{F_\mu} \qquad Fr = \frac{F_i}{F_g} \qquad \mathrm{Re} = \frac{F_i}{F_\mu}$$

Fig. 5. Influencia del diámetro del reactor en la hidrodinámica del lecho.

Algunas dificultades encontradas durante el funcionamiento del reactor.

Dificultades	Posibles causas	Fotografía	Soluciones
Trabamiento de la rosca	Diferencias muy grandes entre las densidades del material inerte y la biomasa alimentada.		Alimentación de la biomasa encima de la fase densa del lecho. Basta fluidización
Reflujo de gases	Distribución heterogenia de la temperatura dentro del reactor Camino preferenciales (sistema rosca – silo)		Ajuste de las condiciones de operación Sistema de cierre en el silo Presurización de la rosca
Sinterización	Altas temperaturas (>850) Altos contenido de cenizas en la biomasa		Disminución de la temperatura de partida. Ajuste de las condiciones de operación.

CONCLUSIONES

La unidad piloto trabaja de forma estable durante pirólisis rápida y régimen de fluidización burbujiante. La efectividad de la EOE está determinada por los niveles de los factores, definiendo la operación del reactor y la calidad de los productos de la pirólisis. El escalado

es una necesidad por las grandes distorsiones que ocurren. El uso de programas de modelación como el CSFB minimiza el tiempo de experimentación aumentando efectividad. La combinación de métodos estadístico, teoría de los modelos y modelación matemática son herramientas indispensables para garantizar operación estable del reactor y productos de calidad comercial.

REFERENCIAS

Brossard, L., Cortez, L., Mesa, J.,Bezzon, G.,Gomez, E. (2001), The Strategy of empirical research and optimization process. *Pesquisa Operacional*, Brazil, Vol. .21(1), pp. 91-107

Wen-Ching,Y. (1999), Fluidization solids handling and processing. Westwood, New. York, pp. 1-

TECNOLOGÍA DE PRODUCCIÓN DE LEVADURA UTILIZANDO LAS VINAZAS DE DESTILERÍA

Saura, Gustavo*
Valdés, Irma
Martínez, Julio A.*
Estévez, Roberto **
Otero, Miguel A. *

*Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA)
**Dirección de Producción, MINAZ

ABSTRACT

A technology for the production of fodder's yeast using as carbon and energy source distillery slops mixed with sugar cane molasses. Slops were characterized for these purposes after distillery operation conditions were adjusted to guarantee a stable substrate. A microorganism screening was carried out from the ICIDCA collection and an appropriate culture medium designed for yeast cell propagation. Medium contained 85% of fermentable organic matter from vinasses and 15% supplied through sugar cane molasses, in both cases expressed as Chemical Oxygen Demand (COD). Operation condictions (dilution rate, pH, temperature etc) were studied at bench scale and corroborated at industrial scale. An exhaustive study of exisstent installations were carried out and proper technological modifications proposed. The porcess was implemented in two industrial installations in sugar mills' factories Antonio Guiteras and Antonio Sánchez, with a production well above to 3000 t. As a result of such studies, molasses index was reduced in both plants from 4.5 t/t yeast to 1.1 t/t.

INTRODUCCIÓN

La búsqueda de alternativas productivas económicamente viables para la agroindustria azucarera, constituye una actividad de vital importancia para el sector. La industria de los derivados ha constituido desde sus inicios un multiplicador de valores de este sector, lo que ha conllevado al análisis de vinculación entre estos y el sector industrial azucarero clásico (ingenio). Existen en el mundo varios casos de vinculación del ingenio con los derivados, casos *típicos: azúcar – alimento animal; azúcar – alcohol; azúcar – levadura torula; azúcar – alcohol - alimento animal; azúcar – tableros de bagazo; azúcar – alcohol – levadura torula, azúcar – alcohol – levadura torula- alimento animal,* por solo citar los mas significativas desde el punto de vista industrial. La aplicación de uno u otro esquema ha estado limitado siempre por aspectos de índole económicos, por lo que la búsqueda de esquemas productivos cada vez mas eficientes ha significando un reto para el sector, entre los casos mas discutidos se encuentra la producción de *levadura torula* ,dado

sus altos costos de producción, generados fundamentalmente por los portador es energéticos y las materias primas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Microbiología de Proceso

Se desarrolló un estudio de selección de cepas en el que quedó demostrado que la cepa *C. utilis* NRRL Y-660 mostró el mejor comportamiento en los medios vinazas-miel. El sistema de inoculación de las diferentes etapas del proceso, se lleva a cabo según el sistema establecido en las fábricas.
Estudios llevados a cabo en las mieles de proceso rindieron contaminaciones importantes de bacterias y levaduras en las mismas. La Tabla 1 ofrece los resultados de las contaminaciones.

Diseño de los parámetros de propagación a nivel de banco

La eficiencia del uso medio del cultivo en la propagación de la levadura dependerá de las características de las vinazas, el aporte de las mieles finales como fuente de probióticos y parámetros físico químicos como la temperatura, pH y tasa de oxigenación, por solo citar los más importantes. La figura 1 muestra la influencia de la temperatura sobre la viabilidad del cultivo en mezclas vinazas-miel (85:15) en función del tiempo de fermentación

Los valores de concentración expuestos son solo posibles si el cultivo se conduce a temperaturas inferiores a 40°C. Un incremento de la temperatura por encima de este valor conduce indefectiblemente a un deterioro sostenido del cultivo y la consecuente reducción de la capacidad de producción. La figura 1 muestra la influencia de T contra la MSV en el fermentador. El ajuste de una recta rinde un coeficiente de correlación excelente superior a 0.99. Entre 35 y 45°C la concentración celular desciende más del 50%. Es evidente que a T=35°C pueden mantenerse en el cultivo concentraciones en el entorno de 8 g/L, la que se reduce a menos de 6 g/L cuando la T se incrementa 5°C. Desde el punto de vista teórico este comportamiento puede explicarse a través de la expresión de Arrhenius para la tasa máxima de crecimiento (μ max).

$$\mu_{max} = k\, e^{-Ea/RT}$$

En la medida que la T aumenta, desde valores de temperatura subóptimos, la μ aumenta de acuerdo con la expresión anterior. Sin embargo, una vez rebasada la temperatura óptima de crecimiento, la tasa de muerte térmica (α) compite con la tasa de crecimiento hasta igualarla e incluso superarla en función de la T. La expresión de ésta es idéntica a la deducida para μ max.

$$\alpha = k\, e^{-Ea/RT}$$

La figura 2 expone el efecto de la temperatura sobre la concentración celular en el fermentador de 2.5L. Por su parte la figura 3 muestra la influencia de este parámetro sobre la calidad de la levadura.

Validación de la tecnología

A partir de los resultados obtenidos en las etapas anteriores, se comenzó la producción estable de levadura desde el IV trimestre del año 1999. Dadas las condiciones actuales de la instalación, no se puede aspirar a valores superiores a los 6 g/L de concentración en los fermentados y de 38% de proteína en levadura ni el mantenimiento del cultivo por períodos de tiempo prolongados al operarse a temperaturas iguales o superiores a 40°C.

La figura 4 muestra el comportamiento de los índices de calidad de la levadura obtenidos hasta la fecha. Se observa que los niveles de nitrógeno no rebasan el 7%, insuficiente para un producto de calidad. La figura 5 muestra los niveles de asimilación de nitrógeno y fósforo a nivel de industria. En los mismos se evidencia que al incrementar la temperatura a valores entre 35 y 40°C se manifiesta un incremento inicial de los niveles de nitrógeno y fósforo, los que alcanzan un máximo a valores en el entorno de 37-38°C. Una vez alcanzados los 40°C, se manifiesta un deterioro evidente descendiendo este valor a los niveles obtenidos hasta la fecha en la planta. Todo lo anterior ha conducido a un decremento de la eficiencia de utilización de nitrógeno y fósforo en la fermentación, como se observa en la figura 5, que a su vez afecta los resultados productivos e incrementa los índices de consumo.

REFERENCIAS

Almazán, O. (1968) Utilización de los mostos residuales para la producción de levadura de forraje (torula) *Sobre los deriv.* **2** (2):17

Almazán, O.; Gregr, V. (1967) Significado de la investigación para el desarrollo de la industria de fermentación en Cuba *Cuba-Azúcar* 18, abril-marzo

Sillinger, V.; Almazán, O. (1970) Producción de biomasa a partir de las mezclas mostos-miel. *Memorias de la 39 Conferencia de la ATAC*, pp. 422

Otero, M.A.; Klibansky, M.M.; García, A.; Estévez, R.E. (1982) *Sobre los deriv* 16 (1)

Saura, G.; Martínez, J.A. Valdés, I. (2000) Vi Congreso Internacional sobre Azúcar y Derivados de la Caña, La Habana, junio 13-16

Estévez, R.E.; Martínez, J.A.; Valdés, I.F.; Carreras, W. (1999) Manual de Operaciones de las Plantas de Levadura de Vinazas.

Colectivo Autores ICIDCA. Levadura a partir de otros sustratos En: *Manual de los Derivados de la Caña de Azúcar* (1ra edición Español, 1988; 1ra edición Inglés 1988; 2da edición Español-revisada y ampliada, 1990; 2da edición Portugués-revisada, 1999; 3ra edición Español-revisada y ampliada, 2000)

Tabla 1. Análisis comparativo de las contaminaciones presentes en la miel final alimentada a la planta de levadura.

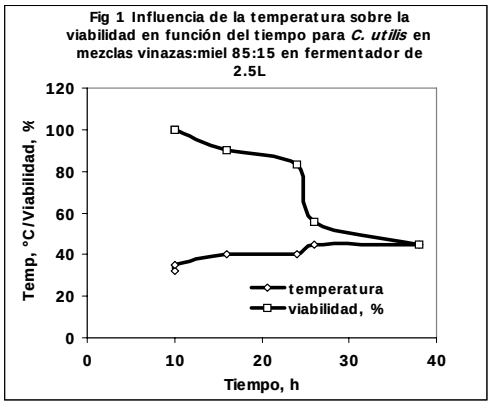
Tipo de microorganismo	Miel Física (Torula)	Miel Física (Destilería)	Miel Proceso (Torula)
Bacterias	**1.32×10^5**	**1.4×10^3**	**2.6×10^6**

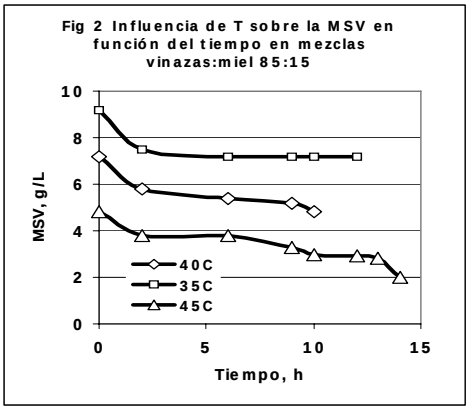
Levaduras	**3.7×10^3**	**55**	**$> 1.5 \times 10^5$**

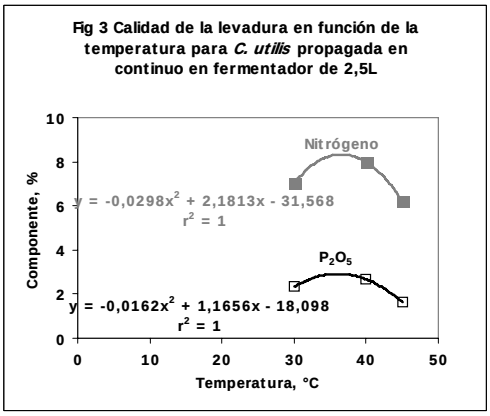
Nota: Todos los resultados en **UFC/g**

Tabla 2 Influencia de la tasa de dilución y la concentración celular sobre la producción de levadura

Tasa de dilución, h^{-1}	Kg de lev/h	Kcal/h x 10^6	Producción, t/día
	X= 10 g/L ; V = 100 m^3		
0.33	330	1.254	7.920
0.30	300	1.140	7.200
0.27	270	1.060	6.480
0.25	250	0.950	6.000
	X= 8 g/L ; V = 100 m^3		
0.33	264	1.000	6.336
0.30	240	0.912	5.760
0.27	216	0.820	5.184
0.25	200	0.760	4.800







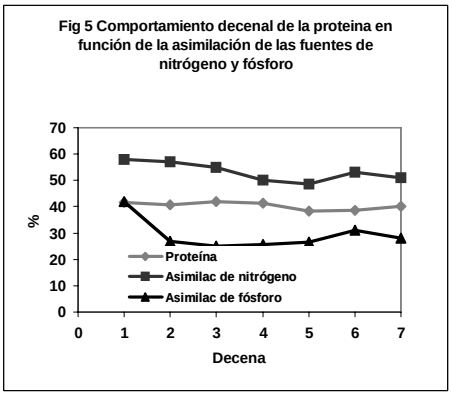
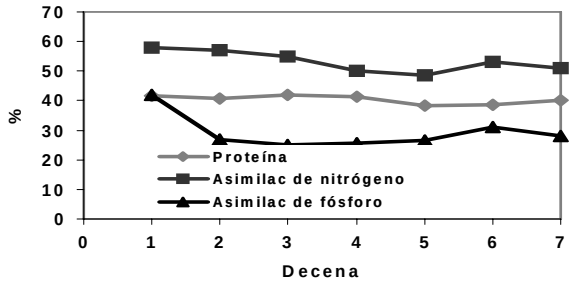


Fig 5 Comportamiento decenal de la proteina en función de la asimilación de las fuentes de nitrógeno y fósforo



TECNOLOGIA DE PRODUCCION DE UN FORMULADO PARA EL CONTROL DE LA MOSCA BLANCA

Álvarez, Rosa .Ma. *
San Juan , Ana. N *
Gómez, Eulalia *
Zayas, M. A **
Hernández, Yoel.
Lemes, Teresa *
Reyes, I, *
Croche, G. **

*Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar. (ICIDCA-CUBA-10).Vía Blanca 804 y Carretera Central. P.O. Box 4026, Ciudad de La Habana, Cuba.
E-mail: cuba10@quivican.esihabana.cu
** Instituto Nacional de Investigaciones Fundamentales de Agricultura Tropical.

ABSTRACT

Verticillium lecanii is an entomopathogenic fungus that has the potencial of being an effective biocontrol agent of whiteflies (*Bemisia tabaci*). By using biological control alternatives, whiteflies can be controlled without the environmental and public safety hazards presented by chemical control agents. In the present paper the development of a method for semi-industrial scale producction of this fungus is presented. A simple medium composed by sugar cane molasses and di-ammonium phosphate was employed. The fermentation was carried out in submerged culture and discontinuos fed batch method with two additions of sugar cane molasses was employed. The scaled up of the process from 10 L fermentors to 500 L using the relation P/V (Power/Volumen) and Na (aeration number) constant.was done and the procedure was succesful, obtaining for the highest scale a variable agitation of 170 rpm and 220 rpm after the second addition of molasses with 0.415 vvm. Under these conditions the results were obtained: biomass 21.45 g/L , yield of spores 2.53 x 10^{11} CFU/g and a productivity of 0.447 $gL^{-1}h^{-1}$, where 96% of spores produced were conidia. The biomass recovery was done by centrifugation with an efficiency of 97%.and dried in spray dryer, using a cream of 180g/L and temperatures operation of 120 - 70ºC. The powder contained 2 – 6 x 10^{9} spores/g of product with 8 – 10% humidity. The product was formulated with zeolite 1:1; obtaining a powder stable for 6 months at temperatures between 6 – 8ºC. Its evaluation against whiteflies under controlled conditions showed an efectivity of 65%.

INTRODUCCIÓN

La mosca blanca (Bemisia tabaci) causa anualmente innumerables daños económicos en países tropicales y sub-tropicales en los cultivos de viandas, hortalizas y flores ornamentales (Gerling 1990). La integración de diversas tácticas de control puede ser

eficaz para la reducción de la infestación de la plaga y del impacto económico a niveles aceptables. Dentro de las alternativas evaluadas, el control biológico constituye una de las principales opciones para el control de esta plaga en sustitución de los plaguicidas químicos, que deterioran el medio ambiente y la salud humana. *(*Alves 1998; Ramos y otros. 2000), siendo el hongo entomopatógeno *Verticillium lecanii* reportado como uno de los eficientes controladores de la misma. (Cloyd 1999).

El objetivo del presente trabajo fue el desarrollo de una tecnología para la producción del hongo *V. lecanii* en cultivo sumergido, para obtener un producto seco y estable, efectivo para el control de la mosca blanca.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizó una cepa del hongo *Verticillium lecanii*, suministrada por la micoteca del Instituto Nacional de Investigaciones Fundamentales de Agricultura Tropical (INIFAT). Para el desarrollo del trabajo experimental se utilizaron fermentadores de 10 y 500L Se empleó un medio de cultivo compuesto por: miel final de caña clarificada 15 g/L de azúcares reductores totales (ART) y fosfato dibásico de amonio industrial 18 g/L. Se utilizó el sistema batch incrementado, con 2 adiciones de miel durante la etapa logarítmica de crecimiento a una concentración de 15g/L de ART, siendo los parámetros de operación para el fermentador de 10L: Temperatura 28± 2^0C, flujo de aire 1 vvm, agitación variable, comenzando con 300 rev/min y 400 rev/min después del segundo incremento, densidad de inóculo del 10% y pH por encima de 5.0, según los resultados obtenidos por Leal (2000). Para el escalado del proceso se seleccionó el criterio de agitación P/V (Potencia/Volumen del sistema) con aireación Na constante. El ejercicio de escalado se realizó a partir de las ecuaciones descritas por varios autores para requerimientos de potencia en tanques agitados para sistemas gaseados *(*Aiba 1973, Wang 1979, Quintero 1993*)*. Mediante un plan factorial 2^2, se estudió la influencia del volumen y tiempo del inóculo sobre los parámetros fermentativos. Los datos experimentales fueron procesados por el programa estadístico STATGRAPHICS PLUS 2.1 y los parámetros de respuesta analizados fueron: biomasa final, conteo de esporas, % de conidios, rendimiento base esporas y productividad. En todas las experiencias se realizaron las siguientes determinaciones analíticas: masa seca gravimétrica, conteo al microscopio, azúcares reductores totales por el método de Eynon Lane y nitrógeno inorgánico por el método Kjeldahl (Unidad Tecator). El recobrado de la biomasa se realizó utilizando la centrifugación a un flujo de 500 L/h. Para el secado de la biomasa se empleó un secador por aspersión, con una concentración de crema de 180g/l, temperatura de entrada 120 ºC y salida 70ºC. El polvo seco fue formulado con zeolita a una proporción 1:1 y se evaluó la estabilidad del mismo a temperatura entre 6 – 8 ºC mediante análisis de viabilidad. El producto fue evaluado en condiciones controladas contra la mosca blanca, empleando una solución del hongo conteniendo 1 gramo de biopreparado en 100 mL de agua estéril. La efectividad del mismo se calculó mediante la fórmula de Abbott.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en el fermentador de 10L fueron escalados hasta fermentador de 500L, manteniendo similitud geométrica a una razón de escalado de H_{L2}/H_{L1}=2.25 considerando la velocidad de agitación y aireación establecidas en la escala

de banco. En la tabla 1 se muestran los resultados obtenidos en el ejercicio de escalado y en la figura 1 la cinética de crecimiento del hongo a escala de 500L.

Tabla 1. Resultados obtenidos en el ejercicio de escalado para el hongo *V. Lecanii* de 10L a 500L

Fermentador de 10L	
***n* = 300 rev/min**: *Na* = 3.2E-2, *Pg/P* = 0.45, *P* = 0.451Kg m/s	***n* = 400 rev/min:** *Na* = 2.4E-2, *Pg/P* = 0.55, *P* = 1.086 Kg m/s
De acuerdo a la relación obtenida de Pg/P, se obtiene la potencia gaseada del sistema:	
Pg = 0.203 Km/s	*Pg* = 0.597 Kg m/s
Pg/V = 29.018 Kg/m^{2}s	*Pg/V* = 85.34 Kg/m^{2}s
Aplicando criterio de escalado $(Pg/V)_1 = (Pg/V)_2$, se calculó para el fermentador de 500 L la potencia gaseada:	
Pg_2= 5.802 Kg m/s	Pg_2 = 17.06 Kg m/s
Manteniendo la misma relación *Pg/P* se obtuvo la potencia para el sistema 2:	
P_2 = 12.89 Kg m/s	P_2 = 31.03 Kg m/s
Fermentador 500L	
n_2 = 170 rev/min	**n_2 = 220 rev/min**
Con el valor de n calculado se chequea el número de Reynold (*Re*):	
Re_2 = 1.73 x 10^9	Re_2 = 2.33 x 10^9
Los valores obtenidos confirman que el régimen es francamente turbulento y puede ser usado *Np* = 6	
Para el cálculo de los niveles de aire se mantiene constante el *Na* y se determina el flujo de aire (*Q*): Obteniéndose que para el fermentador de 500L el flujo de aire **(Q_2) = 0.415 vvm**	

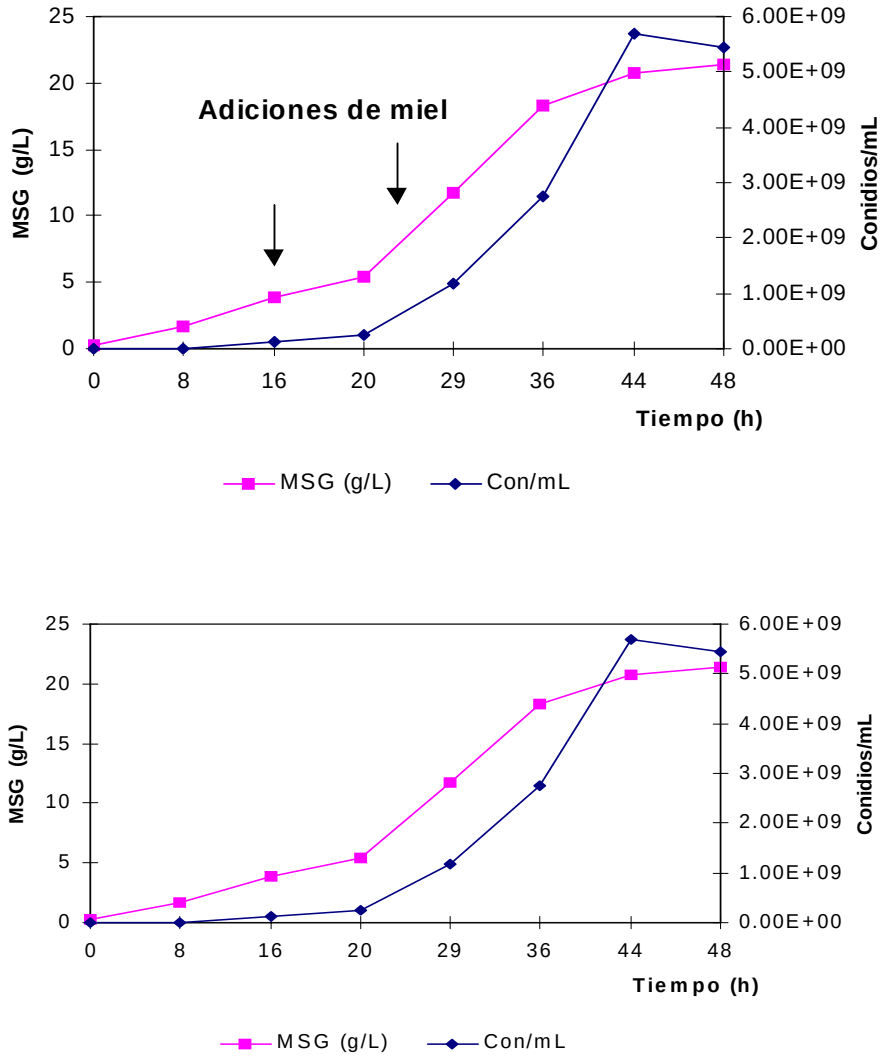


Fig. 1. Cinética obtenida en el fermentador de 500L por el hongo *V. lecanii*

Bajo estas condiciones se obtiene una producción de biomasa de 21.45 g/L, un rendimiento (base esporas) de 2.53 x 10^{11} esporas/g biomasa y una productividad en el sistema de 0.447 $gL^{-1}h^{-1}$. Estos resultados son muy similares a los obtenidos en el fermentador prototipo, y en particular la productividad del sistema es superior, lo cual corrobora un ejercicio de escalado satisfactorio. Es importante destacar que en la escala mayor se logra un 96.61% de conidios, que son las esporas de mayor interés para la producción de un bioplaguicida, debido a su resistencia y estabilidad. Esto tiene una influencia determinante en el tiempo de vida útil del formulado, así como en la agresividad y supervivencia del producto en el campo una vez aplicado.(Hegedus 1990, Jackson 1997). El análisis estadístico realizado en el plan factorial 2^2 indicó, que de acuerdo a la prueba de ANOVA para todos los polinomios obtenidos no hubo coeficientes significativos, ya que todos tienen un valor de $p>0.05$. Teniendo en cuenta estos resultados se puede plantear que es posible emplear inóculos de 24 ó 40 horas, así como relaciones de inoculación de un 5 ó

10 %. La operación de centrifugación fue eficiente, obteniéndose en las condiciones óptimas el 97 % del recobrado de la biomasa, con una viabilidad de las esporas entre 95 y 98 %. La biomasa fue secada lográndose un producto con una humedad entre 8-10 % y una titulación entre 2–6 $x10^9$ UFC/g de producto. El mismo fue formulado con zeolita 1:1; manteniendo la estabilidad hasta 6 meses a temperaturas entre 6-8 ºC. Los resultados de la evaluación del producto contra la mosca blanca en condiciones controladas fue del 65 % de efectividad.

CONCLUSIONES

- El ejercicio de escalado fue satisfactorio obteniéndose resultados similares a los alcanzados a escala de banco. Las condiciones de operación calculadas para el fermentador de 500 L fue de una agitación de 170 – 220 rev/min y un flujo de aire de 0.415 vvm.
- Se obtuvo que no existen diferencias significativas entre el empleo de inóculos de 24 ó 40 horas, así como relaciones de inoculación de un 5 ó 10 %.
- El empleo de la centrifugación para la separación de la biomasa puede considerarse satisfactorio con un recobrado de 97 %.
- Se obtuvo un producto seco con una titulación de 10^9 UFC/g y una humedad entre 8-10 %.
- El producto formulado con zeolita 1:1 fue estable hasta 6 meses.
- El biopreparado fue evaluado en condiciones controladas contra la mosca blanca, obteniéndose el 65 % de efectividad.

REFERENCIAS

Aiba, S., Humprey, A., Millis, N. (1973). Biochemical Engineering. 2º ed. Academic Press. New York.

Alves, S. (1998). Fungos entomopatogênicos. In: Alves, SB Ed. *Controle Microbiano de Insetos*. São Paulo, Fealq. p. 1168

Cloyd, R. (1999). Midwest Biological Control News.htm. University of Illinois. Vol.VI. N° 12.

Gerling, D. (1990). Whiteflies: their bionomics, pest status and managment. Andover, UK, Intercept. p. 348.

Hegedus, D., Bidochka, M. Khachatourians, G. (1990). *Applied Microbial Biothechnol*. Vol. 33, pp. 641–647

Jackson, M. (1997). Patente WO 97/03184

Leal, M.C. (2000). Producción del hongo Verticillium lecanii en cultivo sumergido. Trabajo de diploma.

Quintero, R. (1993). Ingeniería Bioquímica. Teorías y Aplicaciones. pp 97-113.

Ramos, Q., Alves., S.; Tranzinni, R., y otros. (2000). Informes de Investigación RMIP No.56.htm

Wang, D. (1979). Fermentation and Enzyme technology. Ed. By Carl –Coran Hedén.. Cap. 3. pp.26-37.

TECNOLOGÍAS PARA LA OBTENCIÓN DE PULPAS BLANQUEADAS DE BAGAZO

-
-

Barquinero González, Eduardo
Fernández Rodríguez, Juan. Ing.

Unión de Investigación Producción de la Celulosa del Bagazo Cuba-9
Apdo. 8 Quivicán, La Habana, Cuba.
E-mail: investc9@ip.etecsa.cu

ABSTRACT

The present paper shows a world view of the advances that have been reached during last years in relation with development of chemical pulping and bleaching from different species in order to yield several paper grades, as well as other by-products also from cellulose.

The principal approach is directed to the modifications that have been done over on hand at present technologies in addition to the introduction of others new one to reduce or totally remove the load pollution which are driven out by these mills, where any solution by means external treatment could be very expensive.

At last, the attained results at bench scale in the UIP Cuba-9 from research and development of non-polluting pulping and bleaching technologies such as extended pulping to reduce later aggressivity during bleaching, oxygen delignification and progressive chlorine substitution and its derivatives by other less contaminants bleaching agents as ozone and hydrogen peroxide using bagasse as raw material are exposed. Also are compared between them the elemental chlorine free (ECF) and total chlorine free (TCF) bleaching technologies in terms of load pollution and optical and strength properties.

INTRODUCCIÓN

Las tecnologías de pulpeo han experimentado un gran progreso en las últimas décadas, aunque con pocos cambios en los aspectos básicos tanto para éstas como para las de blanqueo. La aplicación de la deslignificación con oxígeno y el surgimiento por tanto de los esquemas de blanqueo ECF (libre de cloro elemental) y TCF (totalmente libre de cloro), han modificado los diseños de las plantas tradicionales de blanqueo y mejorado sobre todo el control ambiental de las mismas sin plantearse incrementos de la productividad por este concepto.

Por otro lado, el empleo de la fibra reciclada ha significado un reto mayor para los fabricantes de papel que para las propias tecnologías de pulpeo.

Aproximadamente dos tercios del total de la capacidad instalada durante los 90 se realizó a través de digestores continuos mientras que el resto lo hizo mediante digestores del tipo batch..

Por ejemplo, durante la pasada década en Norteamérica se instalaron digestores continuos en un número cinco veces mayor, en términos de capacidad, en comparación con los batch, siendo a su vez más del doble de la capacidad instalada en Europa durante el mismo tiempo. Las nuevas capacidades en Europa se han subordinado a la instalación de sistemas batch avanzados en una cantidad hasta dos veces superior en comparación con los continuos.

Asia supera a Europa, ocupando el segundo lugar en capacidad y aunque poseen similitud en sus respectivas producciones del tipo batch, su capacidad de producción en digestores continuos es casi el triple. En Asia el 65% de la capacidad instalada en la pasada década se expresó a través de la cocción continua.

En general, el criterio de selección de un sistema sobre otro parece ser más bien, una preferencia casual y no tecnológica.

Es una opinión general, de que la deslignificación con oxígeno es una de las pocas tecnologías que ha sido aceptada con rapidez en una industria que se caracteriza por ser de adaptación lenta hacia las nuevas tecnologías. El primer sistema se instaló por Sappi en su fabrica de Enstra en Sudáfrica en 1970. Existiendo, actualmente, más de 204 plantas operando con esta tecnología, hallándose muchas más en construcción.

Inicialmente el empleo de esta tecnología fue extremadamente lento, solo 15 sistemas fueron instalados durante los primeros siete años. A partir de 1977, la velocidad de instalación se incrementó y aceleró hasta 1985. La intensa actividad de inversión desde finales de los 80 hasta inicios de los 90 culminó con un total de más de 190 sistemas hasta 1994. Desde luego el bajo crecimiento de los últimos años se ha debido probablemente a la madurez de enfoque en el ciclo de vida de esta tecnología. Kramer (2000).

Finalmente las regulaciones de Cluster según Springer (2000), convencieron a los productores de que la práctica escandinava al introducir esta tecnología resultaba más barata que los tratamientos por vía externa de los residuales producidos con las tecnologías anteriores.

Otro caso de aplicación lenta de nuevas tecnologías en Norte América fue la conversión del uso de cloro elemental hacia dióxido de cloro en la primera etapa de blanqueo. El blanqueo ECF por si mismo no es una nueva tecnología, sin embargo con el advenimiento del blanqueo TCF resultó necesaria la introducción de nuevas tecnologías.

Inicialmente las demandas de la pulpa TCF surgieron de los consumidores alemanes de pulpa y encontraron una respuesta casi inmediata de la zona escandinava, principalmente de Suecia. Sin embargo, los menores costos de conversión hacia el blanqueo ECF dominaron desde el principio y rápidamente multiplicaron el uso de este sistema en la producción de pulpa blanqueada.

Pulpeo de bagazo

La UIP CUBA-9 ha acumulado una gran experiencia con relación al pulpeo y blanqueo químico usando el bagazo como materia prima.

La variación del grado de deslignificación con el tiempo, confirma lo planteado por otros autores, de que la lignina de bagazo resulta altamente soluble en soluciones alcalinas provocando que la deslignificación del mismo sea fácil y rápida. Se observa como en los primeros 25 min. de reacción (correspondiente al tiempo de elevación hasta 160 ^{0}C) se logra remover alrededor del 85% de la lignina inicial presente en el bagazo, mientras que el 15% restante debe extraerse –al menos hasta donde sea posible- durante el tiempo de

mantenimiento a 160 ^{0}C. La curva de deslignificación tiende a disminuir su pendiente a medida que progresa la extracción de lignina, lo cual indica que no se deben emplear tiempos de cocción muy prolongados por su baja incidencia en el grado de deslignificación. Esto se debe a que la lignina residual que va quedando en el material pulpeado sufre cambios que producen un incremento en su funcionalidad y el número de estructuras condensadas, lo que la hace menos reactiva ante el ataque del agente químico y de ahí su difícil disolución y extracción.

Las fases de la deslignificación, fácilmente reconocibles a través de la relación entre el contenido de lignina y el contenido de carbohidratos en la pulpa, requieren solamente para el proceso de deslignificación del bagazo dos etapas (masiva y residual), mientras que en el caso de las maderas duras y suaves requiere tres etapas (inicial, masiva y residual).

Motivado por lo anterior, Fernández y otros (1996) comenzaron a explorar con relación a los procesos de pulpeo o deslignificación extendida los cuales persiguen el objetivo de bajar lo más posible el No. de Kappa de la pulpa sin afectar el rendimiento, lo cual garantiza un menor consumo de reactivos en el área posterior de blanqueo y por tanto una menor carga de efluentes.. Las investigaciones relacionadas con la deslignificación extendida del bagazo en Cuba-9, ejecutadas mediante algunas modificaciones realizadas sobre nuestro equipamiento, han permitido tomar algunas experiencias en este campo. Partiendo de nuestros conocimientos en el pulpeo convencional del bagazo, se han probado en los experimentos de la deslignificación extendida, distintas cargas de NaOH (16-19%), tiempos de desplazamiento entre 25 y 40 min. y relaciones de desplazamiento entre 1-3.

En la tabla I se presentan las condiciones y respuestas (valores promedios) de la deslignificación convencional y extendida del bagazo, realizadas a escala de Planta Piloto.

Aunque se probaron diferentes tiempos y relaciones de desplazamiento, para nuestro caso, los mejores valores de deslignificación resultaron los mostrados en esta tabla.

El rendimiento fue similar al convencional, la selectividad fue superior a 1, muy difícil de lograr en el pulpeo convencional y en No. de Kappa se redujo en un 20 %, lo cual significa una reducción proporcional en reactivos y por tanto de efluentes en la operación siguiente de blanqueo y un mayor envío de sólidos a la caldera de recuperación.

Tabla 1- Condiciones y respuestas de la deslignificación extendida del bagazo.

Condiciones y resultados	**Convencional**	**Extendida**
Hidromódulo	6:1	6:1
Carga de NaOH (%)	15.5	1ra Etapa: 12.75 2da Etapa: 4.25
Tiempo de elevación (min)	25	25
Tiempo de mantenimiento (min)	30	----
Tiempo de reacción (min)	55	55
T. de desplazamiento (min)	----	25
Temperatura máxima (^{0}C)	160	160
NaOH residual (g/l)	0.8	1ra Etapa: 2.4

		2da Etapa: 1.4
Relación de desplazamiento	----	2
Rendimiento (%)	60.3	1ra Etapa: 72.1
		2da Etapa: 59.9
Lignina (%)	3.22	1ra Etapa: 3.4
		2da Etapa: 2.3
Kappa	18.6	1ra Etapa: 22.2
		2da Etapa: 15
Selectividad	0.8-0.9	1ra Etapa: 1.84
		2da Etapa: 1.13

Blanqueo de pulpas químicas de bagazo

Las investigaciones y trabajos iniciales realizados por Cuba-9 en el blanqueo de pulpas químicas de bagazo se basaban en el empleo del cloro y sus derivados, fundamentalmente, como agentes blanqueantes. En este sentido las secuencias más estudiadas fueron las de cloro-extracción-hipoclorito / cloro- extracción-hipoclorito-dióxido / cloro-extracción-dióxido / cloro-extracción-dióxido-hipoclorito / y algunas combinaciones de cloro-extracción-peróxido e hipoclorito-peróxido. La siguiente tabla muestra como se obtienen pulpas blanqueadas de bagazo con similares propiedades ópticas y de resistencia, cuando se le antepone la deslignificación con oxígeno a los esquemas convencionales, en adición a la considerable reducción de las cargas contaminantes cómo se explicó anteriormente. En las secuencias se muestra la inclusión en las mismas el uso del ozono, Barquinero y otros (2000) y el peróxido de hidrógeno como agentes blanqueantes

Tabla 2 Comparación de propiedades de la pulpa blanqueada y cargas de residuales respectivas entre los esquemas libres de cloro elemental (ECF) y totalmente libres de cloro (TCF).

	Libres de Cl_2 (ECF)		**Totalmente Libres de Cloro (TCF)**		
Propiedad	OPD	ZD	OP	ZP	OZP
^{0} SR	21-23	20-22	19-22	20-22	22-23
Brillantes (%)	84-88	82-88	80-85	78-80	83-89
Viscosidad (cP)	18-20	18-22	16-21	16-17	15-17
I. Rasgado ($mN.m^2/g$)	6.0-6.6	6.0-6.2	6.2-6.8	5.9-6.3	5.1-5.3
DBO (Kg/t)	21	24	16	27	22

DQO (Kg/t)	34	36	36	49	43
SDV (Kg/t)	16	16	17	23	20
Color (UPt)	14	21	18	24	22
AOX (Kg/t)	0.9	1.1	----	----	----
pH	6-7	5-6	7-8	6-7	7-8

CONCLUSIONES

Los resultados muestran la posibilidad de obtener comercialmente pulpas químicas de bagazo blanqueadas con buenos valores de brillantes y propiedades mecánicas para los esquemas libre o totalmente libres de cloro, mostrando en todos los casos niveles de la DBO y Color por debajo de los 30 Kg/t y 25 UPt respectivamente lo cual es característico para éstos tipos de esquemas en comparación con los obtenidos a partir de madera.

REFERENCIAS

- Kramer Jurgen D., (2000), “Pulping / Bleaching Technology” *PPI*, Vol. 74 No. 4
- Springer Allan M. (2000), Industrial Environmental Control. Pulp and Paper Industry. 3rd Edition Tappi Press
- Férnandez J. y otros (1996), ” Pulpeo Extendido.” *Informe Interno*. UIP Cuba-9.
- Barquinero E. y otros (2000), “Blanqueo de pulpas químicas de bagazo con ozono”. Diver’ 2000

TENDENCIAS ACTUALES EN BIOPOLÍMEROS E INDICADORES DE LA PRODUCCIÓN INFORMATIVA EN EL QUINQUENIO 1997-2001.

Díaz, Daniel
Bell , Antonio
Aguilar, Laura

ICIDCA. Vía Blanca No.804, San Miguel del Padrón. Apartado 4026, CP11000. La Habana. Cuba.
E.mail: daniel@icidca.edu.cu

ABSTRACT

Biopolymers that have received more attention are: Polyhydroxibutirate, Polylactic Acid and Starch based products. Alginates, Dextran and Xantane continued being subject of investigation. Biopolymers had emerged as an alternative for solving several problems in the fields of biology and medicine but have also found economically affordable uses in extensive areas such as supplies for agricultural technologies and food packing. It is observed incipient but restless efforts to give an alternative in the field of non retornable liquid food containers. Coincidence of some substrates with direct food products presents the challenge of finding alternative carbon sources for biopolymers directed towards massive productions.

INTRODUCCIÓN

Los Biopolímeros son sustancias macromoleculares que pueden ser obtenidas como resultado del metabolismo de organismos vivos, ya sean micro-organismos, plantas o animales superiores. Entran también en la clasificación de biopolímeros, aquellos productos obtenidos por transformaciones físicas o químicas realizadas sobre los productos del metabolismo antes mencionados (Alger, 1989).

El objetivo de este trabajo es hacer un análisis del comportamiento de esta temática en los últimos 5 años, haciendo énfasis en la búsqueda de alternativas para la conversión de la biomasa agrícola o sus subproductos en materiales útiles para la solución de problemas sociales.

Incidencia de los productos poliméricos, de origen biológico en la información que se distribuye en la red mundial.

Los productos biopolimericos que más se reportan en la red mundial son los Derivados del Almidón, Derivados de la Celulosa, Alginatos, Dextrana y sus derivados, Goma xantana, Acido Poliláctico y su copolímero, los Poli-hidroxialcanoatos y en época reciente los Polihidroxi-ácidos-grasos. No están ordenados atendiendo a importancia o volumen de producción. Se han ordenado con el criterio de ir desde los extractivos de

plantas u otros organismos superiores hasta los obtenidos por fermentación, en condiciones controladas por el hombre. *Los derivados del almidón* se obtienen a partir de fuentes vegetales tales como el trigo, el maíz, la papa, el arroz y la yuca (Delft Univ.. 2000). El polímero se almacena en gránulos en el interior de la planta lo que facilita su aislamiento y extracción. El *Termoplástico del Almidón (TPS***)** es muy recomendado en aplicaciones donde existan pocas exigencias en cuanto a los esfuerzos mecánicos. No se recomienda para envolver alimentos húmedos, sus propiedades se deterioran pronto con el aumento de la temperatura y por la acción de enzimas. Este producto no deja otra cosa que compost en su degradación. El TPS tiene buen comportamiento como barrera ante el oxígeno. Los termoplasticos del almidón son los biopolímeros más producidos y usados actualmente.

Productos obtenidos por modificación química del almidón tienen diversas aplicaciones en la industria alimenticia. Los *derivados de la celulosa* se obtienen principalmente a partir de la celulosa contenida en las paredes celulares de las plantas superiores. Comercialmente se produce a partir de fibras de algodón, pulpa de madera, bagazo de caña y otras plantas anuales o bianuales. A efecto de este trabajo solo nos interesa reflejar su existencia y su pertenencia a una gama de productos obtenidos de fuentes naturales y específicamente de plantas. En Cuba, los derivados de la celulosa en general han sido estudiados extensivamente por el ICIDCA y por la UIP-Cuba 9, con mayor profundidad, desde su creación hace varias décadas.

Los *Alginatos* son productos obtenidos a partir de algas marinas, aunque también se reporta su obtención a partir de microorganismos. En varios países existen comunidades dedicadas a la recolección y procesamiento de las algas. En Cuba se han desarrollado trabajos en este sentido por investigadores de la Universidad de La Habana y específicamente en el Centro de Biomateriales ya se cuentan con productos de esta línea. El campo de aplicación fundamental de estos productos está orientado hacia la industria alimentaria y la médico-farmacéutica. La *Dextrana* es un polisacárido que se obtiene por un proceso combinado de fermentación y síntesis enzimática. La fuente de carbono o substrato que se emplea es una solución de sacarosa con algunos aditivos, también de origen microbiológico o mienerales. (Bell, A. et al en Galvez, L.O. 2000). Estos productos se obtienen por firmas de diversos países, que ofertan una amplia gama de renglones, compuestos inicialmente por fracciones, con un peso molecular específico. La gama de productos que ofertan estas firmas se ven completadas con los productos antianémicos, estimuladores e inmunoactivos.

La **Goma xantana o Xantano** es un polisacárido de origen biológico que se obtiene fundamentalmente a partir de la fermentación de substratos azucarados por la bacteria *Xanthomonas campestris*. A diferencia de la dextrana, se sintetiza en el propio caldo de fermentación, cuando la bacteria alcanza la fase máxima de crecimiento (Galvez,. 2000). Los principales usuarios son la industria alimentaria (60-70 %) y las empresas dedicadas a la explotación de los yacimientos petrolíferos (20-30 %).

El **Acido Poliláctico** (PLA) se puede obtener a partir de la fermentación de productos agrícolas que contienen almidón u otros carbohidratos (Grácida, 2000) como: las papas (sus desechos), el arroz, la remolacha azucarera, el trigo, el maíz, la leche y otros similares. Aunque en estas dos fuentes consultadas no se reporta el uso de la caña de azúcar existen razones para pensar que esto es posible. Se anuncian desarrollo de tecnología y crecimiento en las capacidades productivas en el futuro cercano. Se pueden lograr variantes del polímero con propiedades similares a las del Polietilentereftalato (PET) empleado en la fabricación de envases para bebidas ligeras, agua mineral y otros productos (Proterra, 2001)

(Cargill Dow, 2001) La firma europea **Proterra** promueve un grupo de materiales, fabricados con plásticos obtenidos a partir de estos polímeros, para su uso en la agricultura.Se reportan estudios (Plaga y Howey, 1996) sobre la interacción de organismos biológicos con este material en su uso para la fabricación de piezas empleadas como material de osteosíntesis en la cirugía ortopédica, específicamente tornillos. También se reportan investigaciones acerca de su uso formando matrices susceptibles de ser reabsorbidas por organismos biológicos superiores --experimentos en ratas--. Los experimentos incluyen el uso de fibras de alta resistencia y alternativamente también el uso de apatitas. (Department of Bioengineering., 2001). Como parte de esta familia de productos se obtiene tambien el copolímero del Acido Poliláctic**o.**

Los **Polihidroxialcanoatos** son una familia de productos, de los cuales el Polhidroxibutirato es el más producido y comercializado. El Polihidróxibutirato (PHB) es un biomaterial sintetizado por microorganismos (Delft University..., 2000) (Rozsa, 2000). El substrato es un producto orgánico como la glucosa, la sacarosa o el almidón (Rozsa, 2000) o los ácidos grasos (Gracida, 2000). En la práctica las fuentes son las papas (sus desechos) el arroz, el maíz, entre otros. Sus costos son altos debido al gasto de solventes en la extracción del polímero de la biomasa (Rozsa, 2000). Uno de los métodos empleados para disminuir los costos es la preparación de mezclas con otros polímeros más económicos (Rozsa, 2000).

Informaciones disponibles en la red mundial (Sticklen, 2001) nos dan a conocer que se realizan trabajos para obtener PHB a partir del metabolismo vegetal, específicamente en maíz transgénico. Las propiedades que más resaltan en el PHB son su resistencia a altas temperaturas --alrededor de 120 ºC-- y su resistencia al agua (Chen, 2000). Otras propiedades interesantes son su comportamiento piezoeléctrico, la actividad óptica no lineal, su biocompatibilidad y biodegradabilidad. Este autor considera a este polímero como una promesa en áreas tales como la producción de envases biodegradables, ingeniería de tejidos (biológicos) y en la liberación controlada de medicamentos. Se reporta la copolimerización del PHB con el Hidróxivaleriato, para obtener un producto con un mejor balance de propiedades y un mejor comportamiento, desde el punto de vista tecnológico (Gracida, 2000). En Cuba, estos polímeros han sido objeto de estudio por investigadores de diversas instituciones entre las que se destacan la Universidad de La Habana y el Instituto Carlos J. Finlay.Se está gestando un grupo de desarrollos cuyo epicentro parece estar en Alemania. Es una nueva familia de biopolímeros que le hemos denominado *Polihidroxi-ácidos-grasos* (PHF). Esta clase de biopolímeros aparece ya incluida en los programas de investigación comunitarios de la Unión Europea.

Aspectos fundamentales, respecto a biopolímeros, abordados en la literatura científica en el período 1997-2001

En la literatura científica se observa una amplia cobertura de temas referentes a biopolímeros. Entre las técnicas novedosas en uso se destacan el Microscopio de Fuerza Atómica, el Microscopio Raman Confocal. Las Técnicas de Análisis Térmico para el estudio de mezclas polifásicas y otros estudios, Detectores de Partículas Criogénicos (Gervasio 2000). Otros autores (Bruce, Anderson, Lin, Gorshkov, Rockwood y Smith, 2000) reportan el uso de una novedosa y eficaz celda de resonancia en un Ciclotrón Iónico de Transformada de Fourier para realizar una caracterización mejorada de biopolímeros.

Chen, GQ (2000) hace un análisis amplio sobre los Polihidroxialcanoatos y hace referencia a las propias melazas como un substrato barato. Lutke (2001) reporta la obtención de PHAs que resultan ser politioésteres que incluyen grupos mercapto. Se reportan dos trabajos (Gordon, Imam, Shogren, Govind y Greene 2000) y (Arnosti, Keith y Blough 2000) en los que se hace un estudio de la degradación de los PHA orientados especialmente hacia la incidencia de estos desechos en el entorno marino.

(Garnier, 1999) reporta la profundización en el estudio, empleando técnicas novedosas, de mezclas de biopolímeros ya conocidos como la Goma xantana y la Dextrana en unión con los Galactomananos. Se reporta (Shah, 1999) la obtención de un exopolisacárido de *Sphingomonas paucimobilis* con propiedades superiores a las de la Goma xantana en algunas aplicaciones en la actividad extractiva del petróleo. (Alves, Antonov y Goncalves 2000) reportan el estudio de soluciones que contienen maltodextrina y dextrana. Colombier et al, (1999) reportan el estudio de un derivado de la Dextrana denominado RGTA® que favorece el restablecimiento de lesiones de varios tipos de tejidos incluido el óseo.

Repercusión de la actividad científica y tecnológica relacionada con esta temática en la Información de Patentes producida en el período analizado.

En el periodo analizado se generaron más de 300 (trescientas) patentes relacionadas con la temática (Espacenet, 2001). El elevado número de patentes referidas a aplicaciones de estos polímeros en la fabricación de determinados productos, unas 160 (más del 50 %), es típico de la literatura de patentes. Es notable la actividad en el área de medios de investigación de las células y los diferentes niveles estructurales, hasta la secuenciación de los ADN, con alrededor de 60 patentes.

Si se suma la cantidad de documentos referentes a medios de investigación descritos (alrededor de 60), más los documentos referentes al estudio de los medios de producción de los biopolimeros (no a su aplicación): instalaciones, reactores u otros dispositivos (unos 18) y los dedicados a describir equipamiento o dispositivos orientados a la aplicación o uso de esos biopolímeros (unos 15) nos arroja un a cantidad importante, comparable con la cantidad de aplicaciones patentadas de los productos.

CONCLUSIONES

El Polihidroxibutirato, el Ácido Poliláctico y los Polímeros Derivados del Almidón son los productos más reportados dentro de la literatura científica, de patentes y comercial en este período. Se mantienen también reportes de otros productos tales como los Alginatos, la Dextrana, el Xantano y otros productos de menores niveles de producción pero alto valor social. La coincidencia de algunos de los substratos con fuentes de alimento introduce el reto de encontrar fuentes de carbono alternativas en los casos de producciones de alta demanda en cuanto a volumen. La investigación de los aspectos tecnológicos así como el desarrollo de acciones relacionados con la creación de medios de investigación y de producción constituyen un requisito para obtener un resultado seguro y un avance perdurable en este campo. Se observa actividad investigativa en la dirección de estudiar el impacto ambiental de los productos obtenidos y sus tecnologías.

REFERENCIAS

Alger, M. (1989). Polymer Science Dictionary. Elsevier. London

Alves, et al. (2000). Phase equilibria and mechanical properties of gel-like water-gelatin-locust bean gum systems. Internat. *Journal of Biological Macromolec*., Vol 27,(1). Elsevier Science. Amsterdam.

Arnosti, C. et al. (2000). Application of fluorescence spectroscopic techniques and probes to the detection of biopolymer degradation. *Marine Chemistry*,, Vol 71(3-4). Elsevier Science. Amsterdam.

Bruce, J.E. et al. (2000). A novel high-performance Fourier transform ion cyclotron resonance cell for improved biopolymer characterization. *Journal of Mass Spectrometry*Vol 35(1076-5174). John Wiley & Sons Ltd. W Sussex. England.

Cargill Dow y Biocorp. (2001). (Información comercial de las firmas, sitio web).

Chen, G.Q et al, (2000), Functional polyhydroxyalkanoates synthesized by microorganisms. *Chinese Journal of Polymer Science*, Vol 18, Springer-Verlag ?Berlin

Colombier, M.L. et al.(1999). A single low dose of RGTA, a new healing agent, hastens wound maturation and enhances bone deposition in rat craniotomy defects. Cells Tissues Organs. Vol. 164(3)

Current Contents. Base de datos Institute for Cientific Information. Philadelphia. 2001

Delft University of technology website. Agrobased Polymers. 2000.

Department of Bioengineering. Imperial College of Science, Technology and Medicine. Boletín informativo: Resorbable Polymer Matrices. (sitio web)

Espacenet. Base de Datos Internacional de Patentes.

Galvez L.O.(ed) (2000) Manual de los Derivados de la Caña de Azúcar. ICIDCA. La Habana. 2000.

Garnier, C et al. (1999). Ultrastructure and rheological behaviour of biopolymer mixtures containing galactomannans. *Sciences Des Aliments*, Vol 19(3-4). Lavoisier Abonnements. Paris.

Gervasio, G. et al.(2000), Aluminium junctions as macromolecule detectors and comparison with ionizing detectors. *Nuclear Instruments & Methods in Physics Research Section A* - Accelerators Spectrometers Detectors and Associated Equipment, Vol 444(1-2). Elsevier Science. Amsterdam.

Gordon, S. H. (2000). A semiempirical model for predicting biodegradation profiles of individual polymers in starch-poly(Beta-hydroxybutyrate-co-beta-hydroxyvalerate) bioplastic. *Journal of Applied Polymer Science*, Vol 76(12), ,John Wiley & Sons Inc. New York.

Gracida, J. Cardoso, J. Pérez, F. Guevara, ND.(2000) Síntesis de Poli(hidroxibutirato-co-hidroxivaleriato) por *Ralstonia eutropha* en fermentación lote alimentado, empleando diferentes estrategias de alimentación. (Artículo publicado en *Libro de Resúmenes del evento SLAP*. La Habana

Lutke, T et al. (2001). Identification of a new class of biopolymer: bacterial synthesis of a sulfur-containing polymer with thioester linkages. *Microbiology* - Vol 147, Part 1

Plaga, B. and Howey, D. (1996) Long Term Effects of Polylactic Acid (PLA) Screws on Distal Femoral Growth in Juvenile Goats. Poster Board. American Academy of Orthopaedic Surgeons

Proterra . International Centre for Agrobased Materials (sitio web). Holanda. 2001

Rozsa, C.H. Cyras, V. Ortiz, P. Galego, N. Vázquez, (2000) A. Mezclas de Poli(hidroxibutirato-co-hidroxivaleriato) y Poli-etilenadipato. En: (*Evento SLAP 2000*. La Habana.

Shah, AK. Ashtaputre, A. A. (1999) Evaluation of rheological properties of the exopolysaccharide of Sphingomonas paucimobilis GS-1 for application in oil exploration. *Journal of Industrial Microbiology & Biotechnology* Vol 23(4-5). Stockton Press. Hampshire. England.

Sticklen, Mariam B. (Sitio web de -). Proyecto *Agricultural Biotechnology for Sustainable Productivity* [ABSP] de Estados Unidos. 2001

TERMOESTABILIDAD DE ENZIMA FITASA CON POTENCIALIDADES DE USO EN ALIMENTACIÓN ANIMAL

Delgado, Grisel
Bueno, Gloria
Aguilar, Laura
León, Martha
Sánchez, Doris
Alfonso, Aurelio
Rodríguez-León, José A.

Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar.
Vía Blanca 804, P.O Box 2034, CP 11000.
E-mail: grisi@icidca.edu.cu

ABSTRACT

The inclusion of enzymes as additive in animal diets is widely practiced. Over the last decade knowledge has grown about the role that enzymes can play in the digestion of feed ingredients. Among the most used ones for this purpose you can find phytases, cellulases, xylanases, pectinases, etc. In particular phytases have been applied due to their nutritional and environmental impact. The termostability is one of the most important enzyme properties needed for these applications in order to secure the maximal retention of enzymatic activity after the processing and formulation of the diets. In the present work the effect of temperature on stability of *Aspergillus niger* W2 phytase produced by solid state fermentation of citrus dried peel, in comparison with the commercial enzyme Natuphos, was evaluated. At 60 and 70ºC, the phytase W2 keeps up around 80% and 50% of the residual activity, until 60 min, respectively. At these temperatures the life middle time is 4.6 and 11.4 times higher than the phytase Natuphos values. These results demonstrate the satisfactory thermostability behavior of the former and permitted to predict its potential use as additive for feed and food applications.

INTRODUCCIÓN

A pesar del uso frecuente de las enzimas en numerosos procesos industriales, en la última década, se percibe el auge del empleo de estos metabolitos, como aditivos en la alimentación animal (Cleophas y otros, 1995; Bedford, 1996). Entre las enzimas más empleadas con este fin, se destacan fitasas, xilanasas, celulasas, y pectinasas entre otras. Dado su impacto nutricional y ambiental, gran interés ha despertado particularmente el empleo de las fitasas, destinadas a remover el fitato, principal forma natural de almacenamiento de fósforo, que a su vez constituye uno de los principales factores antinutricionales (FAN) de las dietas (Dvorakova, 1998; Saylor, 2001; Pandey y otros, 2001).

La aplicación en este campo, ha conllevado a profundizar en los conocimientos acerca de los mecanismos de acción, y las condiciones o requerimientos que deben caracterizar a estos biocatalizadores, para asegurar la disponibilidad de los nutrientes y la remoción de FAN. En dependencia de la variedad y modo de preparación de las dietas, y de las condiciones del tracto digestivo de los animales, la tendencia actual se dirige a la búsqueda de preparados enzimáticos con una mayor estabilidad ante una serie de factores tanto físicos, químicos como bioquímicos tales como temperatura, pH, componentes minerales, presión, humedad, proteasas, etc. (Bedford, 1996; Wiss, y otros ,1998).
Teniendo en cuenta estos antecedentes el presente trabajo está dirigido a evaluar la termoestabilidad de la enzima fitasa producida por fermentación en estado sólido de cáscara cítrica, por la cepa de *Aspergillus níger* W2, tomando como referencia un preparado comercial de *Aspergillus níger* comercializado con el nombre de Natuphos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Preparación enzimática : La enzima comercial fitasa de *Aspergillus níger* (Natuphos) fue obtenida de la BASF. La enzima fitasa de *Aspergillus níger* W2 (fitasa W2) fue producida por fermentación en estado sólido de cáscara cítrica. El extracto crudo enzimático se obtuvo por el método de extracción sólido-líquido empleando un hidromódulo de 1/20 (matriz fermentada/ agua) con agitación continua en zaranda rotatoria a 150 rpm min^{-1} durante 30 min a temperatura ambiente y posterior filtración a vacío empleando frita porosa (Nº 1).

Métodos analíticos: La actividad fitasa se determinó por hidrólisis de una solución de 1.5 mM de fitato de sodio (Sigma, USA) en 0.1M buffer citrato (pH 3.0), bajo condiciones controladas a 50^0C, durante 10 min. El fósforo inorgánico liberado fue estimado por el reactivo de Taussky-Schoor de acuerdo con Harland y Harland (1980). Una unidad de actividad enzimática se definió como la cantidad de enzima requerida para liberar un mMol/min de fósforo bajo las condiciones de ensayo establecidas.

Termoestabilidad: Alícuotas del crudo enzimático, ajustadas a pH 4 fueron incubadas en ausencia de sustrato a diferentes temperaturas (40-70ºC) y tiempos (5-60 min). La actividad fitasa remanente de cada preparado enzimático después de la incubación a cada temperatura y tiempo en particular fue estimada bajo las condiciones de ensayo establecidas. Considerando el proceso de termoinactivación como una reacción de primer orden (Zale y Klibanov, 1983) el valor de la constante de inactivación (k) se determinó por el método de los mínimos cuadrados, como la pendiente de la recta que representa la relación ln A/Ao vs. tiempo, para cada temperatura evaluada, donde A- actividad enzimática luego de la incubación y Ao - actividad enzimática inicial. De igual forma el tiempo de vida media ($t_{1/2}$) se calculó por la ecuación $t_{1/2} = \ln 2/k$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Con vistas a ser empleada en calidad de aditivo para la alimentación animal cualquier enzima debe ser capaz de soportar temporalmente, temperaturas superiores a 60 ºC (Wiss y otros ,1998).

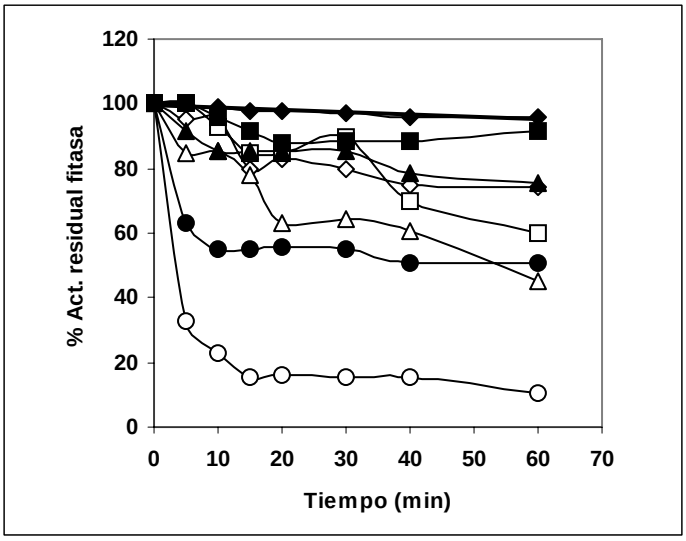


Fig. 1. Termoestabilidad de la actividad enzimática de fitasaW2 (-◆- 40ºC ; -■- 50ºC ; -▲- 60ºC ; -●- 70ºC) y Natuphos (- ◊- 40ºC ; -□- 50ºC ; Δ- 60ºC ; -o- 70ºC) a pH 4.0

En la figura 1 se observa que hasta 50 ºC ambas enzimas retienen más del 80% de actividad residual en todo el intervalo de tiempo evaluado. Cuando se eleva la temperatura a 60 ºC , la fitasa W2 aún mantiene aproximadamente un 80% de actividad luego de 60 min de incubación; mientras que la enzima Natuphos muestra un decrecimiento de un 60% a los 20 min. A 70 ºC se observa una caída drástica de la actividad de las enzimas, no obstante la fitasa W2 aún mantiene alrededor del 50% de la actividad inicial al final del tratamiento. Estos resultados demuestran una mayor estabilidad de la enzima fitasa W2 con respecto a la fitasa Natuphos, lo cual se corrobora al comparar los tiempos de vida media ($t_{1/2}$), y las constantes de inactivación para las temperaturas más altas empleadas (tabla 1).

Tabla 1 Tiempo de vida media ($t_{1/2}$) y constante de velocidad de inactivación (k)de la fitasa W2 y fitasa Natuphos

T (ºC)	Fitasa W2		Fitasa Natuphos	
	$t_{½}$ (min)	k (min^{-1})	$t_{½}$ (min)	k (min^{-1})
60	161	0,0043	34,5	0,0201
70	8,9	0,078	0,8	0,9163

Resulta de interés resaltar que el comportamiento de termoestabilidad de la fitasa W2 supera al reportado por Saylor (2000) para la fitasa de *Aspergillus ficuum* considerada como termoestable, la cual retiene solo el 40% de actividad luego de ser incubada por 10 min a 68ºC, y al exhibido por la enzima de *Aspergillus níger* NCIM 563, referida como

termoestable por Mandiwala y Kire (2000), la que conserva menos del 20 % de actividad luego de 15 min a 60ºC, ambas. De hecho la inactivación de fitasas a partir de estas fuentes, incluso de preparados comerciales, a temperaturas superiores a 60 ºC, ha sido registrada en la literatura, implicando la necesidad de emplear sobredosis de hasta un 30% para sus usos en la formulación de las dietas de animales (Vanderbeke y otros, 1996).
Con vistas a lograr una mayor comprensión sobre la naturaleza de los cambios que sufre la estructura de ambas enzimas frente al aumento de la temperatura, la actividad enzimática fue evaluada luego de haber sido sometidas las muestras a un enfriamiento en hielo, posterior al tratamiento térmico durante 20 min. Según el comportamiento que se observa en la Fig.2, resulta evidente que las dos enzimas sufren un proceso de desnaturalización irreversible. En el caso de la Natuphos la disminución de la actividad ocurre a temperaturas mayores de 50ºC, comportamiento que se asemeja al reportado para la fitasa de *A. níger* T213 (Wyss y otros, 1998); mientras que para la fitasa W2 los cambios más perceptibles suceden a partir de la temperatura de 60ºC.

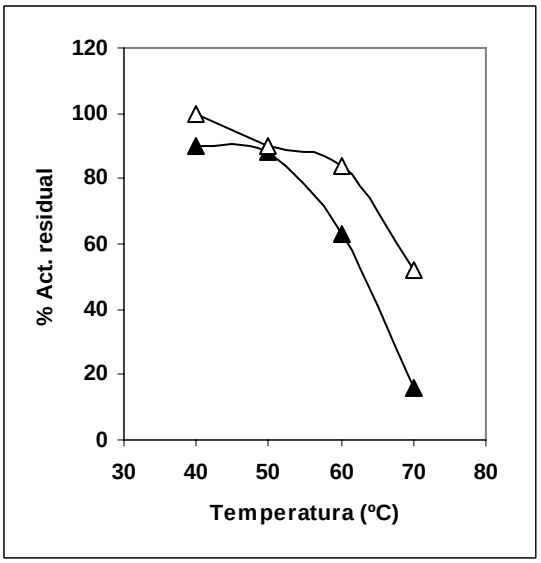


Fig 2. Inactivación de las enzimas fitasa W2 (-Δ-) y fitasa Natuphos (-▲-) en dependencia de la temperatura

La mayor estabilidad exhibida por la fitasa W2 podría estar dada por el contenido de minerales presentes en el crudo enzimático que pueden actuar como estabilizadores de la enzima, los cuales son aportados por la miel final empleada para la formulación del medio de cultivo (Bueno y otros, 2001). No obstante con vistas a incrementar la estabilidad del crudo a temperaturas superiores a 60 ºC, se prevé el uso de sales u otros compuestos en calidad de estabilizadores, según lo reportado en la literatura (Dvorakova, 1998; Pandey y otros, 2001).
Al determinar los valores óptimos de actividad enzimática los máximos se obtienen alrededor de 50 y55 ºC para la fitasa W2 y la Natuphos, respectivamente (Fig. 3). Dichos resultados se corresponden a los reportados para otras fitasas de origen fúngico (Dvorakova, 1998; Pandey y otros, 2001). Resulta interesante que a pesar de las diferencias

existentes en la estabilidad de ambas enzimas, no se observan diferencias apreciables entre los valores de temperatura óptima para desarrollar la actividad enzimática, en presencia de sustrato.

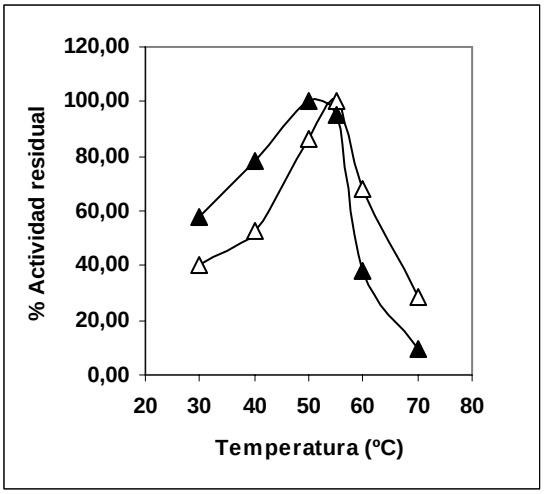


Fig. 3.Efecto de la temperatura sobre la actividad enzimática de fitasa W2 (-Δ-) y fitasa Natuphos

CONCLUSIONES

La actividad fitasa del crudo enzimático de *A. níger* W2 , producido por fermentación en estado sólido a partir de cáscara cítrica, exhibe una temperatura óptima de 55 ºC y un comportamiento de termoestabilidad superior al mostrado por la enzima comercial Natuphos y otras enzimas reportadas en la literatura, en el intervalo de 40-70 ºC; lo permite considerar la aplicación potencial de esta enzima como aditivo alimentario en dietas para animales monogástricos.

REFERENCIAS

Bedford, M.R. (1996), *Avicultura Profesional*, Vol. 14, pp. 23-29
Bueno, G., Delgado, G., Rodríguez-León, J. A. y otros (2001), *Evento BIOPRODA*, ICA
Cleophas, G.M., Hartingsveldt, W., Somers, W.A. y otros. (1995), *World Poultry* Vol. 11, pp. 12-15
Dvorakova ,J. (1998), *Folia Microbiol*. , Vol. 43, pp. 323-338
Harland, B.F., Harland, D.J. (1980), *Cereal Chem*., Vol.57, pp. 226-229.
Mandiwala, T.N., Khire, J.M. (2000), *J. Ind. Microb. Bi*otech. Vol. 24, pp. 237-343
Pandey, A., Szakacs, G., Soccol, C.R. y otros (2001), *Biores*., Vol. 27, pp. 203-211
Saylor, W.W. (2001), *Industria Avícola.* Mayo, pp. 24-31
Vanderbeke y otros (1996), Patente E.U, 5 554 399, 1-25.urce Technol
Wyss, M., Pasamontes, L.,Remy, R. y otros .(1998), *Appl. Env. Microb*. Vol. 64, pp. 4446-4451

Zale, S.E., Klibanov, A.M. (1983), *Biotech. Bio*eng., XXV pp. 2221-2230

USO DE ÉSTERES DE SACAROSA COMO MEJORADOR DE FILTRABILIDAD EN FILTROS ROTATIVOS

Albarracín , Patricia M. *
Octaviano, Mario A. **

*Ing. Azuc. , Jefe de Trabajos Prácticos , Investigador cat. D, de Instituto de Ingeniería Química de la UNT
E-mail:palbarracin@herrera.unt.edu.ar)
**Ing. Qco, Profesor adjunto, Investigador cat. D, de Instituto de Ingeniería Química de la UNT, Gerente de Planta de Ingenio Ñuñorco, Tucuman, Argentina
E-mail: mariooctaviano@hotmail.com

ABSTRACT

In this work we analyze the experimental results of the aggregate of watery solutions of saccharose esters, non ionic surfactants, in the filtration stage.

We worked with the wastes of the clarification of sugar cane juices, before feeding with them the rotary vacumm filters. It was compared with the process without the surfactant aggregate.

These experiences were done in a sugar mill in the province of Tucuman.

The following parameters were established:

- viscosity of the mixture that feeds the filter.
- filtered cake humidity
- concentration of remaining saccharose in the filtered cake
- saccharose concentration in the filtered juice

In analised aspect the reduction of viscosity in the mixture that feeds the filters demostrated a better filtribility and hence a reduccion of its humidity.

At different dosification the surfactants, saccharose loses dicrease in average between 8 and 13%.

As a conclusion we can say that all the parameters analized became favorable to the aggregate of saccharose esters in the filtration process, as there was an increase in the equipment and a reduction in saccharose lose with a subsequent save for the factory.

INTRODUCCIÓN

La adición de surfactantes convenientemente seleccionados, a un proceso químico básico, puede mejorar el equipamiento de una planta y contribuir a la reducción de costos.

La actividad de estos productos se muestra como humectificación de un sólido, formación de espumas, dispersión de un reactivo en un medio liquido, disminución de la viscosidad y emulsificacion que son fenómenos bien conocidos que pueden afectar favorablemente el funcionamiento de una planta, Kouloheris(1989).

Los ésteres de sacarosa, muestran fenómenos de superficie que mejoran la perfomance de algunos procesos por lo que se los considera excelentes surfactantes no iónicos Kouloheris (1987).

La etapa de filtración, de la cual nos ocuparemos, es una operación unitaria posterior a la clarificación de jugos de caña de azúcar, en la cual se trata de extraer la mayor cantidad de azúcares retenidos en los desechos del proceso de clarificación. La filtrabilidad de la torta de desechos depende directamente de las características físico - químicas del precipitado más que del brix del jugo, Honing (1969), por lo que una disminución de la viscosidad entre las fases sólida - líquida provoca un mejor escurrimiento del liquido originando una torta muy seca y una mayor recuperación de los jugos azucarados.

Por lo expuesto resulta importante disponer de un agente de superficie que aumente la extracción de sacarosa en esta etapa .

El objetivo de este trabajo es mostrar el efecto de soluciones acuosas de esteres de sacarosa aplicadas en la etapa de filtración y su comparación con el proceso sin agregado del producto.

MATERIALES Y MÉTODOS

Esteres de sacarosa : Estos compuestos son obtenidos por un proceso de interesterificación, en ausencia de solventes, por la reacción entre sacarosa y esteres naturales (aceite de maíz). El producto obtenido es una mezcla formada por : mono y diésteres de sacarosa de los ácidos esteárico, palmítico y oleico; mono y diglicéridos y jabones de potasio .

Detalles del proceso

El tratamiento químico y físico - químico del jugo de caña induce la precipitación de impurezas inorgánicas previamente en solución, como así también la floculación y coagulación de materia principalmente orgánica, que se encontraba antes en dispersión coloidal. El conjunto de precipitados, flóculos y coágulos, siendo de peso específico ligeramente mayor que el del jugo, se sedimenta, y al hacerlo arrastra consigo pequeñas partículas de cera, mientras que sobre la superficie de los flóculos se adhieren los glóbulos de lípidos líquidos. El conjunto sedimentado se denomina "cachaza ". Esta se separa del jugo claro que la sobrenada mediante la decantación en los clarificadores y la cachaza con jugo que queda después de esta separación es filtrada en filtros rotativos, continuos al vacío. Para aumentar su filtrabilidad se le añade, a la cachaza antes de filtrarla, una porción de bagazo desmenuzado, o sea bagacillo, Bliss (1965).

PARÁMETROS Y METODOLOGÍA

La actividad de los ésteres de sacarosa se evaluó según los siguientes parámetros :

- Viscosidad : se estudió en la mezcla de cachaza y bagacillo que alimentan los filtros rotativos , con un viscosímetro de torque (marca Haake) a 70 ºC .
- Humedad : se determinó la humedad de la torta por pérdida de peso a 100 ºc en estufa .
- Espesor de la torta : se midió el espesor promedio de la torta, para asegurar que se repitan las condiciones de trabajo en los ensayos.

- Concentración de sacarosa : se determinó pol% en un polarímetro usando métodos ISST para cachaza y jugo a fin de evaluar correctamente las variaciones del contenido de azúcares, Spencer (1967) .

Para los ensayos se realizó un convenio con un Ingenio Azucarero de la Provincia de Tucumán , que cedió sus instalaciones y equipos durante 2 períodos de zafra (8 meses).

El procedimiento en un principio se basó en la realización de numerosas pruebas a nivel operativo, para acondicionar los formulados del producto al esquema de fabricación .

En la metodología de trabajo, se partió de una mezcla base de ésteres de sacarosa al 15% en agua, que fue adicionada al proceso en dos dosificaciones : 20 ppm. y 70 ppm. , calculadas en base a los volúmenes descargados por los decantadores .

Se agregó el surfactante con una bomba dosificadora en el tanque de mezclado de jugos y bagacillo, realizándose luego de un periodo de estabilización del proceso, el muestreo correspondiente para las determinaciones de viscosidad. Posteriormente luego del filtrado se extrajo muestras nuevamente para la determinación del resto de los parámetros.

Se usó como testigo el proceso de filtración sin agregado de ésteres de sacarosa.

Se realizaron ensayos diarios,que constaban de 12 hs. sin agregado del producto y 12 hs. con adición de surfactante, repetidos por períodos continuados de 20 días.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En los ensayos se buscó corroborar la eficacia observada anteriormente en los esteres de sacarosa como antiviscosos, y probada oportunamente en otros procesos de esta fábrica azucarera. (Farolfi y otros, 1993 y 1994) .

Se seleccionó los datos de los ensayos que se consideraron más representativos, referidos a las dosificaciones aplicadas: 20 ppm. y 70 ppm.. Se promediaron los resultados que se muestran en Cuadro I y se graficó los correspondientes a las concentraciones de sacarosa expresadas como pol%, Fig. 1.

Los valores obtenidos de viscosidad, en la mezcla lodos - bagacillo que alimenta los filtros fueron significativamente inferiores al testigo, correspondiendo una disminución de 21% para la menor dosificación y de 37 % para la mayor dosificación. Con lo que se comprobó la actividad como antiviscosos producida por los esteres de sacarosa.

En cuanto a la humedad de la torta se observaron disminuciones entre 2,5 % y 5,5 % según el tratamiento respecto a las muestras testigo, para espesores de torta entre 0,8 cm. y 1 cm , poniéndose de manifiesto de esta forma el efecto deshidratante producido con la adición de surfactantes .

Los resultados mas satisfactorios se encontraron en las concentraciones de sacarosa residual en la torta de filtros expresadas como pol % ,que registraron disminuciones promedio entre 8 % y 13 % según la dosificación de la cual se tratare, como se observa en la Fig Nº 1. Al mismo tiempo estos datos se correlacionan con un aumento de pol % del jugo filtrado que corresponde a 4,2 % y 9,1 % comparados con el testigo sin agregado de producto, segun corresponde a la primera dosificación aplicada o a la segunda respectivamente.

Todas estas experiencias mostraron que los esteres de sacarosa, al disminuir la viscosidad permitieron que el liquido azucarado contenido en la cachaza fluyera con mayor

facilidad a través de la torta, provocando una disminución de las perdidas de sacarosa, que se hace mas evidente en la dosificación de 70 ppm .

Cuadro 1 - Efecto de las distintas concentraciones de ésteres de sacarosa sobre los parámetros viscosidad, concentración de sacarosa y humedad.

Valores promedios	Sin surfactante	Con surfactante(20 ppm)	Con surfactante(70 ppm)
Viscosidad cachaza (poise)	3,75	3,00	2,35
Pol % jugo filtrado	15,3	16,0	16,7
Pol % torta de filtro	8,5	7,8	7,4
Humedad %	72	70	68

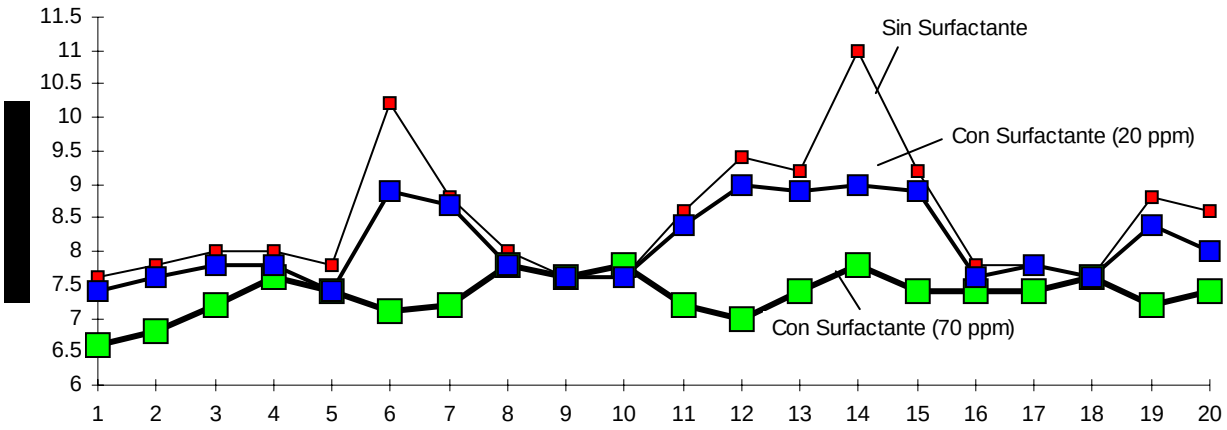


Fig. 1: Efecto de la dosificacion de Surfactante en distintas concentraciones sobre la sacarosa residual en la torta de filtros.

CONCLUSIONES

Realizando una evaluación técnico - económica de los resultados obtenidos en los ensayos podemos concluir que el agregado de ésteres de sacarosa a la cachaza que alimenta los filtros rotativos al vacío, resulta beneficioso para el proceso de filtración pues aumenta la capacidad de los equipos y produce una mayor recuperación de sacarosa de los desechos de clarificación.

Como el mecanismo estaría basado en la disminución de viscosidad entre las fases sólido - liquida ocasionada por el surfactante ,y que ademas tiene la ventaja este producto de ser no iónico, no contaminante y biodegradable nos crea la expectativa de aplicar esta experiencia en otras industrias alimenticias que posean filtros de torta en sus procesos de filtración.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se llevó a cabo gracias al apoyo económico de el Consejo de Investigaciones de la Universidad Nacional de Tucumán .

Se agradece asimismo a la empresa Ñuñorco S.A. que cedió sus instalaciones para la realización de los ensayos y a su personal técnico .

REFERENCIAS

- Bliss Lesmoir (1965) "Investigaciones sobre la extraccion de lípidos a partir de cachaza " *Revista Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología.* Univ. Nacional de Tucumán .
- Chen James, Rauch James, Smith (1981). Boiling Techniques for the evaluation of surfactantes . *The Sugar Journal* ., Diciembre.

-Farolfi y otros (1993) . Aplicación de ésteres de sacarosa en la fabricación de azúcares . *Tecnozucar* Vol 3 .
- Farolfi y otros (1994). Uso de ésteres de sacarosa en el Proceso de Clarificación de Melado.Presentado en el IV *Congreso Argentino de Ingeniería Química* . Santa Fe. Argentina.

- Honing Peter (1969) . Manual de Tecnología Azucarera . Tomo 1., pag .574 y 613
- Kouloheris A.P. (1987). Foam : Friend and Foe , *Chemical Engineering* .,October .
- Kouloheris A.P (1989).Surfactantes : Important Tools in Chemical Processing .*Chemical Engineering* .,October .
- Spencer Meade (1967). Manual del Azúcar de Caña .

USO DE HIDROLIZADOS HEMICELULÓSICOS DE DIFERENTES MATERIAS PRIMAS PARA LA PRODUCCIÓN BIOTECNOLÓGICA DE XILITOL

Acosta Martínez, Ernesto[1,2],
Batista de Almeida e Silva, João[1]
Nápoles Solenzal , Ana Irene [2]
Villarreal Morales, Martha L[1]
Canilha, Larissa [1]
Mussato, Solange Inês [1]

[1] Facultade de Engenharia Quimica de Lorena, Dpto. de Biotecnologia, Caixa Postal 116. Lorena-SP, Brasil. CEP 12600-960
E-mail: joaobatista@debiq.faenquil.br
[2] Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar. Ciudad Habana, Cuba. P.O.Box 4026.

ABSTRACT

This work deals with the biotechnological production of xylitol from xylose present in hemicelullosic hydrolysates of eucalyptus, sugar cane bagasse, rice straw and wheat straw, by the yeast *Candida guilliermondii* FTI 20037. The hydrolysates were evaporated under vacuum in order to achieve a xylose concentration about 100 $g.L^{-1}$ and than treated with CaO until pH 7.0 and H3PO4 until pH 5.5, followed by activated charcoal (2.4 %). The fermentations of hydrolysates were carried out in 125 mL Erlenmeyer flasks, in shaker at 300 rpm, during 80 h. By the kinectic study it was possible to obseve the behaviour of the yeast under the different hydrolysate characteristics and the consequences on the fermentation parameters. It was obtained a volumetric productivity of 0.496 $g.L^{-1}.h^{-1}$ for the hydrolysate from sugar cane bagasse, 0.347 $g.L^{-1}.h^{-1}$ for rice straw, 0.341 $g.L^{-1}.h^{-1}$ for eucalyptus and 0.238 $g.L^{-1}.h^{-1}$ for wheat straw.

INTRODUCCIÓN

Grandes cantidades de residuos vegetales y agroindustriales son generados y acumulados anualmente en la naturaleza en la forma de sólidos, ocasionando serios problemas de contaminación ambiental y pérdidas de fuentes potenciales de alto valor (Molwitz y otros, 1996).

Según la FAO (2000), Brasil es considerado, a nivel mundial, como el 5to productor de madera industrial y el mayor de maderas tropicales. Hidrolizados hemicelulósicos de eucalipto han sido utilizados para la obtención de varios productos de interés comercial como alcohol (Ferrari y otros, 1992); 2,3 butanodiol (Prata, 1997), proteína microbiana (Almeida e Silva y otros, 1995, 1998, 2002) y en la producción de xilitol (Canettieri y otros 2001). El bagazo de la caña de azúcar es un típico residuo lignocelulósico muy abundante en países como Brasil, la India, y Cuba, una vez que en estos países la industria azucarera

es de gran importancia comercial (Biswas, Vashishtha, 1998). Es utilizado como combustible en las industrias azucarera, alimenticias, de papel, alcohol y química, grandes cantidades son acumuladas en la naturaleza (Macedo, 1998). La paja de arroz, por su parte, posee posibilidades restrictas de utilización in natura y su aprovechamiento para alimentación animal es limitado debido a su bajo teor proteico y baja digestabilidad (Sirinivasan y otros, 1983). La paja de trigo, es otro residuo lignocelulósico de la agricultura disponible en grandes cantidades en muchos países del mundo, utilizado en la alimentación animal y como material combustible. Según Hamilton y Leopord (1987), esta es utilizada en los países europeos en la producción de pulpa y papel. Su cantidad de xilosa, según Hon (1982), es mayor que en otros materiales lignocelulósicos presentando una proporción de 3:5:2 en los componenetes celulosa: hemicelulosa:lignina.

La producción de xilitol por vía microbilógica es una alternativa tecnológica para el aprovechamiento de estos productos. Este penta-alcohol posee gran interés comercial debido a sus propiedades físico-químicas que facilitan su uso en las industrias alimenticia, farmacéutica y odontológica (Emodi, 1978)

El presente trabajo tiene como objetivo analizar la influencia de las características de los hidrolizados sobre los parámetros fermentativos obtenidos en la producción de xilitol a partir de hidrolizados hemicelulósicos de eucalipto, bagazo de caña de azúcar, paja de arroz y paja de trigo por *Candida guilliermondii*.

MATERIALES Y MÉTODOS

Microorganismo: Los experimentos fueron realizados utilizándose la levadura *Candida guilliermondii* FTI 20037 de la colección de cepas de la Faculdade de Engenharia Quimica de Lorena (Lorena, São Paulo, Brasil). La cultura fue mantenida a 4ºC en cuña de agra extracto de malta.

Preparación de los hidrolizados hemicelulósicos: Los hidrolizados hemicelulósicos fueron obtenidos mediante la hidrólisis ácida de los diferentes materiales lignocelulósicos: eucalipto según Almeida e Silva (1996); bagazo de caña de azúcar según Rubio (2001); paja de arroz según Mussato (2002), y paja de trigo según Canilha (2002). Para alcanzar una concentración mayor de xilosa, los hidrolizados fueron concentrados a vacío a 66 ±4 ^{o}C. Estos hidrolizados fueron tratados antes de la fermentación con CaO y H_3PO_4, y clarificados con carbón activado (2.5 %) a 200 r.p.m y 30 ^{o}C durante 1 h para remover los compuestos tóxicos formados durante la hidrólisis ácida. Los precipitados formados en cada paso fueron removidos por filtración. Los hidrolizados fueron autoclavados a 100 ^{o}C durante 15 min, y suplementados asépticamente con extracto de harina de arroz (20 g/L), $(NH_4)_2SO_4$ (3 g/L), y $CaCl_2$ $2H_2O$ (0,1 g/L), para ser usados como medio de fermentación.

Preparación de inóculo: Una cultura estoque de *Candida guilliermondii* fue transferida a frascos Erlenmeyer de 125 mL conteniendo 50 mL de medio (xilosa, 30.0 g/L; sulfato de amonio, 3.0 g/L; cloruro de calcio, 0.1 g/L; extracto de farelo de arroz, 20 gL) y encubados bajo agitación de 200 rpm a 30 ^{o}C durante 24 h. Las células fueron entonces centrifugadas a 2.000xg durante 15 min y resuspendidas en agua destilada estéril para alcanzar una concentración final de 0.5 g/L.

Condiciones de fermentación y análisis estadístico: Los experimentos fueron realizados, en duplicado, utilizando fracos Erlenmeyer de 125 mL com 50 mL de medio de fermentación, en las condiciones de pH 5, 30 ^{o}C, 300 rpm, durante 80 h. Las muestras fueron retiradas a cada 8 horas y con las pertenecientes al tiempo final fueron determinadas la productividad volumétrica en xilitol, los factores de conversión de xilosa en xilitol (Yp/s), y de sustrato total en células (Yx/s_T), el consumo de xilosa y la eficiencia de fermentación en los hidrolizados de cada materia prima y fueron analizados estadísticamente por el teste de Duncan.

Métodos analíticos: Las concentraciones de glucosa, xilosa, arabinosa, xilitol y ácido acético fueron determinadas por cromatografia líquida de alta resolución (Shimadzu LC-10AD, Tokyo, Japan), usando como eluente H_2SO_4 0.01 N, flujo de 0.6 mL/min; temperatura de la columna 45 ^{o}C; atenuación del detector 16x, volumen de muestra de 20 μL. Furfural e hidroximetilfurfural fueron también detectados por cromatografía líquida de alta resolución, pero usando un detector SPD-10A UV-VIS, Hewlett-Packard RP18 (200 mn), temperatura de la columna de 25 ^{o}C, y eluente acetronitrilo: agua (1:8) con ácido acético 1 % como eleunte a un flujo de 0.8 mL/min.

La concentración celular fue determinada usando el espectrofrotómetro Beckman DU 640B, (Fullerton, CA, USA), comparando la densidad óptica de la suspensión celular con una curva patrón estándar (absorbancia a 600 nm versus peso seco de células).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El perfil del proceso fermentativo en los hidrolizados hemicelulósicos de las materias primas utilizadas es mostrado en la Figura 1. Se observa que el consumo de xilosa y la formación de xilitol cuando la fermentación fue realizada en hidrolizado hemicelulósico de paja de trigo presentó un comportamiento diferente a las demás. De una manera general, los perfiles de las curvas presentan un comportamiento parecido, excepto la formación de xilitol en hidrolizado hemicleulósico de bagazo de caña de azúcar en el cual hay un aumento significativo de formación después de 64 horas de fermentación.

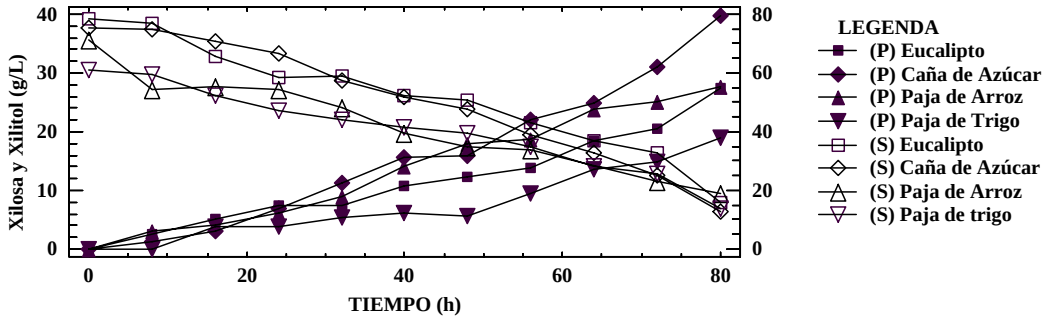


Fig. 1. Consumo de xilosa (S) y producción de Xilitol (P) en hidrolizados de diferentes matérias primas

El peor comportamiento de la levadura *C. guilliermondii* en hidrolizado hemicelulósico de paja de trigo es debido probablemente al menor teor inicial de azúcar en el inicio de la fermentación. Esto fue debido a que durante el proceso de tratamiento fue removida mayor cantidad de xilosa que en las otras materias primas (tabla 1).

Como se muestra en la tabla 1 durante el proceso de tratamiento de los hidrolizados se produjo una mayor pérdida de glucosa en el hidrolizado hemicelulósico de paja de arroz, la cual fue 100 % superior a la producida en el hidrolizado de paja de trigo. Las pérdidas de arabino se estuvieron en un rango semejante a la glucosa, teniendo mayores pérdidas de este compuesto en el hidrolizado de paja de trigo, como sucedió con la xilosa. Por último, observamos que durante el tratamiento se produjo una buena remoción (65-100 %) de los compuestos inhibidores furfural e hidroximetilfurfural.

Tabla 1. Porcentaje de remoción de los componentes en los hidrolizados hemicelulósicos de diferentes materias primas durante el proceso de tratamiento con CaO, H_3PO_4 y carbón activado.

Hidrolizado	**Glucosa**	**Xilosa**	**Arabinosa**	**Ácido Acético**	**Furfural**	**Hidroximetilfurfural**
Bagazo Caña	22,27	26,26	22,72	16,5	71,42	93,22
Paja de Arroz	39,30	31,21	37,07	0,00	99,03	93,77
Eucalipto	23,37	30,17	32,23	12,6	100,00	100,00
Paja de Trigo	20,96	41,07	46,21	1,5	98,09	64,60

La tabla 2 muestra que la productividad volumétrica en xilitol y el factor de conversión de xilosa en xilitol (Yp/s) se comportaron de igual forma independientemente de la materia prima utilizada. Los valores de media obtenidas para la productividad y para Yp/s con el hidrolizado de bagazo de caña de azúcar son superiores a los obtenidos con el hidrolizado de paja de trigo, y difieren estadísticamente en un nivel de 5 % según el teste de Duncan aplicado. Respecto al consumo de xilosa y al crecimiento celular el comportamiento de la levadura *C. guilliermondii* también fue independiente de la materia prima empleada. El mejor valor de eficiencia del proceso de fermentación fue obtenido con hidrolizado de bagazo de caña de azúcar, el cual es diferente estadísticamente a los obtenidos en los demás hidrolizados en un nivel de 5 % según el teste de Duncan. Los peores resultados de eficiencia de fermentación fueron obtenidos con hidrolizado de paja de trigo.

Tabla 2. Teste de Duncan para los parámetros fermentativos obtenidos durante la producción de xilitol en hidrolizados hemicelulósicos de diferentes materias primas.

Matéria Prima	**Produtividad (g/L.h)**	**$y_{p/s}$ (g/g)**	**$y_{x/sT}$ (g/g)**	**consumo (%)**	**eficiencia (%)**
Caña-de azúcar	0,496a	0,633a	0,044a	83,72a	68,97a

Paja de arroz	0,347ab	0,523ab	0,073a	74,71a	57,04b
Eucalipto	0,341ab	0,434ab	0,050a	79,66a	47,32bc
Paja de trigo	0,238b	0,320b	0,058a	77,66a	43,95c

Las medias seguidas de la misma letra no difieren entre sí al nivel de 5 % por el teste de Duncan.

CONCLUSIONES

Se puede concluir que todas las materias primas utilizadas en este trabajo proporcionan hidrolizados hemicelulósicos capaces de ser bioconvertidos en xilitol por la levadura *Candida guilliermondii*. Se deben procurar alternativas de tratamiento con el objetivo de reducir la pérdida de azúcares fermentables, sobretodo la glucosa y la xilosa.

REFERENCIAS

Almeida e Silva, J.B. (1996). "Aplicação De Modelagem Matemática Na Produção De Proteína Microbiana por *Paecilomyces Variotii* em Hidrolisado Hemicelulósico de Eucalipto". Ph.D. Thesis., FCF, Universidade De São Paulo, São Paulo, Brazil

Almeida e Silva, J.B., Lima, U.A., Taqueda, M.E.S., Guaragna, F.G. (2002). *Bioresource Technol*. (In Press)

Almeida e Silva, J.B., Lima, U.A., Taqueda, M.E.S., Guaragna, F.G. (1998). *Braz. J. Chem. Eng*., Vol. 15, pp. 273-279

Biswas, S. Washishtha, N. (1998). *Chem. Eng. World* Vol. 33, pp. 103-108

Emodi, A. (1978). *Food Techn.* Jan., pp. 28-32

FAO (2000) *Food Agriculture Organization Of The United Nations*. Http://Www.Fao.Org/Forestry/Fo/Country

Felipe, M.G.A. Alves, L.A, Silva, S.S., Roberto, I.C., Mancilha, I.M., Almeida e Silva, (1996). *Bioresource Tecnol.*, Vol. 56, pp. 281-283

Ferrari, M. D., Neirotti, E., Albornoz, C., Sancedo, E., (1992). *Biotechnol. Bioeng*., Vol. 40, pp. 753-759

Hamilton, F., Leopold, B. (1987). *Pulp and Paper Manufacture*, Joint Textbook Committee Of The Papaer Industry, No. 3, pp. 82-84

Hon, D.N.S (1996). Chemical Modification Of Lignocelullosic Materials, New York, Marcel Dekker, 370p

Macedo, I. C. (1998). *Biomass Bioenergy* Vol.14 (1), pp. 77-81

Molwitz, M. Silva, S.S, Ribeiro, J.D., Roberto, I.C., Felipe, M.G.A. (1996). *Z. Naturforsch* 51c

Prata, A M.R.(1997). *Tese De Doutorado*, FCF-USP, 125p

Rubio, Z. (2002), Tese de Mestrado, FAENQUIL

Sirinivasan, M.C., Ramarao, R., Deshmukh, S.S., Sahasrabudhe, N.A (1983). *Enzyme and Microbial Technol* Vol. 5 No. 4, pp. 269-272

USO DE TÉCNICAS ANALÍTICAS EN LOS ESTUDIOS PRELIMINARES DE LA CARACTERIZACIÓN DE LOS METABOLITOS ANTIFÚNGICOS DEL PRODUCTO BIOLÓGICO GLUTICID PARA SU USO EN LA PROTECCIÓN DE LA SEMILLA BOTÁNICA DE LA CAÑA DE AZÚCAR

Lorenzo, Magdalena
Guerra, Mercedes
Villa, Pilar
Redondo, Delfa
Díaz de Villegas, María Elena
Bell , Antonio
Rodríguez, Engracia

Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA).Vía Blanca 804 y Carretera Central. Apdo Postal 4026 La Habana, Cuba.
E-mail: mlorenzo@icidca.edu.cu.

ABSTRACT

GLUTICID is a biological fungicide obtained from *Pseudomonas aeruginosa* PSS is constituted by antibiotic metabolites, and Pyoverdin. Taking into account the necessity of knowing the nature of the antibiotic metabolites was carried out its partial characterization, starting from the cell free supernatant of the *Pseudomonas aeruginosa* PSS compared with that of *Pseudomonas fluorescens* CHAO as a reference. They were carried out extractions with ethyl acetate, followed by qualitative thin layer chromatography in different solvents systems and preparative, of the organic extracts, UV-visible spectra and HPLC of the eluted fractions. The best resolution in thin layer chromatography was achieve with the solvent system toluene-acetone (80:20). The fractions FI and FII obtained by preparative chromatography, showed antibiotic activity against the fungi *Sclerotium rolfsii*. The UV-VIS spectrum show the presence of aromatic compounds. The results of the HPLC chromatography didn't show significant quantities of 2,4 diacetylphloroglucinol and salicylic acid under the studied conditions.

INTRODUCCIÓN

Las P*seudomonas* fluorescentes, producen una gran variedad de metabolitos secundarios de gran importancia en el control biológico de hongos y bacteria fitopatógenos, entre los que se encuentran: sideróforos de los tipos pioverdin, piochelin y ácido salicílico, (Budzikiewicz, 1997) antibióticos entre los que se pueden citar: 2,4 diacetilfloroglucinol, (Shanahan and col,1992), pioluteorin (Maurhofer and col., 1994), pirrolnitrin (Pfender and col.,1993).

La producción de uno u otro de estos compuestos por una cepa determinada, depende de factores medioambientales entre los que se encuentra la fuente de carbono, por

ejemplo, la síntesis de pioluteorin por la *Pseudomonas fluorescens* Pf-5 se limita en presencia de glucosa. Por otra parte, P. fluorescens CHAO, produce pioluteorin en la rizosfera y en un medio complejo como el King B, no lo produce ya que contiene glicerol como fuente de carbono con un medio mínimo de sacarosa-asparagina (Shanahan and col,1992). Esta gran variedad de metabolitos que producen las *Pseudomonas* pss, son generalmente compuestos aromáticos como el ácido salicílico (Casida,1992), otros como los sideróforos tienen acoplados una cadena peptídica, lo cual hace que los procesos de separación, purificación e identificación, resulten engorrosos y complejos.

En el presente trabajo se exponen los resultados obtenidos en los estudios preliminares de los metabolitos con actividad antimicrobianos producidos por la *Pseudomonas aeruginosa* PSS. empleada en la producción del producto biológico GLUTICID con el empleo de algunas técnicas analíticas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Microorganismo y condiciones de cultivo

Se utilizan las cepas de *Pseudomonas aeruginosa* PSS de la colección de cultivos del Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar y de *Pseudomonas fluorescens* CHAO de la Universidad de Zürich, Suiza, empleada como referencia. Se emplean fermentadores Braun de 5 L de capacidad conteniendo 3.5 L de medio glutámico se incuban según la relación 1/10(v/v). La fermentación se lleva a cabo a 30^0 C de temperatura, 250 rpm y 1 vvm. El pH se ajusta a 7 al inicio y después se deja libre durante las 24 horas de la fermentación. Al concluir la fermentación, el caldo fermentado se centrifuga a 12 000 rpm, 15^0C, durante 10 min. El sobrenadante libre de células (SLC) se concentra 10 veces en evaporador rotatorio.

Extracción de los metabolitos antimicrobianos

Se realiza con acetato de etilo por tres veces, siguiendo una relación muestra: solvente de 0.2: 1. Los extractos que se obtienen se concentran en evaporador rotatorio a 45^0C y se llevan a sequedad en estufa al vacío a esta temperatura para los estudios posteriores.

Cromatografía en placa delgada

Los extractos orgánicos obtenidos correspondientes a las cepas PSS y CHAO, se aplican en placas de sílica gel de 20x20 mm. Las placas se desarrollan en los siguientes sistemas de solventes: Cloroformo-Acetona 60:40, Tolueno-Acetona 80:20, Cloroformo-Metanol 95:5.La distancia del frente del solvente es de 13 cm. El revelado se realiza con fluoresceína de sodio para el caso de la cromatogafía cualitativa y las manchas se visualizan bajo la luz uv a una λ de 254 nm. Para la cromatografía preparativa, las manchas correspondientes a los Rf de 0.4 y 0.6 se raspan y eluyen con acetonitrilo, posteriormente se filtran por filtros de membrana de 0.45 y 0.2 μm, para los estudios posteriores

.

Espectros UV-VIS

Se realizan a las muestras disueltas en acetonitrilo en cubetas de cuarzo de 10 mm de espesor en un espectrofotómetro UITROSPEC 2000de la firma Pharmacia Biotech. los datos se procesan por el programa SWIFT II Applications.

HPLC

Técnica con patrones de ácido salicílico y 2,4 Diacetilfloroglucinol.

Se emplea un HPLC-64 de la firma Knauer a temperatura ambiente (25^0C) con una columna de 250 mm largo x 4.6 mm de diámetro interno, rellena con Hipersil ODS de 5 μm, a un flujo de 1.2 ml/min. El sistema de solventes consiste en metanol-agua 6-4 con un 5% ácido acético. La detección se realiza por medio de un detector Knauer a una longitud de onda de 280 nm. Las muestras se disuelven en 1 ml de metanol grado HPLC y se filtran por membrana Millipore de 0.45 μm. Los cálculos se basan en la comparación de las áreas de los picos con las correspondientes áreas de los patrones según el método del standard externo, se usa el software BIOCROM para la adquisición y procesamiento de los datos

Técnica con patrones de fenoles.

Se emplea un HPLC-64 de la firma Knauer a temperatura ambiente (25^0C) con una columna de 250 mm largo x 4.6 mm de diámetro interno, rellena con Hipersil ODS de 5 μm, a un flujo de 1 ml/min.El sistema de solventes consistie en H_2SO_4 0.01N : metanol: propanol (180:30:5). La detección se realiza por medio de un detector Knauer a una longitud de onda de 280 nm. Las muestras se disuelven en 1 ml de metanol grado HPLC y se filtran por membrana Millipore de 0.45 μm. Los cálculos se basan en la comparación de las áreas de los picos con las correspondientes áreas de los patrones según el método del standard externo, se usa el software BIOCROM para la adquisición y procesamiento de los datos.

Determinación de actividad antibiótica

Las manchas correspondientes a la cromatografía en placa delgada de los extractos orgánicos de las cepas estudiadas, se disuelven en acetato de etilo y se aplican en discos de papel de filtro de 20 mm, se dejan secar durante 14-18 horas, y se colocan sobre medio agar malta en placas Petri. Sobre dichos discos se coloca un ponchete del hongo *Scleotium rolfsii*, crecido durante 7 días. En paralelo se coloca un testigo. Se incuban a 30^0C durante 7 días y se mide la inhibición del crecimiento micelial del hongo.

Resultados y Discusión

A los extractos orgánicos obtenidos después de su extracción con acetato de etilo a partir de los SLC de las cepas PSS y CHAO, se les realizó cromatografía en placa delgada. Los resultados de la separación de las fracciones aparecen en la tabla 1.

Tabla 1 Separación de los extractos orgánicos correspondientes a la *P.aeruginosa,* PSS *y P. fluorescens* CHAO por cromatografía en placa delgada en tres sistemas de solventes

Sistema de	CHAO	PSS

solvente													
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	6	7	8
Cloroformo-Acetona 60:40	0.27	0.43	0.55	0.70	0.83	0.03	0.27	0.70	0.83	-	-	-	-
Tolueno- Acetona 80:20	0.04	0.28	0.40	0.6	0.75	0.04	0.09	0.3	0.17	0.28	0.42	0.6	0.75
Cloroformo-Metanol 95:5	0.05	0.19	0.42	0.76	-	0.05	0.19	0.37	0.42	0.76	-		

De los sistemas de solventes estudiados, la mejor resolución se obtiene en el correspondiente a tolueno-acetona 80:20, donde puede apreciarse la separación en 8 fracciones del extracto orgánico de la cepa PSS, adicionalmente puede señalarse que las fracciones de Rf 0.04, 0.6 y 0.75, son coincidentes con las obtenidas de la cepa CHAO. La fracción de Rf 0.4 se reporta en la literatura que es característica del 2,4 diacetilfloroglucinol y de Rf de 0.30 al pioluteorin (Maurhofer and col., 1994).

Con relación a otros sistemas de solventes, en cloroformo-acetona 60:40, fue donde se obtiene menor resolución, coincidiendo en el mismo para las dos cepas la fracción de Rf 0.70 y 0.83. En el sistema cloroformo-metanol son coincidentes las de Rf 0.05, 0.19, 0.42 y 0.76.

En general se evidencia similitud en la separación de los extractos orgánicos obtenidos por las cepas PSS y CHAO. La fracción de Rf 0.4, en el sistema de solvente tolueno-acetona 80:20, se escoge por corresponder con la del 2,4 diacetilfloroglucinol, y la 0.6 por tratarse de una mancha intensa con muy buena resolución. Estas fracciones denominadas FI la de Rf 0.4 y FII la de Rf 0.6, después de eluídas se les determina la actividad antibiótica. Los resultados obtenidos aparecen en la tabla 2.

Tabla 2 Actividad antibiótica de las fracciones I y II de la cromatografía en placa delgada de los extractos orgánicos de las cepas *P.aeruginosa,*PSS *y P. fluorescens* CHAO

Inhibición del crecimiento micelial del hongo Sclerotium rolfsii (%)				
Cepa	Fracción I		Fracción II	
	48 hrs	144 hrs	48 hrs	144 hrs
PSS	55	68	53	63
CHAO	27	37	60	68

Los resultados de esta tabla nos indican que mediante el procedimiento de separación seguido, se obtienen las fracciones FI y FII a partir de las cepas PSS y CHAO, que tienen actividad antimicrobiana, lo que nos permitie continuar el estudio preliminar de estos metabolitos por los métodos que a continuación se discuten.

Se realiza un estudio de los espectros UV-VIS de las FI y FII, en el de la FI de la cepa PSS se observa un solo pico con un máximo a 211 nm, el cual no ha sido reportado entre los compuestos identificados a partir de las *Pseudomonas* spp.. Cuando se compara con el espectro correspondiente a la FI pero de la cepa CHAO a pesar de que ambas tuvieron el mismo Rf en la cromatografía en placa delgada, el espectro es totalmente

diferente, se presenta en este caso un hombro a 250 nm lo que es característico de la banda de absorción del anillo aromático.

En el espectro UV-VIS de la FII de la cepa PSS aparece un solo pico a 211 nm igual que en el análisis de la fracción FI, mientras que en el correspondiente a la misma fracción pero de la cepa CHAO, aparecen dos máximos a 280 nm y 313 nm, lo que nos confirma nuevamente la presencia de compuestos aromáticos producidos por estas cepas.

Se realizan los perfiles cromatográficos HPLC de las fracciones FI y FII comparadas con patrones de compuestos fenólicos. En el cromatograma de la FI de la PSS, se observa un solo pico desconocido con un área muy pequeña, y en el caso de la FI pero de la cepa CHAO, también se muestra un solo pico desconocido con una concentración mayor. Al analizar las fracciones II correspondientes a las cepas PSS y CHAO, también comparadas con los patrones fenólicos, se aprecian 8 picos que aunque en bajas concentraciones corresponden a los patrones de aldehído protocalítico, ácido vainillínico, ácido siríngico, vainillina, syringaldehído, ácido paracumárico, ácido ferúlico y cumarina, sin embargo en el correspondiente a la FII de la cepa CHAO aparece un solo pico desconocido. Complementando estos resultados con otros estudios se podría confirmar la presencia de compuestos fenólicos en estas fracciones.

Los perfiles cromatográficos HPLC, de las fracciones FI y FII pero con los patrones 2,4 diacetilfloroglucinol y ácido salicílico, arrojaron los siguientes resultados. En el correspondiente a la FI de la PSS, se obtuvieron 5 picos fundamentales, de los cuales el 1,2 y 3 son compuestos desconocidos y el 4 a muy baja concentración corresponde al 2,4 diacetilfloroglucinol. Por otra parte el cromatograma de la FI de la CHAO, muestra un pico (1) que es desconocido y no se detectó el 2,4 diacetilfloroglucinol, lo que nos confirma que estos metabolitos se producen bajo condiciones medioambientales específicas y es por ello que esta cepa que se conoce como productora de este antibiótico en la rizosfera (Shanahan and col., 1992), sin embargo no se detecta en el medio glutámico bajo las condiciones de fermentación empleadas en este trabajo. En el cromatograma correspondiente a la FII de la PSS, aparecen dos picos (1 y 2), desconocidos y en el de esta fracción pero de la cepa CHAO, se detectaron 3 picos (1,2,3) donde el pico 2 a una concentración muy baja corresponde al ácido salicílico y los otros dos son desconocidos. En general se puede decir que bajo las condiciones empleadas para la cromatografía HPLC, con patrones de 2,4 diacetilfloroglucinol y ácido salicílico las fracciones FI y FII, no mostraron presencia significativa de estos compuestos.

CONCLUSIONES

- De los sistemas de solventes utilizados en la separación por cromatografía de placa delgada el de mejor resolución resulta la mezcla tolueno-acetona 80:20.
- Las fracciones FI y FII obtenidas por cromatografía preparativa en placa delgada de las cepas *P.aeruginosa*,PSS *y P. fluorescens* CHAO, tienen actividad antimicrobiana.
- Por los espectros UV-VIS obtenidos se puede inferir la presencia de compuestos aromáticos.
- Los resultados obtenidos en los perfiles cromatográficos de HPLC no nos permiten afirmar categóricamente la presencia de compuestos fenólicos en las fracciones analizadas que corresponden a los metabolitos con actividad antimicrobiana, de las cepas

*P.aeruginosa,*PSS *y P. fluorescens* CHAO. Recomendamos hacer uso de técnicas espectrométricas (masa y RMN).

- Bajo las condiciones de la cromatografía HPLC estudiadas no se aprecian cantidades significativas de 2,4 diacetilfloroglucinol y ácido salicílico.

REFERENCIAS

1. Budzikiewicz, H. (1997). Vol. 19, Atta-ur-Rahman (ed.), Elsevier Science B. V, pp 793-835
2. Shanahan, P., O'Sullivan, D. J., Simpson, P., Glennon, J.D., O'Gara, F. (1992). *Appl. Environ. Microbiol*. Vol. 58 pp. 353-358
3. Maurhofer, M., Keel, C., Haas, D., Défago, G. (1994). *Eur. J. Plant Patho*l. Vol. 100, pp. 221-232
4. Pfender, W., Kraus, J., Loper, J.E**.** (1993). *Phytopathology*. Vol. 83, pp.1223-1228
5. Casida, L.E. JR. (1992). *Appl. Envinon. Microbiol*. Vol. 58, pp.:32-37

USO DEL ETANOL EN MEZCLAS CON GASOLINA EN CUBA. EVALUACIÓN Y CONSIDERACIONES ECONÓMICAS

Herryman Munilla, Maribel
Blanco Carracedo, Gladys Dra

Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA)
E-mail: maribel@icidca.edu.cu

ABSTRACT

At present, preservation of environment is one of the major objectives of mankind due to its importance to warrant people a good quality of life, now and in the future

Transportation, among human activities, is one that creates more pollution, due to engine escape gases resulting from combustion. To decrease these effects some countries are using ethanol in mixtures with gasoline and/or diesel or manufacturing gasoline additives to enhance its power and substitute the traditional lead ones. In Cuba, ethanol-gasoline mixtures had been used during World War II; afterwards, they had also been used in different opportunities, for short periods of time, but were never generalized.

In this paper, considerations about the factors that should be taken into account regarding the use of ethanol-gasoline mixtures in Cuba are discussed. Also, a preliminary economical evaluation about the use of these blends is carried out, using ethanol of different types, according to results obtained in the research work. Results pointed out that ethanol production costs must be decreased in order to make the substitution of gasoline by ethanol economically competitive.

INTRODUCCIÓN

El etanol en mezclas con gasolina, que en los últimos años ha experimentado un gran auge en algunos países para reducir la contaminación ambiental, se usó en nuestro país en la década de los años 40, por la escasez de gasolina como consecuencia de la guerra. Después, diferentes instituciones realizaron investigaciones con vistas al uso de las mezclas alcohol-gasolina, pero los resultados de estos trabajos nunca se llevaron a escala comercial. Actualmente, se continúa investigando, empleando gasolina regular y distintos tipos de alcoholes, para determinar las proporciones alcohol-gasolina óptimas en la mezcla y la viabilidad de su empleo en el transporte automotor.

En este trabajo se realiza una evaluación económica preliminar de las mezclas alcohol-gasolina, tomando como referencia los resultados de las investigaciones para la preparación de las mismas, y se hacen algunas consideraciones acerca del uso del etanol, en este sentido y los factores que influyen. Esto es importante para el país ya que el uso del alcohol en mezclas con gasolina permitiría ampliar la oferta de combustibles, disminuir la importación de petróleo y reducir la contaminación ambiental.

ANTECEDENTES

El uso del etanol como combustible en Cuba data de varias décadas atrás, cuando fue empleado en distintas oportunidades. También diferentes instituciones y organismos realizaron investigaciones y, aunque los resultados nunca se llevaron a la práctica, evidenciaron que: (Blanco 1985)

- El uso de mezclas alcohol-gasolina favorece la disminución de los componentes tóxicos en los gases de escape y el aumento de la eficiencia térmica.
- Proporciones de alcohol superiores al 15 – 20% aumentan probabilidades de dificultades técnicas; inferiores al 5% incrementan el peligro de hidratación de la mezcla y, por tanto, problemas con el funcionamiento del motor. Se recomendaron mezclas con un contenido de alcohol entre 5 – 15%
- El alcohol es un antidetonante que tiene la ventaja con respecto al tetraetilo de plomo de no ser tóxico ni contaminante del medio ambiente ni ocasionar deterioro del motor.

El alcohol como carburante

Por sus características (valor calórico adecuado, alto octanaje y alta solubilidad en gasolina), el uso del etanol en mezclas con gasolina tiene las siguientes ventajas: (Blanco y Herryman 2000)

- Número superior de octanos
- Emisión de gases menos tóxicos
- Disminución de la contaminación ambiental
- Reducción de las importaciones de petróleo y/o gasolina
- Aumento de la disponibilidad de combustible automotor
- Obtención a partir de una materia prima renovable
- Estimula el sector agroindustrial

Mezclas alcohol-gasolina desarrolladas

El Departamento de Explotación Técnica y Energía del Centro de Investigación y Desarrollo del Transporte (CETRA) ha trabajado en la formulación de mezclas alcohol-gasolina con Alcohol Fino hidratado 96,5 ^{o}GL y Alcohol Técnico A y el Centro de Investigaciones del Petróleo (CEINPET) también, pero con Alcohol Anhidro. Ambos utilizaron gasolina regular. Las mezclas desarrolladas fueron las siguientes: (Alea y Cavado 2001)

CETRA: 20% Alcohol Fino ó Técnico A
80% Gasolina Regular

CEINPET: 15% Alcohol Anhidro
85% Gasolina Regular

Evaluación económica preliminar de las mezclas alcohol-gasolina

Para conocer la factibilidad económica del uso de los diferentes tipos de alcohol en mezclas con gasolina, en las condiciones de nuestro país, se realizó una evaluación económica preliminar de las mezclas desarrolladas por el CETRA y el CEINPET, para estimar los costos en cada caso y determinar su competitividad con relación a la gasolina sin mezclar.

Para estimar el costo de las mezclas se utilizaron los precios siguientes: (MINAZ 2001)

- Alcohol Fino A: 30,70 USD/hl (375,77 USD/t)
- Alcohol Técnico A: 30,40 USD/hl (373,10 USD/t)
- Alcohol Anhidro: 31,85 USD/hl (389,84 USD/t)
- Gasolina regular: 280,64 USD/t.

La tabla 1 muestra el costo de las mezclas con cada tipo de alcohol y su comparación con el precio de la gasolina sin mezclar.

Tabla 1. Costo de las mezclas alcohol gasolina (100 000 t) (USD)

Componentes	**Alcohol Fino**	**Alc. Técnico A**	**Alc. Anhidro**
Gasolina	22 451 200	22 451 200	23 854 400
Alcohol	7 515 400	7 442 000	5 847 600
Otros	299 666	299 666	299 666
Total	30 266 266	30 192 866	30 001 666
Costo/t de mezcla	302,66	301,93	300,02
Valor de 100 000 t de Gasolina	28 064 000	28 064 000	28 064000
Precio/t de Gasolina	280,64	280,64	280,64

Con todos los alcoholes empleados para la preparación de las mezclas, el costo estimado de la misma está por encima del valor de la gasolina sin mezclar. Para que la sustitución sea económica el precio del etanol debe ser:

Alcohol Fino A y Técnico A 266,73 USD/t (21,79 USD/hl)
Alcohol Anhidro 262,11 USD/t (21,41 USD/hl)

Consideraciones sobre el empleo del alcohol como carburante en Cuba

El uso del alcohol como carburante dependerá, en gran medida de: (Herryman y Blanco 2000)

- Aumento en la disponibilidad de caña.
- Completamiento de los proyectos de gasificación.

- Rehabilitación técnica de la industria y empleo de tecnologías más eficientes para reducir los costos de producción.
- Considerar el carácter estratégico del uso de las mezclas.
- Toma de conciencia en la observación de las regulaciones ambientales

Los siguientes factores indican un cambio que favorecerá las condiciones para el uso de las mezclas:

- La disponibilidad de mieles debe aumentar en virtud de los programas de desarrollo de la agricultura cañera que se llevan a cabo.
- Los programas de desarrollo de la industria alcoholera para reposición y ampliación de capacidad permitirán aumentar eficiencia, disminuir costos y construir nuevas plantas.
- Las regulaciones ambientales son cada vez más severas y cada día hay más exigencia en el país.
- El empleo de etanol en mezclas debe enfocarse como una cuestión estratégica que permite al país ampliar la oferta de combustibles utilizando un producto obtenido de fuentes renovables y contribuye al mejoramiento de las condiciones ambientales.

CONCLUSIONES

- La factibilidad económica del uso de las mezclas alcohol – gasolina está determinada por la coyuntura entre los precios del alcohol y la gasolina. Será económicamente competitivo cuando el costo de la mezcla permita fijar un precio a la misma que no exceda el de la gasolina sin mezclar. Con el precio actual del alcohol y de la gasolina regular, el uso del etanol en mezclas carburantes no resulta económico, debido a que el precio del alcohol es superior al de la gasolina y el costo de la mezcla es más alto que el precio de la gasolina sin mezclar.

- El uso del etanol en mezclas con gasolina o cualquier otro combustible está influído directamente por el mejoramiento de la agroindustria azucarera, para garantizar el suministro de materia prima para la fabricación de alcohol y por la rehabilitación de la industria alcoholera y el empleo de tecnologías más eficientes que permitan obtener costos de producción más bajos para el etanol.

- El uso de las mezclas alcohol gasolina debe analizarse como una cuestión estratégica para el país, ya que permitiría ampliar la oferta de combustibles, que es un recurso escaso y de alta connotación económica y social.

- Debe tenerse en cuenta el factor ecológico, ya que el uso de las mezclas disminuye la contaminación ambiental, al reducir la emisión de gases tóxicos de los motores a la atmósfera y esto cada vez cobra mayor importancia a nivel mundial.

- Se debe continuar estudiando esta problemática, tanto técnica como económicamente, por la importancia que tiene para nuestro país encontrar fuentes alternativas de energía, básicamente a partir de materias primas renovables, que permitan reducir la dependencia de los combustibles importados.

REFERENCIAS

Blanco, G. (1985). "Análisis del alcohol como combustible automotor en las condiciones de Cuba". Dpto. Investigaciones Económicas. ICIDCA.

Blanco, G.; Herryman, M. (2000) "Alcohol carburante. Una panorámica mundial y consideraciones sobre su producción y uso en Cuba". ICIDCA.

Comunicación personal (2001). Ing. J.J. Alea. J' Dpto. de Explotación Técnica y Energía. Centro de Investigación y Desarrollo del Transporte (CETRA) e Ing. A. Cavado. Especialista. Centro de Investigaciones del Petróleo (CEINPET). Cuba.

Herryman, M.; Blanco, G. (2000). "Análisis económico del uso del etanol como combustible en Cuba". En: Conferencia: Uso de la Biomasa y los Combustibles Alternativos en un Desarrollo Energético Sostenible. Cuba.

MINAZ (2001). Precios oficiales de insumos.

UTILIZACIÓN DE DESECHOS AGROINDUSTRIALES PARA LA BIOPRODUCCIÓN DE DEXTRANOS DE ALTO PESO MOLECULAR

Vega-Baudrit, J*
Sibaja, M.*
Moya, M.*
Torres, L.*
Lopretti, M.**
Bell, A.***

Escuela de Química Universidad Nacional Heredia, Costa Rica

E-mail: poliuna@una.ac.cr

Tel y fax 2 77 3557,
** Universidad de la República Oriental del Uruguay ,Montevideo, Uruguay
Tel y fax. 408 4194
*** ICIDCA, La Habana, Cuba

ABSTRACT

DEXTRAN is a polysaccharide consisting of glucose units linked predominantly in alpha 1-6 position. Usually, dextran is obtained starting from industrial sugar cane by action of dextransucrase enzyme.

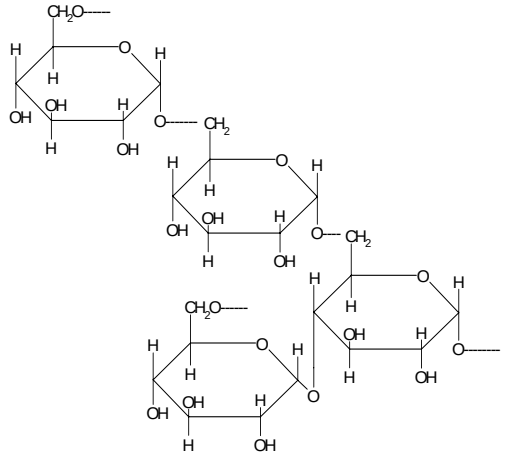
In this study, dextran was obtained starting from pineapple juice agroindustry wastes. Pineapple shell juice was pretreated using NaOH (to pH 5.5) and then it was pasteurized. Fermentation was carried out in a 10 L bioreactor during 14 hours at 29ºC. Juice was inoculated with *Leuconostoc mesenteroides*, var. mesenteroides (ATCC 10830). It was previously incubated during 18 hours. Cells were separated by centrifugation. Dextran was precipitated using ethanol (1:1). Finally, It was purified and characterized using viscosity, molecular weight and infrared spectroscopy (FTIR). Obtained results showed a native dextran with a relative viscosity of 6.4, a viscosimetric average molecular weight near to 1 million. Yields were of 6.3 g/L.

From above mentioned, it is deduced that it is possible to take advantage of materials considered as wastes of industrial processes to produce new materials.

INTRODUCCIÓN

Dextrano es el nombre que colectivamente se le da a un gran grupo de exopolisacáridos bacterianos. Químicamente son α-D-glucanos con predominio de enlaces glucosídicos 1-6 (figura 1). La estructura, el peso molecular y otras propiedades de los

dextranos son muy específicas de acuerdo al microorganismo utilizado para su obtención según Monsan (1981)



Los dextranos son producidos por acción de la enzima dextransacarasa sobre la sacarosa, la cual desdobla la sacarosa y simultáneamente enlaza la glucosa mediante radicales libres con la consiguiente liberación de fructosa. Microbiológicamente son producidos por bacterias de los géneros *Leuconostoc, Streptococcus y Lactobacillus* y por algunos hongos del género *Penicillium* según referido por Barker, P.E.; N.J. Ajongwen (1990).

Figura 1. Molécula de dextrano

Este tipo de material es ampliamente usado en el tratamiento clínico-terapéutico de animales y humanos y en la industria alimenticia y farmacéutica. Los altos precios en los mercados internacionales, convierten a estos productos en una línea importante de desarrollo, sobre todo si la materia prima a utilizar es un desecho según menciona Torres, L.,Sibaja, M., Moya, M., Luque, J., Lopretti, M. (1996)

En los últimos años la industrialización de la biomasa genera gran cantidad de desechos (ver cuadro I) los cuales son dispuestos en rellenos sanitarios, zanjas o en las riveras de los ríos, convirtiéndose de esta manera en una fuente de contaminación ambiental. Sin embargo, estos desechos muestran un alto potencial para ser utilizados como materia prima en otros procesos industriales según indica Vega, J. (1998).

Cuadro 1. Producción de desechos en Costa Rica

Tipo de desecho	Porcentaje
Ordinario	13.6
Peligroso	0.4
Agroindustriales	86.0

Dentro de los desechos agroindustriales, se tienen los originados por el procesamiento de la piña, cuyo cultivo y exportación como producto no tradicional, ha venido en aumento en los últimos años. En nuestro país, la industrialización de la piña genera un 50% de desechos, donde el corazón y la cáscara representan el 30%, equivalente a una cantidad cercana a las 3.000 toneladas anuales (Vega, J. (1998 y 1995). En el caso de las cáscaras de piña, se ha aprovechado su parte fibrosa en la obtención de derivados lignocelulósicos y el líquido resultante, queda como un desecho que aún no ha sido evaluado. Dicho jugo presenta un contenido de sacarosa de aproximadamente 5 %, lo que lo convierte en un sustrato adecuado para la obtención de dextranos utilizando una cepa del género *Leuconostoc.*

El objetivo de este trabajo es la producción biotecnológica de dextranos de alto peso molecular, utilizando como sustrato la sacarosa presente en el jugo de las cáscaras de piña y como inóculo la cepa *Leuconostoc mesenteroides* var. *mesenteroides* ATCC 10830 (NRRL B-512F).

MATERIALES Y MÉTODOS

Sustrato: El jugo se obtuvo del procesamiento de la piña (*Ananas comusus)* industrial. El jugo fue pretratado con NaOH 1N, hasta pH de 5.5. Se pasteurizó calentando el jugo a 61.5°C por 3 minutos con enfriamiento hasta la temperatura inicial. Este proceso se repitió tres veces.

Análisis químicos del sustrato: El porcentaje de sacarosa, y otros azúcares fueron determinados por el de HPLC. Los ácidos totales por titulación con hidróxido de sodio, proteínas por Biuret, cenizas por ASTM D1102-56 y pH.

Análisis microbiológicos: Se determinó el índice de coliformes fecales y totales, usando la técnica de tubos múltiples (Bell, A., Carrera, E. (1992)), conteo total de aerobios y mesófilos

utilizando las técnicas por vaciado y rayado y conteo de hongos y levaduras (Bell, A., Malek, J. (1997)).

Microorganismo: Se utilizó la bacteria *Leuconostoc mesenteroides* var.*mesenteroides* ATCC 10830.

Inóculo: El jugo de piña fue inoculado con un cultivo de *Leuconostoc mesenteroides* incubado durante 18 horas a 29 °C en un medio de cultivo artificial, el cual contiene triptona, cloruro de sodio, acetato de sodio, de ácido ascórbico, elementos traza, sacarosa y extracto de levadura en agua. El pH del medio se ajustó a 5,5 con ácido clorhídrico (Vega, J. (1998)).

Obtención y purificación de dextranos: El jugo del desecho de piña inoculado se incubó por 18 horas a 29°C, sin agitación. Se centrifugó por 30 minutos a 5000 rpm, para eliminar las células. Al sobrenadante se le adicionó etanol al 95% (1:1). Se centrifugó a 5000 rpm /30 min. (Vega, J. (1998)). El sobrenadante se descartó y el precipitado se purificó. Se realizó la curva de precipitación para comprobar esta relación 1:1. El dextrano obtenido se secó y se determinó el rendimiento de producción.

Caracterización de dextranos: la viscosidad y el peso molecular viscosimétrico se realizaron según el ASTM D445 y D2515 (Vega, J. (1998) con viscosímetros Cannon-Fenske, a 40°C. Para los grupos funcionales, se utilizó un equipo de Espectroscopía de infrarrojo (FTIR) PARAGON 1000 PERKIN ELMER.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La selección del sustrato se realizó con base en los requerimientos de la bacteria *Leuconostoc mesenteroides*, la cual necesita para su reproducción un pH de 5.5, 20-30 ºC y 2 % de sacarosa. El contenido de sacarosa del jugo de piña posterior a la esterilización queda en 1.4 % (cuadro II).

Cuadro 2 Caracterización de los desechos de piña sin tratar

Desecho	pH	Acidez *	Sacarosa (%)	Cenizas (%)	Proteína (mg/mL)
Cáscara de piña	3.70	70.56	4.16	0.43	10.4

* mL de NaOH 0.1 N/100 g de jugo

El análisis de sacarosa al final de la obtención de dextrano fue de 0.13 %, lo que demuestra que durante el proceso de fermentación la mayoría de la sacarosa presente fue consumida por el microorganismo y parte de ella transformada en dextranos y fructuosa. El rendimiento de dextranos obtenidos fue de 6.3 g/l, el cual es superior si se compara con el obtenido utilizando otros sustratos mencionados en la literatura

Para encontrar las mejores condiciones de purificación del dextranos, se realizó una curva de precipitación en etanol. Se comprobó que la cantidad necesaria de alcohol etílico al 95 %, para precipitar la máxima cantidad de un dextrano en medio acuoso corresponde a una relación de 1:1 agua-etanol.

Con respecto a los resultados obtenidos en la caracterización del dextrano, se obtuvo un material sólido, de color crema, con una viscosidad relativa de 6.4 y un peso molecular de 960.000 umm, y según los espectros de infrarrojo, se concluye que el material producido corresponde al dextrano esperado.

CONCLUSIONES

Los resultados iniciales de la aplicación de estas metodologías a desechos agroindustriales son una opción para disminuir la contaminación ambiental que proviene de esta fuente. Eventualmente, se aprovecharían materiales considerados como subproductos de procesos industriales, económicamente subutilizados, y que producen alta contaminación ambiental para la obtención de materiales de mayor valor agregado.

De esta manera se pretende que con el aporte de los centros de investigación, las compañías industrializadoras de esta fruta disminuyan el porcentaje de sus desechos y por ende su impacto negativo en el medio ambiente. Asimismo, se beneficien con económicamente con la obtención de productos de un mayor valor agregado que el de los desechos. Se combina de esta manera un mejoramiento en la calidad de vida del costarricense y un incremento en las ganancias de los productores de la fruta.

REFERENCIAS

Monsan, P. (1981), *J Biotechnol Bioeng*, Vol.23, pp. 2027-2037

Barker, P.E.; N. J. Ajongwen (1990), *J Biotechnol Bioeng*., Vol. 37, pp. 703-707

Torres, L.,Sibaja, M., Moya, M., Luque, J., Lopretti, M. (1996), “Conversión del jugo de cáscaras de piña a biopolímeros”. En: *Congreso Triestre* Italia. Abstract

Vega, J. (1998). "Curso Internacional. Obtención de Dextranos a partir de agua de Coco" República Dominicana

Vega, J. (1997), Informe Anual Producción de Dextranos de Desechos Agroindustriales, Laboratorio de Polímeros, POLIUNA

Bell, A., Carrera, E. (1992), *Revista ICIDCA*, Vol. XXVI, Nº 2

Bell, A., Malek, J. (1997), *Boletín sobre los derivados* Vol 7 (2)

González, E. Monctezuma, A. (1985) "Biotechnology for the processing of pineapple waste". *Industry and Environment*, Vol.8

Vega, J. (1994), "Obtención de espumas rígidas de poliuretano a partir de cáscaras de piña". *Tesis de grado de licenciatura,* Universidad de Costa Rica

UTILIZACIÓN DE PREDICAL PARA LA ALIMENTACIÓN DE GANADO VACUNO

Islén Limonta. P
Díaz Concepción A.
Rodríguez Baluja Y.

U.I.P de la Celulosa del Bagazo Cuba 9, Central "Pablo Noriega", apartado 8, pc 33500, Quivicán La Habana, Cuba.
E-mail: Investc9@ip.etecsa.cu

ABSTRACT

Fourty bulls in growing phase, with an average weight of 300 kg, were randomly divided into two groups of 20 each. The first group, used as "witness", was fed with a mixture of grass, forage, molasses and urea. A variation was introduced on the second group, which was fed with 50% Predical, 40% grass and 10% protein supplement.

The acceptance of Predical was tested, in terms of average daily net weight increase, and time to attain the slaughtering weight. An excellent Predical acceptance was statistically proven. The cattle belonging to the second group reached an average daily weight increase of 0,900 kg, as compared to the witness group, with only 0,450 kg. Time to attain the slaughtering weight was 3,7 months for the second group, whereas 7,3 months for the first (witness) group.

INTRODUCCIÓN

La alimentación animal para obtención de carne requiere de insumos y gran disponibilidad de materias primas como concentrados a partir de cereales, para una producción eficiente sobre todo en condiciones difíciles en la zona del trópico, lo que a conllevado a la utilización de productos propios con diferentes alternativas de suplementación para mejorar la alimentación y elevar la eficiencia.

La explotación y ceba del ganado vacuno para carne se realiza prácticamente en todos los países del mundo, empleando métodos acordes a su desarrollo tecnológico y recursos disponibles, de ahí la diversidad en las formas de explotación que van desde el pastoreo hasta formas mas modernas de estabulación con alimentos de alta calidad.

Se dispone de alternativa para la utilización de los residuos de la industria azucarera. En este caso se utilizó el bagacillo, para elaborar un producto denominado Predical (bagacillo predigerido con cal) que es un alimento de buena palatibilidad y ningún índice de rechazo, utiliza cal hidratada de bajo costo y mínimos consumos de miel, alto poder energético (2,2 Mcal/Kg de MS) y proteína bruta en un 12%, digestibilidad del orden del 58-60% y puede ser almacenado bajo techo por periodos de hasta 8 meses.

Este alimento puede llegar a ser sustituto de pastos y forrajes en épocas de seca o de escasez de alimentos La cantidad y tipo de suplemento que deberá suministrarse dependerá

de su concentración proteica y energética o de otros elementos del alimento así como del peso vivo y edad del animal, ganancia media diaria esperada y la raza.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se emplearon 40 toretes en fase de ceba con un peso promedio de 300Kg. Se dividieron en dos grupos de 20 animales cada uno. El primer grupo se mantuvo como control con una alimentación a base de pasto, miel urea (2%) y forraje. Al segundo grupo se le realizo una variación en su dieta donde se incluyó PREDICAL, pasto natural y suplemento proteico. El Predical y el suplemento proteico se suministro en los comederos de las naves de sombra. Se valoró la aceptación del Predical por parte de los animales. A los animales se les realizó un pesaje sistemático cada 15 días y con los datos obtenidos se les aplicó estadística descriptiva. Se determinó la ganancia media diaria y el tiempo que necesitaron los animales de cada grupo para alcanzar el peso final ceba (400Kg).. Se realizó un pesaje sistemático cada 15 días y a los datos obtenidos se les aplicó estadística descriptiva .

En la tabla 1 se muestra el tipo de alimentación e inclusión en la dieta.

Tabla 1 Tipo de alimento y porcentaje de inclusión en la ración de cada grupo.

Tipo de ración GRUPO 1	% de inclusión	Tipo de ración GRUPO 2	% de inclusión
Pasto natural 8h/ día	75	Pasto natural 4h/ día	40
Miel urea (2%)	15	Predical	50
Forraje	10	Suplemento proteico	10

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se demuestra que la ración del grupo II donde se incluyo un 50 % de Predical este tuvo una aceptación excelente sin mostrar ningún índice de rechazo por constituir un alimento de buena palatibilidad, comprobándose que los animales no dejaban residuos del alimento en los comederos.

Además al suministrársele el PREDICAL en los comederos en las naves de sombra bajo un régimen de semiestabulación se reduce el tiempo de pastoreo, los animales comen lo mejor de este, haciendo un mejor aprovechamiento del pastizal, se reduce el gasto de energía por traslación y búsqueda del alimento así como se aminora la exposición a las condiciones adversas del clima, la ceba en estabulación o semiestabulación aumentan la eficiencia y aprovechamiento de los alimentos un 15-20% y que por cada Kilometro recorrido en la búsqueda y selección del alimento se incrementa el gasto energético en un 3%. (Busser, F.W (1998).

En la tabla 2 se aprecian los aportes de cada ración y la ganancia media diaria de cada grupo.

Tabla 2 Aportes de cada ración y ganancia en peso de los grupos.

APORTES	RACIÓN 1	RACIÓN 2
Proteína bruta (g)	330	650
Energía metabolizable(Mcal/Kg)	17.0	23,0
GANANCIA EN PESO Kg/dia/animal	0,455	0,900

Como se observa en esta tabla # II los animales del grupo 2 obtuvieron una mayor ganancia de peso debido a un aporte mayor de nutrientes en la ración por una sustitución de pastos y forrajes en un 50 % de Predical, además se incluyó un 10 %de suplemento proteico para obtener una mayor ganancia y mejor eficiencia, pues según se plantea que aún en condiciones difíciles en el trópico puede explotarse el ganado de carne obteniéndose patrones de respuesta favorables a la fuente de materia suplementaria y que no se admite ganancia de peso elevada si no se incorpora en la dieta proteína de alto valor biológico. Carmen Rico, P (1995).

Cuando se emplea una dieta más completa y con un balance de energía-proteína que satisfaga las demandas para un elevado crecimiento se logran ganancias en peso muy superiores mostrándose una homogeneidad de los pesos en el rebaño a cebar. Tahlschwede, W. (Marzo 2001). Lo descrito anteriormente se observa en la tabla 3 donde los animales del grupo 2 lograron alcanzar un peso medio de 900g habiendo diferencias muy significativas con el otro grupo para un valor de solo l que resulto de 0,089.

Tabla 3 Estadística descriptiva y análisis de varianza simple al pesaje de lo dos grupos.

	Grupo 1	Grupo 2
Media	0.455 a	0.900 b
Desviación estándar	0.089	0.034
Mínimo	0.387	0.863
Máximo	0.494	0.916

El método más efectivo de ceba es el que logra cebar la mayor cantidad de animales posibles con el mayor peso en el menor tiempo. Calzadilla, D. D; Soto, E. M; Hernández, (1999) Esto se corrobora en las figuras 1 y 2 donde se muestra que los animales del grupo 2 lograron alcanzar una ganancia media diaria de 900g en comparación con en grupo 1 que solo mostró una ganancia de 455 g, en la figura 2 se aprecia que el grupo 2 solo demoro en alcanzar el peso de sacrificio 3,7 meses y el primer grupo demoro en alcanzar el peso 7,3 meses

Figura 1 Comparación de la gmd entre los dos grupos de animales.

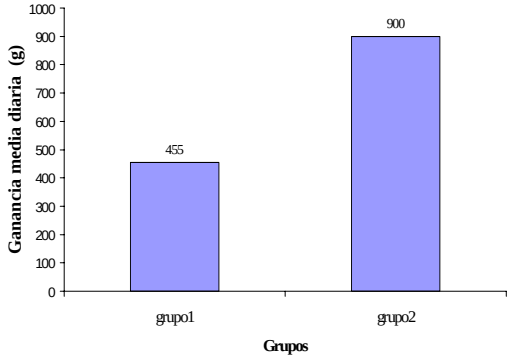
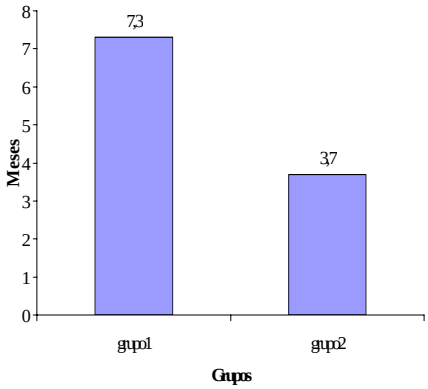


Figura 2 Comparación del tiempo que demoraron los grupos en obtener el peso final



CONCLUSIONES

1. 1. En la alimentación de ganado vacuno cuando se utiliza Predical como sustituto de pastos y forrajes con la suma de un suplemento proteico se logran ganancias diarias de peso por animal de hasta 0,900Kg.
2. 2. Se puede incluir hasta un 50% de Predical en la ración sin afectar los rendimientos productivos de los animales.
3. 3. Al emplear Predical en la dieta se obtiene excelente aceptación y ningún índice de rechazo del producto por parte de los animales.

REFERENCIAS

Busser, F.W (1998). Nutrient Requeriment of cattle. *Food International*. Vol. 11(7): pp. 12-15.

Carmen Rico, P (1995). Curvas de crecimiento de machos cebú en un sistema de alimentación basado en pastos. *Revista Cubana de Ciencias Agrícola.* 24(10):7-12.

Tahlschwede, W. Alimentación en el ganado de cría. {En línea}, Marzo 2001. Disponible en. http/www.insulca.com (consulta junio 2001).

Calzadilla, D. D; Soto, E. M; Hernández, M. R; María Teresa, G. A; García, L. P; Campos, E. P; Andrial, P. D (1999). *Ganadería Tropical.* Ed. Felix Varela. P: 299-317.

UTILIZACIÓN DE ZEOLITAS EN LA INDUSTRIA DE TABLEROS PARA DISMINUIR LOS COSTOS DE PRODUCCIÓN

Serantes López ,M.[1]
Vega Sánchez, N.[2]
Leal Alfonso, J.A[1]**.**
Renté Zamora, A.[1]
Rodríguez Dorrego, M.E[1]**.**

1) 1) Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA)

e-mail: seantes@icidca.edu.cu

2) 2) Laboratorio Central de Minería (LACEMI)
E.mail: natalia@lacemi.cu

ABSTRACT

In this work the zeolite in particleboard industry was presented. The objective of the paper is the study of the substitution of urea-formaldehyde resin (U.F.) by zeolite powder in (5-15)% range in order to diminish the cost of particleboard production.

The results obtained using zeolite (tazajera) with particle size less than 44 micras mixed with U.F. resin are presented.

Properties of zeolite-resin mix and physical-mechanical properties of the particleboard produced was studied. The particle size less than 44 micras in order to know the size effect in the properties of particleboard was studied. Previously particles less than 70 micras was studied.

INTRODUCCIÓN

El objeto fundamental de esta investigación es el estudio y desarrollo de modificaciones en la resina urea- formaldehído con relleno inorgánicos nacionales para mejorar o mantener las propiedades adhesivas de la resina y las propiedades físico-mecánicas en los tableros con el objetivo de disminuir el costo de producción.

Los rellenos inorgánicos en el caso de la resina urea- formaldehído le imparten muy buena plasticidad pues disminuyen la cristalinidad del retículo polimérico al interpenetrar las moléculas de los aluminosilicatos en el mismo. Serantes y otros (1998)

Esta mezcla resulta un nuevo producto con propiedades intermedias mejores o peores que los integrantes por lo que se hace necesario estudiar las propiedades químico-físico, físico- mecánicas y macroscópicas de las mezclas. Serantes y otros (1993)

En este estudio se sustituyó 10 – 20 % de resina urea – formaldehído por rellenos debido a que estos son (30 – 35) % menor que el costo de la primera.
En este trabajo se estudió la Zeolita Tasajera, la cual ha sido detalladamente estudiada por las técnicas de Difracción de Rayos X (DRX), Análisis Térmico (AT) en sus variantes Termico Diferencial Termo Gravimetrico y Diferencial Termo Gravimétrico, así como Análisis Químico (AQ), por métodos de Absorción Atómica.

Además de la caracterización de los rellenos, se determinaron las propiedades físico–químicas de las mezclas de resina urea – formaldehído con los rellenos y se produjeron tableros con diferentes por cientos, de las mezclas realizadas, basándose en las propiedades fisico-químicas, los tableros producidos que fueron sometidos a diferentes análisis físico-mecánicos.

Con los resultados obtenidos en esta segunda etapa se pretende realizar una prueba industrial en la Fábrica de tableros " Camilo Cienfuegos".

MATERIALES Y MÉTODOS

La resina urea – formaldehído utilizada procede de la fábrica de tablero de partículas "Camilo Cienfuegos" de Santa Cruz del Norte. Las partículas para la producción de los tableros, tanto la capa superficial, como la capa central también provienen de la mencionada fábrica. Las partículas se secaron hasta un 2 % de humedad en una estufa a 105 ^{O}C.

Se utilizó un relleno con granulometría menor de 40 micras , procedentes de los yacimientos de Zeolitas de Tasajeras en la Provincia de Las Villas.
Caracterizados desde el punto de vista químico y mineralógico en el Laboratorio Central de Minerales José Isaac del Corral, LACEMI, con la utilización de los equipos y parámetros de trabajo siguientes Difracción de rayos X , Difractómetro Phillips PW-1710, goniómetro horizontal, focalización Bragg-Brentano, radiación Cu K filtro de Ni; sensibilidad 2000 impulsos / seg, Constante de tiempo 1 seg; velocidad del goniómetro 2 grados / min. ,

Derivatógrafo MOM 1500 Q; crisol cerámica mediano; material de referencia: alúmina calcinada; atmósfera del horno: aire sin turbulencia; termopares Pt/Pt (Rh); sistema de registro X:Y; y sensibilidad de canales.
ATD: 250 v, TG: 500 mv; sensibilidad de la termobalanza : 200 mg; velocidad de calentamiento: 10 c / min; tiempo de registro del termograma; 100 min. ; velocidad del papel: 2.5 mm/min; peso de muestra: 800 mg. .
Equipo de absorción atómica SP-9, con los parámetros establecidos en LACEMI, para el análisis completo de silicatos. Rodríguez (1990), Machenzie y otros (1970), Ivanova y otros(1974).

Los tableros se produjeron en las instalaciones existentes en el ICIDCA en un formato de (28 x 25) cm^2 de área y un espesor de 10mm.
La emulsión de parafina se preparó en el ICIDCA al 37 % como se utiliza normalmente así como el cloruro de amonio al 20%

DESARROLLO DEL TRABAJO

Antes de producir tableros sustituyendo resina U.F por relleno es necesario conocer las propiedades fisico-químicas de las mezclas en los porcientos que se pretende estudiar puesto que puede ocurrir que no haya compatibilidad del relleno y la resina, que los rangos sean muy altos o que, las propiedades de las mezclas estén por debajo de los rangos establecidos para producir tableros.

Sobre la base de lo anterior se presenta a continuación la primera parte del desarrollo del trabajo que consiste en estudiar las propiedades fisico-químicas de las mezclas con Zeolita Tasajeras en los rangos de 5,10 y 15 %.

Tabla 1 Propiedades físico- químicas de las mezclas de zeolita tasajera y resina urea-formaldehído (U.F.).

Muestras	PH	Tiempo de gel (s)	Viscosidad (s)
5%	8.57	142	85
10%	8.67	156	105
15%	8.62	187	130

Como se puede observar en la tabla 1, las propiedades se encuentran en los rangos apropiados para esta resina en la producción de tableros

En la tabla 2 se presenta las propiedades físico-mecánicas de los tableros producidos, las cuales se procesan estadísticamente y se presenta la desviación estándar, el % de coeficiente de variación y el error de cada una propiedad.

Tabla 2 Propiedades físico-mecánicas de los tableros producidos con diferentes porcientos de Zeolita Tasajeras

Propiedades		**5%**	**10%**	**15%**	**0%**
Densidad (kg/m^3)	M	663	684	663	679
	S	32	27.5	35.5	31.8
	Error	17.6	15.2	19.6	17.5
	%c.v	4.8	1.4	5.4	4.7
Flexión (N/mm^2)	M	14.9	16.5	16	18.3
	S	2.8	1.6	2.3	2.9
	Error	1.6	0.9	1.3	1.6
	%c.v	18.9	9.7	14.4	15.8
Módulo (N/mm^2) De Flexión	M	1572	1577	1463	1720
	S	238	242.6	260.8	262
	Error	131.6	133.8	143.9	144
	%c.v	15.2	15.4	17.8	15.3
Tracción (N/mm^2)	M	0.3	0.3	0.3	0.4
	S	0.1	0.0	0	0.0
	Error	0.0	0.0	0	0.0
	%c.v	19.8	12.0	9.7	7.7
Dilatación.24h (%)	M	38.4	41.6	36.1	32
	S	3.4	2.2	3.1	2.6
	Error	1.9	1.2	1.9	1.4

%c.v	9.0	5.2	8.7	8.6

Zeolita Tasajeras

En la tabla 2 se puede observar la variación de las propiedades al aumentar el % de relleno. En este caso las propiedades mecánicas se mantienen en el orden de 16.0-16.5(N/mm^2) para la flexión, 1470-1570 N/mm^2 para el módulo de la flexión y 0.3 N/mm^2 para la tracción perpendicular.

En el caso de las propiedades físicas como de dilatación en 24h los valores se mantienen aproximadamente constantes con el aumento de relleno en los valores siguientes: (36-42)% para la dilatación en 24h .

Las variables; espesor, densidad y humedad se mantiene en el rango 660-685 Kg/m^3, 6.5-7.5% y 10mm respectivamente.

Queremos señalar que comparando estos valores con los de la norma cubana NC 43-18-99 para tableros de partículas los obtenidos se encuentran dentro de los parámetros establecidos para la flexión aunque ligeramente menores para el módulo. Modulo de flexión 1800 N/mm^2 , flexión 14 l N/mm^2 la tracción 0.4 N/mm^2, la dilatación en 24 horas resultó también algo mayor comparándolo con los valores de la norma 20 %.

Los tableros sin rellenos si cumplen con la norma 43-18-99 excepto en la dilatación que es ligeramente superior, por lo tanto podemos concluir que los rellenos de Zeolita Tasajeras en el rango de 5-15% disminuyen ligeramente las propiedades comparado con el tablero sin relleno y con las propiedades establecidas en la norma de Especificaciones de Calidad para tableros de partículas.

CONCLUSIONES

- Se estudió el compartimento de los rellenos inorgánicos Zeolita Tasajeras en mezclas con resina urea-formaldehído en sus propiedades fisico-químicas y físico-mecánicas de los tableros en el rango de 5 hasta 15 porciento.
- Se demostró que las propiedades fisico-mecánicas de los tableros disminuyen ligeramente comparados con el tableros patrón sin relleno y con excepción de la resistencia a la flexión todas las propiedades se encuentran por debajo de la norma cubana 43-18-99.
- Se concluye, con este estudio, que una granulometría menor de 44 micras, en los % de rellenos utilizados disminuyen las propiedades. Esta debe ser menor 70 micras, como se reporta en trabajos anteriores

RECOMENDACIONES

- Realizar el trabajo con una granulometría de los rellenos mayor de 100 micras
- Estudiar sustituciones de rellenos por resina en rango de 20-30% para notar la disminución de las propiedades.

REFERENCIAS

Serantes, M. y otros, (1998) .“Tableros de partículas de bagazo de alta calidad. Requisitos tecnológicos”. (SDCA) Vol. 32, Nº3,

Serantes, M. O. Martínez, P. Sosa (1993). “Correlación entre las propiedades de la resina urea-formaldehído endurecida y las propiedades de tableros de partículas de bagazo”. (SDCA).Vol. 27, Nº1.

Rodríguez A. Rivero C. (1990). “Análisis químico Completo de Silicatos”. Arch. LACEMI.

Mackenzie R. C. and Mitchell B.D (1970). “Didferential Thermal Analizie” Academic Press London..

Ivanova, . V.P. et al (1974) “ Termichaskii Analiz Mineralov I Gornij Porod, Nedra Moscú”

VALIDACIÓN DE LA TÉCNICA ANALÍTICA "DETERMINACIÓN DE HIERRO EN EL COMPLEJO HIERRO-HEMINA-DEXTRANA MEDIANTE COLORIMETRÍA"

Guerra, Mercedes
Rodríguez, Engracia
Coro, Julieta
Lores, María N.

Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar
Email: mguerra@icidca,edu,cu

ABSTRACT

The validation of analytical method for determining iron in the iron- hemin - dextran complex is discussed in this paper. The parameters here studied, calibration line, repeatability, reproducibility and accuracy, makes this method advisable as a good analytical procedure.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años se han alcanzado grandes exigencias en la calidad de los procesos de fabricación y métodos analíticos o de control, de manera que se establecen normas internacionales con metodología de estricto cumplimiento para el reconocimiento de forma legal del proceso tecnológico, así como del producto.
Según las " Normas de buena fabricación y control de calidad de productos farmacéuticos", la validación debe aplicarse no sólo a los procesos de fabricación, sino también a los métodos de análisis y control.

Según Castro y otros (1989), la validación es un proceso durante el cual se realiza una evaluación experimental de las técnicas analíticas para demostrar si las mismas resultan suficientemente confiables dentro de las condiciones en las cuales fueron desarrolladas, de esta forma se proporciona seguridad en los resultados reportados, calidad, optimización del método y la obtención de los parámetros de validación, criterio que nos permite conocer si el método analítico se encuentra dentro de los objetivos trazados en la determinación. Además los métodos analíticos deben validarse para cumplir las exigencias legales.

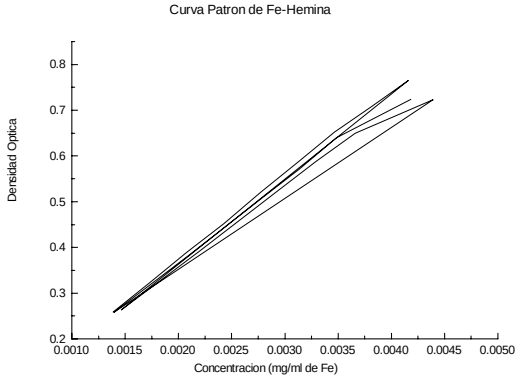
En este trabajo se miden tres criterios fundamentales para la validación que son : Linealidad, Precisión y Exactitud.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Parte Experimental

Para la obtención de la curva patrón se pesan 10 mg con exactitud hasta la sexta cifra del patrón de hierro - hemina, se disuelve calentando en 5 ml de H_2SO_4 (conc.) al 95-97% de pureza y se enrasa a 50 ml con agua desionizada.. Se toman alícuotas de 2 hasta 6.0 ml con diferencia de 1 ml y se desarrolla color según reporta Guerra (1997)

Linealidad: La curva patrón se realiza por triplicado y cada punto de la curva por duplicado, procesando los resultados por el SOFTWARE ORIGIN, obteniendo la representación gráfica de la curva:



Con la expresión de la curva:

$$A = 0{,}02568 + 172{,}42611\ Conc$$

Siendo A la Absorbancia, 172,72611 el valor de la pendiente, concentración en mg/ml de Fe, 0,02568 el término independiente o el valor del intercepto.

Despejando se obtiene:

$$conc = (A - 0{,}02568)\ 0{,}005799$$

Interpretación estadística de la regresión lineal.

Coeficiente de correlación: 0.99269

Factor de respuesta: 182.24

Coeficiente de variación del factor de respuesta(%): 3.18

δDesv Standard: 5.53

Desv Standard relativa o Coeficiente de variación (%): 3.21

Intervalo de confianza : pendiente ± ts = 172.42 ± 11.58= 160.84 - 184.00

t_{exp} : 31.15

El coeficiente de correlación obtenido para la curva fue de 0,99269 que indica un grado de correlación entre X, Y con una probabilidad elevada.

El factor de respuesta es la relación entre la Absorbancia y la concentración nos indica una sensibilidad aproximada del calibrado a una concentración determinada. La sensibilidad indica la capacidad de respuesta del método analítico a pequeñas concentraciones del analito. En un método analítico sensible, ligeros incrementos de

concentración conducen a incrementos notables de señal o respuesta. En una calibración lineal los factores de respuesta deben ser semejante al valor de la pendiente, en nuestro caso se encuentra dentro del límite de confianza. El coeficiente de variación del factor de respuesta se reporta de 3.18% , valor que se encuentra dentro del rango de los métodos lineales. Por encima del 5% indica falta de linealidad en la curva con forma sigmoidea.

El valor de la Desviación Standard Relativa de la pendiente se obtuvo algo elevado y la t_{exp} obtenida es mayor que la t reportada en las tablas para un 95% de confianza y un número de muestra de 21, este valor tan alto indica que la probabilidad de ser pendiente $\neq 0$ es muy elevada, superior al 99.26 %.

Precisión

En la precisión se miden los parámetros repetibilidad y reproducibilidad.

Repetibilidad : Según Calpena y otros (1991) la repetibilidad se obtiene a las mismas condiciones, es decir, con el mismo analista, en el mismo laboratorio, con los mismos aparatos, reactivos y en el curso de la misma serie de análisis efectuados, generalmente, en un corto intervalo de tiempo, es decir, empleando condiciones ideales de análisis, de esta manera se realizaron 10 réplicas con un coeficiente de variación de 0,61%

Para la reproducibilidad se realizaron 20 réplicas con una misma muestra, pero al contrario de la repetibilidad aquí se varía todos los parámetros de medición mientras que se haga factible, por ejemplo, las mediciones se realizan con dos analistas en dos días diferentes con el mismo instrumento y los resultados alcanzados fueron:

(δ) Desv. Standard : 0,0772146

(CV) (CV) Coef. de variación : 4,6 %

Intervalo de confianza individual $\overline{X} \pm t \bullet s$: 1,64 ± 0,16

Intervalo de confianza de la media $X \pm t \bullet s / \sqrt{n}$: 1,64 ± 0,036

$\overline{X}$: media de las determinaciones

t: t de students al 95 % con 20 réplicas

n : número de determinaciones

El coeficiente de variación se encuentra en el rango para los métodos analíticos con buena reproducibilidad

(4-5 %)

El intervalo de confianza de los resultados individuales indica que el 95% de los análisis están entre 1,48-1,8 % de Fe en la molécula Hierro - Hemina - Dextrana.

El intervalo de confianza de la media indica que el contenido medio de Fe. en la molécula se encuentra entre 1,6 a 1,67 con una probabilidad del 95 %.

En la determinación se observa que el coeficiente de variación de la muestra está dentro de los límites indicadores por Kothoff (2-5%) y Horwitz (4%) para el rango de concentración de 1% de analito en la muestra.

Exactitud, según González y otros(2000)

La exactitud es la capacidad del método analítico para dar los resultados lo más próximos posibles al valor verdadero, para ello se analiza una muestra y se calcula el % de Fe en la molécula hierro-hemina-dextrana y se adiciona de 2 a 5 mg con un recobrado de 96,99 , 98,8 , 95,5 y 98,6 y se calcula la t exp según la fórmula :

$$t\ exp = ((100 - \overline{X}) \sqrt{n}) / Cv = 1,88$$

La t exp se compara con la t teórica, de manera que t exp < t teórica, esto significa que ambos valores no son estadísticamente diferentes y que el método analítico tiene la exactitud requerida.

CONCLUSIONES.

- El método reporta un coeficiente de correlación de 0,992 en la curva patrón.
- Los test de linealidad para la pendiente reportó que la curva patrón tiene un comportamiento lineal
- Para la repetibilidad se reporta un coeficiente de variación de 0,61 %
- Para la reproducibilidad se reporta un coeficiente de variación de 4,6 % con intervalo de confianza individual de 1,48 a 1,8 % de Fe e intervalo de confianza de la media de 1,6 a 1,67 % de Fe con un
  95 % de probabilidad.
- Los ensayos de recuperación se reporta un recobrado entre 95,5 a 99 % con t exp < t teórica .
  Por los criterios de validación alcanzados se puede decir que el método analítico es exacto y reproducible.

REFERENCIAS

Calpena, A C, Esembano, E ; Fernández, C. (1991). *Farm. Clin*., Vol. 7 (, pp. 749-758

Castro, M. S.; Gascon, M.; Pujol, J. M. Sans y L. L. Vicente (1989). "Validación de métodos analíticos". Sección Catalana de la Asociación Española de Farmacéuticos de la Industria, Comisión de Normas de Buena Fabricación y Control de la Calidad.

Comisión Permanente de la Farmacopea de los Estados Unidos Mexicanos (1991). "Validación de los métodos analíticos. pp. 1-73.

González, R.; Capote, R.; Nuevas, A. y otros (2000) "Protocolo de validación de técnicas analíticas para la determinación cuantitativa en el control de calidad y/o en estudios de estabilidad de materia o principios activos de medicamentos",.Centro de Biomateriales, Universidad de La Habana

Guerra, M. ; Bell, A; Rodríguez, E; Carrera, E. (1997). *Revista ICIDCA* Vol.31(2), pp. 38 - 44

ANÁLISIS ESTRUCTURAL 3-D DE UNA CUREÑA, PARA INCREMENTAR LA CAPACIDAD DE MOLIENDA DE UN INGENIO AZUCARERO

García, José I.
Galvis, E.
Valdés, J. A.

Grupo de Mejoramiento Industrial
Escuela de Ingeniería Mecánica, Universidad del Valle
Cali - Colombia.
E mail:josgar@hotmail.com, egalvis@petecuy.univalle.edu.co,
jvaldes@petecuy.univalle.edu.co

ABSTRACT

This paper shows variations in the geometry of a mill frame. The geometry changes were analyzed in order to increase the milling capacity of sugar factory. A CAD parametric model was used to create and compare different geometries, CAD models were meshed and analyzed with the Finite Element Method. Critical loading conditions were calculated using the procedure developed by C. R. Murry y J. E Holt. As a result of this study a new geometry was proposed which increases the milling capacity of the sugar factory.

NOMENCLATURA

Rc Fuerza de reacción en la maza cañera, *Rb* Fuerza de reacción en la maza bagacera, *Rs* Fuerza de reacción en la maza superior, *Rv* Fuerza de reacción en el virador, *Rvv* Componente vertical de fuerza de reacción en el virador, *Rhv* Componente horizantal de fuerza de reacción en el virador.

INTRODUCCIÓN

Un tándem de molinos de un ingenio azucarero generalmente está conformado por tres a siete molinos, cada uno con tres o cuatro mazas y son los que se encargan de la extracción del jugo de la caña de azúcar. Normalmente cada unidad de molino es movida por una unidad motriz individual que puede ser un motor (eléctrico o hidráulico) o una turbina de vapor. Un tándem de molinos con su unidad motriz, cureña, mecanismos de impulsión, y otros accesorios constituye una de las combinaciones de maquinaria más robustas utilizadas en la industria. La cureña se compone de cuatro partes (fig. 1a): dos tapas laterales que aseguran las mazas cañera y bagacera, un cabezal que recibe la carga vertical de la maza superior y el cuerpo principal que soporta a las mazas y otros accesorios. Estudios previos en cureñas han sido realizados por otros autores (Oliveros,

1996), donde se modeló únicamente el cuerpo principal con elementos de tipo placa. En este trabajo se analizó la cureña en su conjunto por el interés de conocer el comportamiento integral de la misma para un futuro incremento de la capacidad de molienda del ingenio.

METODOLOGÍA

Con los planos originales de construcción de la cureña se realizó un modelo CAD tridimensional paramétrico usando Mechanical Desktop®. Para simplificar el modelo se aprovechó la simetría de la cureña, representando sólo la mitad de la misma, como se ilustra en la figura. 1. Posteriormente, se transfirió el modelo CAD al programa de elementos finitos Algor®, donde se modeló la cureña completa y se realizó el análisis estructural. Para el modelo de elementos finitos de la cureña original (figura 2a), fueron necesarios 22460 elementos y 7 superficies de contacto (figura 3b).

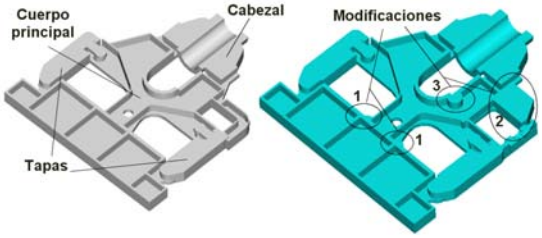
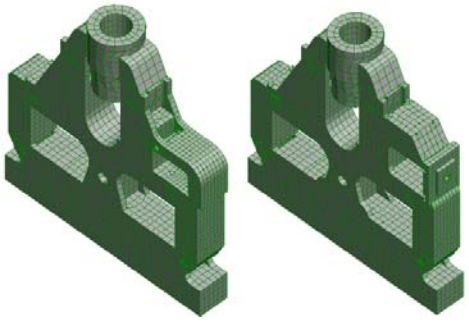


Fig. 1. Modelo CAD de la cureña. (a) Original, (b) Modificada

Se analizaron los resultados del modelo de elementos finitos de la cureña original, los cuales permitieron obtener las bases para las modificaciones requeridas en su geometría y obtener el modelo de elementos finitos de la cureña modificada (figura 2b).



(a) (b)

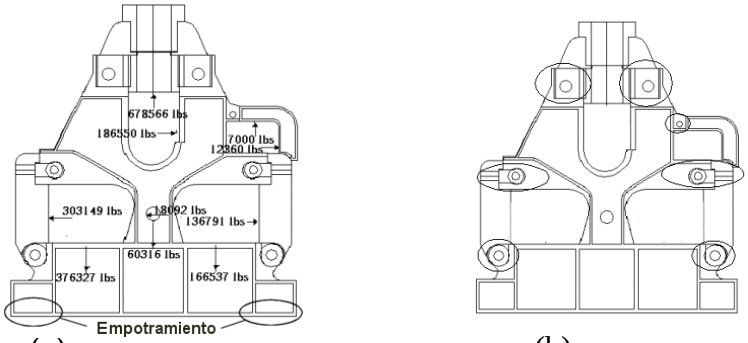
Fig. 2. Modelos de elementos finitos de la cureña. (a) Original, (b) Modificada

Los cambios en la cureña se realizaron de una manera ágil gracias a las características paramétricas del modelo CAD inicial y éstos fueron:

1. 1. Reducción en el concentrador de esfuerzo en la zona central de la cureña.
2. 2. Aumentar la rigidez de la cureña en la zona de la cuarta maza.
3. 3. Reducción del concentrador de esfuerzo en la zona del cabezal superior ocasionada por un cambio de sección presente en el modelo (ver fig. 1b).

Para modelar las condiciones de borde del modelo, se consideró la cureña empotrada en sus extremos inferiores como se muestra en la figura. 3a. La condición de operación para

una rata de molienda proyectada de 280 t/h de caña y un ajuste de las mazas del sexto molino fue simulada usando una hoja de cálculo siguiendo la metodología de Murry (Murry,1996). La tabla 1 resume los datos de entrada requeridos para la simulación y las magnitudes de las fuerzas de reacción en la cureña, cuyas direcciones se ilustran en la figura 4. La figura 3a ilustra la ubicación, dirección y magnitud de las componentes verticales y horizontales de las reacciones calculadas.



(a) (b)

Fig .3. (a) Condiciones de borde y cargas sobre la cureña, (b) Zonas de contacto.

Tabla.1. Datos y Reacciones para la molienda proyectada

Operación		
longitud.	Rpm	Flotación
84.01 “	4	0.5”
Diámetro Exterior de las Mazas		
Superior.	Cañera	Bagacera.
40.15”	40.15”	40.15”
Altura del Rayado		
Superior.	Cañera	Bagacera.
1.3752”	1.3748”	1.3748”
Aberturas en Reposo		
Superior./ Cañera.	Superior./ Virador	Bagacera./ Superior
1.374”	2.874”	0.5669”
Aberturas en Operación		
Superior./ Cañera.	Superior./ Virador	Bagacera./ Superior
1.72”	3.37”	0.9173”

Reacciones			
Cañera. (Rc)	Bagacera (Rb)	Virador (Rv)	Superior (Rs)
215514.1 lb	483240.5 lb	62971 lb	678566 lb

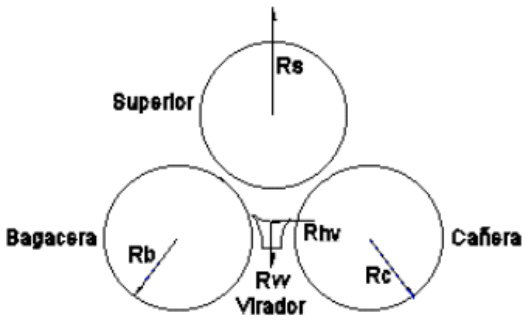
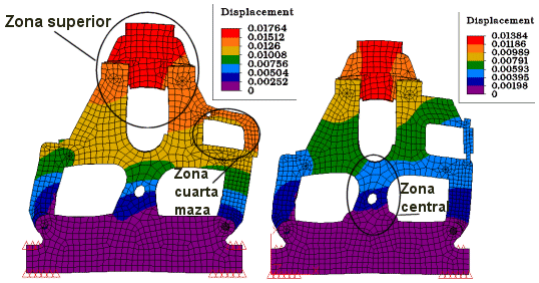


Fig. 4. Dirección de las Reacciones

DISCUSIÓN Y RESULTADOS

En la figura 5.a y 5.b se puede apreciar la magnitud de los desplazamientos en el modelo de la cureña original y la cureña modificada respectivamente. La tabla 2 resume los porcentajes de incremento en la rigidez de la cureña cerca de las zonas de modificación. Se puede concluir que los cambios planteados en la cureña aumentaron su rigidez entre un 20 % y 60 %, principalmente en las zonas central y de cuarta maza.



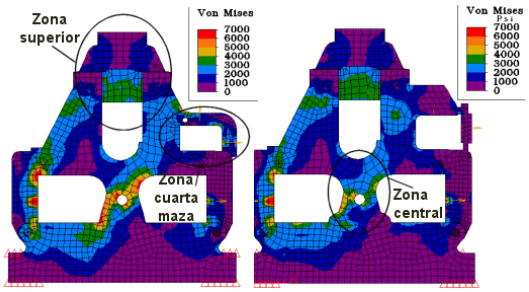
(a) (b)

Fig. 5. Desplazamientos en la cureña. (a) Original, (b) Modificada

Tabla 2. Incremento de rigidez en Cureña

Zona	Incremento de rigidez [%]
Superior	24 a 38
Cuarta maza	38 a 60
Central	20 a 60

En la figura 6.a y 6.b se puede apreciar la magnitud de los esfuerzos de Von Mises de la cureña original y la cureña modificada respectivamente. La tabla 3 resume los cambios de los esfuerzos en la cureña cerca de las zonas de modificación. Se puede concluir que las modificaciones planteadas en la cureña, generaron una reducción en los esfuerzos hasta un 57% en la zona central y una redistribución de los esfuerzos críticos en la zona de cuarta maza hacia zonas de menor vulnerabilidad.



(a) (b)

Fig. 6. Esfuerzos en la cureña. (a) Original, (b) Modificada

Tabla 3. Variación de esfuerzos en Cureña

Zona	Variación de esfuerzo
Superior	Ninguna
Cuarta maza	Redistribución
Central	0% a 57%

AGRADECIMIENTOS

Ingenio Manuelita, Cenicaña, Ing. Eduardo Oliveros.

REFERENCIAS

García, J. J. (1995) " Análisis de Esfuerzos en Piezas Mecánicas Utilizando Elementos Sólidos Tridimensionales." En: Segundo congreso Colombiano de Elementos Finitos y Modelación Numérica.

Hugot, Emile.(1963). "Manual para Ingenieros Azucareros", Compañía Editoral Continental.

Murry, C. R. (1996). "A Short Course in Crushing Sugar Cane."

Oliveros, E.. Melo, L (1996) "Modelación de una cureña de un molino de caña por el método de elementos finitos". Proyecto de grado.

ANÁLISIS EXERGÉTICO EN CALENTADORES Y EVAPORADORES

Galvis, E.

M.Sc. Ingeniería Mecánica, Escuela de Ingeniería Mecánica, Profesor Asistente
Universidad del Valle, Grupo de Mejoramiento Industrial, Edificio 351 Ciudad Universitaria (Teléfono: 57-2-3334899),
E.mail: egalvis@petecuy.univalle.edu.co

ABSTRACT

This work shows how to make an exergetic analysis in evaporator plans, additionally shows that the exergetic analysis complements the energetic balances. A spreadsheet and energetic balance in evaporator plans and heaters software were used to calculate the steam consumptions and exergetic efficiencies. A sensibility analysis for steam consumption and exergetic eficiency to typical variables of evaporation process was made.

INTRODUCCIÓN

En muchas industrias normalmente se hacen evaluaciones energéticas utilizando balances de masa y de energía, usando la primera ley de la termodinámica. En todo proceso real existe una degradación de la calidad de energía la cual no es posible cuantificar con los balances de energía. Si se desea conocer el grado de irreversibilidad de un proceso o el grado de aprovechamiento de las energías que producen trabajo útil, es conveniente realizar un balance exergético.

Algunas industrias azucareras no han logrado una eficiencia energética deseable Baloh (1995) y emplean combustibles adicionales para producir el vapor que necesitan. Por ejemplo, en un sistema típico el vapor de escape de las turbinas y máquinas motrices no es suficiente para satisfacer las necesidades de calefacción y evaporación. Por tanto, muchas industrias azucareras deben estrangular el vapor vivo de la caldera para generar el vapor adicional. Un balance energético de esta operación de estrangulamiento no permite sacar conclusiones claras acerca de la degradación energética. No obstante, si se hace un balance exergético se puede demostrar claramente que este proceso es ineficiente. En general, en los ingenios azucareros se realizan análisis energéticos, algunas veces olvidando que los exergéticos son los únicos que permiten identificar como la energía se ha degradado y así obtener un mejor aprovechamiento de las energías puestas en juego y lograr ahorros energéticos considerables.

En este documento se realizaron análisis energéticos, exergéticos y de sensibilidad en una estación de evaporación y calefacción de un ingenio típico con el fin de ilustrar las

ventajas de este procedimiento para tomar decisiones sobre modificaciones en el sistema que ocasione un ahorro de energía considerable.

METODOLOGÍA

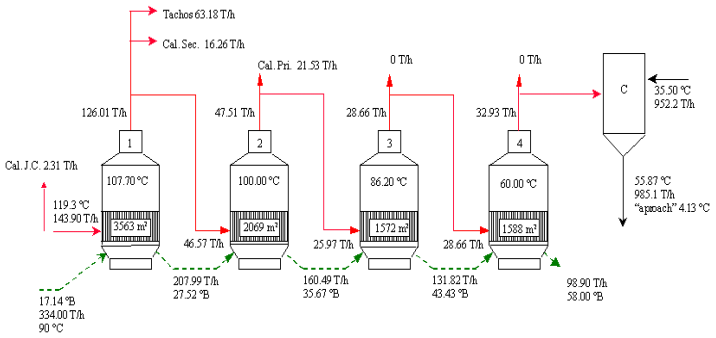
Para realizar el balance exergético se determinaron primero los balances de masa y energía con el programa EVCAL desarrollado por el centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia Cenicaña (1999). La exergía de los flujos de corriente calculados por el balance energético y de masa fueron hallados con una hoja de cálculo. Todos los análisis fueron realizados con un modelo teórico de una estación de evaporación típica de un ingenio azucarero colombiano, al cual se le efectuaron modificaciones en el sistema de calentamiento primario y a las variables del proceso como temperatura y flujo del jugo clarificado y concentración de la meladura. Esto para buscar el mejoramiento de la eficiencia exergética e identificar la sensibilidad tanto del consumo de vapor de escape como de la eficiencia exergética a dichas variables del proceso.

Para el balance energético se usaron los siguientes datos:
Rata de Molienda = 354560 kg/h, temperatura de vapor = 107.7 °C, flujo de jugo para calentadores = 327320 kg/h, temperatura de jugo entrando al calentador = 60.9 °C, temperatura de jugo saliendo del calentador = 90.0 °C, concentración del jugo = 17.14 °B, concentración de la meladura = 58°B, coeficiente de transferencia de calor para el intercambiador = 800 W/m^2°K, temperatura y flujo del jugo clarificado = 90°C, 334000 kg/h, temperatura de vapor de escape = 107.7°C, temperatura en el cuerpo de los efectos 1,2,3,4 = 107.7, 100.0, 86.2, 60.0 °C, vapor I a tachos = 63180 kg/h.

RESULTADOS Y DISCUSIONES

Las estaciones de evaporación en ingenios azucareros tienen como objetivo concentrar el jugo clarificado hasta obtener la meladura con la concentración deseada para ser enviada posteriormente a los tachos. Usualmente la evaporación del jugo se realiza en un múltiple efecto usando vapor de escape, el cual elimina agua del jugo en forma de vapor llamado vapor vegetal, este finalmente es usado para otros procesos en calentadores, tachos, secadores, etc. La figura 1a ilustra un balance energético para una estación de evaporación de cuatro efectos usada en un ingenio azucarero colombiano, en el se ha requerido de 143.90 t/h de vapor de escape, a una temperatura de 119.30 °C, es decir 92.96e6 kcal/h requeridas para el proceso.

(a) (b)



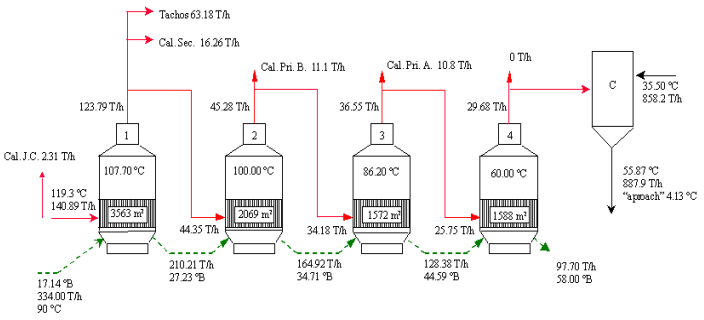


Fig. 1. Balance energético de la estación de evaporación. (a) Sin modificaciones, (b) Modificada.

El balance exergético (fig. 2a) de esta estación de evaporación indica que la pérdida exergética por evaporación es de 1652 kcal % caña, la exergía entrando de 6308 kcal % caña y la eficiencia exergética del 74 %. Al realizar modificaciones como calentar con vapores vegetales II y III durante el calentamiento primario, el balance energético (fig. 1b) muestra que el consumo de vapor de escape es 140.89 t/h es decir 91.02e6 kcal/h, una disminución del 2.09 % con respecto a la estación no modificada.

Un análisis exergético de la estación modificada (fig. 2b) muestra que la pérdida exergética por evaporación y la exergía entrando disminuyen en el 1.39% con respecto a la estación sin modificar, esto a su vez hace que la eficiencia exergética por evaporación sea la misma entre la estación modificada y la sin modificar.

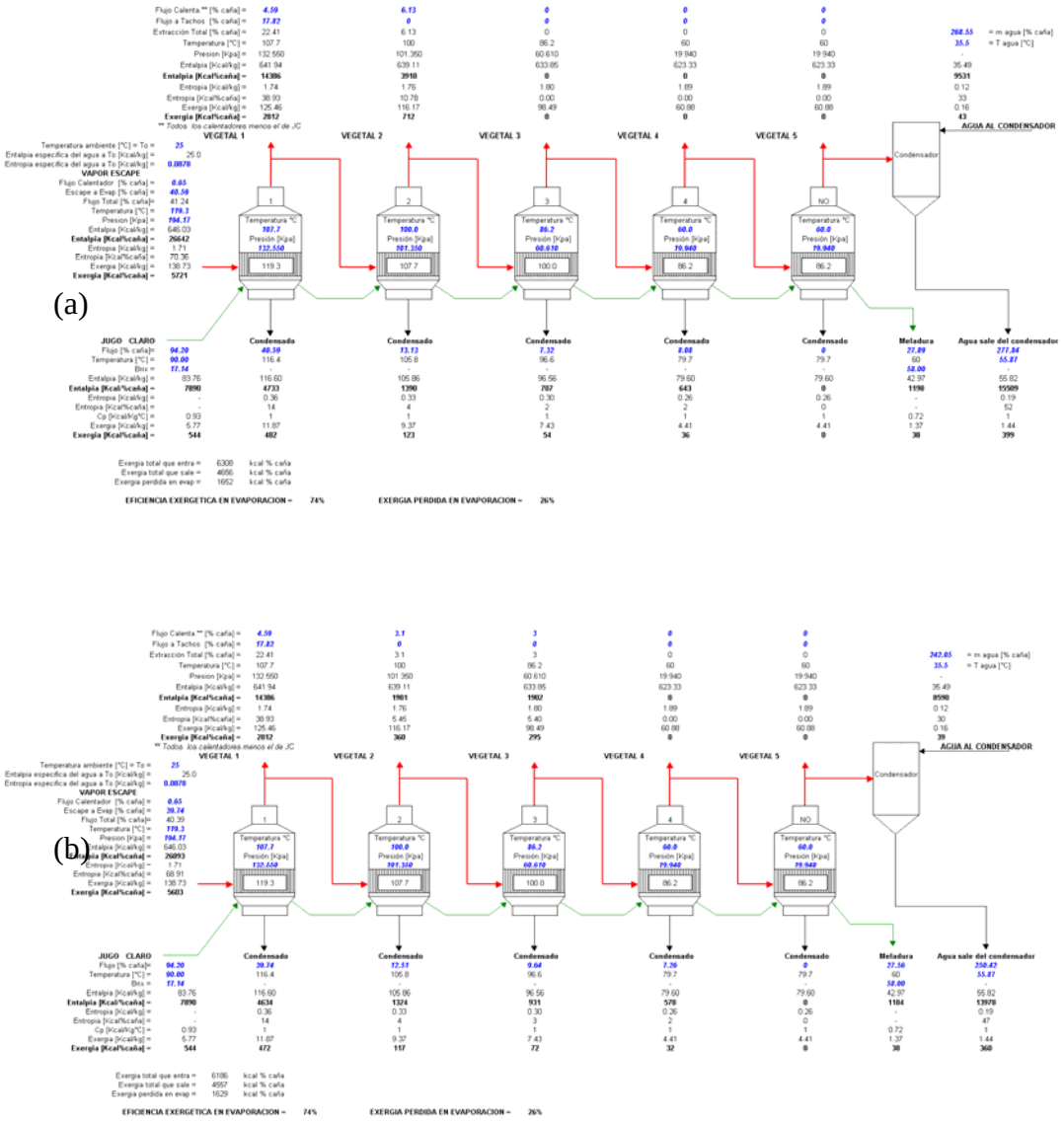


Fig. 2. Balance exergético de la estación de evaporación. (a) Sin modificaciones (b) Modificada

La temperatura del jugo a la entrada, la concentración de la meladura y el flujo de jugo clarificado entre otros varían en el proceso, por lo cual los consumos de vapor y las eficiencias exergéticas están variando constantemente. Las tablas 1 a 3 resumen un análisis de sensibilidad para el consumo de vapor de escape y la eficiencia exergética en la estación de evaporación modificada.

Tabla 1. Sensibilidad del consumo de vapor de escape y la eficiencia exergética a la temperatura del jugo clarificado

Temperatura del Jugo clarificado [°C]	Consumo de vapor de escape [(t/h), % caña]	Eficiencia Exergética [%]
85	(144.04), 40.62	73
90	*(140.89), 39.74*	*74*
95	(137.74), 38.85	74
100	(134.58), 37.96	74
105	(131.42), 37.07	74
110	(128.26), 36.17	75

Al incrementar la temperatura del jugo clarificado (tabla 1) se disminuyó el consumo de vapor de escape y se incrementó la eficiencia exergética en la evaporación. Se recomienda que la temperatura del jugo clarificado no este por debajo de la temperatura de ebullición del jugo a la presión del primer efecto, esto incurrirá en mayores consumos de vapor de escape en la estación de evaporación.

Tabla 2. Sensibilidad del consumo de vapor de escape y la eficiencia exergética a la concentración de la meladura

Concentración de la meladura [°B]	Consumo de vapor de escape [(t/h), % caña]	Eficiencia Exergética [%]
50	(136.17), 38.41	75
58	*(140.89), 39.74*	*74*
65	(144.08), 40.64	73
70	(145.98), 41.17	73

Al desear una meladura más concentrada (tabla 2) se requirió mayor consumo de vapor de escape y se disminuyó la eficiencia exergética en la evaporación.

Tabla 3. Sensibilidad del consumo de vapor de escape y la eficiencia exergética al flujo de jugo clarificado.

Flujo de jugo clarificado [(t/h), % caña]	Consumo de vapor de escape [(t/h), % caña]	Eficiencia Exergética [%]
(300), 84.61	(133.89), 37.36	76
(334), 94.20	*(140.89), 39.74*	*74*
(360), 101.53	(146.24), 41.25	72
(400), 112.82	(154.47), 43.57	71
(430), 121.28	(160.65), 45.31	69

Los resultados de la tabla 3 demuestran que al incrementar el flujo de jugo clarificado el consumo de vapor se incrementó y la eficiencia exergética disminuyó. Estos análisis de sensibilidad para el vapor de escape y eficiencias exergéticas mostraron las mismas tendencias que estudio previos realizados por otros investigadores.

CONCLUSIONES

- Los balances de energía permiten analizar como esta se ha transformado, sin embargo en todo proceso real hay una degradación de la energía, los análisis exergéticos permiten mostrar el grado de degradación de la energía y realizar modificaciones en las instalaciones para usar más eficientemente la energía puesta en juego. Así los análisis energéticos y exergéticos son complementarios en búsqueda de la optimización térmica.
- El consumo de vapor de escape en la estación de evaporación disminuye si se incrementa la temperatura de jugo clarificado, se disminuye la concentración de la meladura y/o se diminuye la cantidad de jugo clarificado.
- La eficiencia exergética se incrementa si se aumenta la temperatura de jugo clarificado, se disminuye la concentración de la meladura y/o se diminuye la cantidad de jugo clarificado.

REFERENCIAS

Baloh, T., Wittwer E(1995). "Energy Manual for Sugar Factories", 2nd edición Bartens, Berlín.

CENICAÑA/Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombi. (1999)., "Manual de Auditoría Energética para los Ingenios Azucareros de Colombia,

Paz , D.y Cardenas, G. J., "Análisis Exergético de un Sistema de Calentamiento-Evaporación-Cocimiento en la Industria Azucarera de Caña, C.C No.9 (4101) Las Talitas, Tucuman, Argentina.

Wright, P. "Taller Modelamiento y Simulación de Calentadores, Evaporadores y Tachos en Ingenios Azucareros", Convenio ASOCAÑA, SENA.

Apéndice

$$ev = hv - ho - To\ (sv - so) \quad (1)$$

Donde:

ev: Exergía específica del vapor, *[kcal/kg]*
hv: Entalpía específica del vapor, *[kcal/kg]*
ho: Entalpía específica del agua a las condiciones del ambiente, *[kcal/kg]*
To: Temperatura del ambiente, *[°K]*
sv: Entropía específica del vapor, *[kcal/kg]*

so: Entropía específica del agua a las condiciones del ambiente (*so*=0.0878 kcal/kg a *To*=198°K).

$$hv = (2503.137 + 1.786543 * Tv + 0.0004871138 * Tv^2 - 0.00001084047 * Tv^3) / 4.1868 \quad (2)$$

Donde:

Tv: Temperatura del vapor, *[°C]*
Expresión válida para vapor saturado entre 45°C y 125°C

$$hl = (0.02495312 + 4.196038 * T - 0.0004477306 * T^2 + 0.000003676413 * T^3) / 4.1868 \quad (3)$$

Donde:

hl: Entalpía de líquido saturado

T: Temperatura, *[°C]*

Expresión válida para líquido saturado entre 20°C y 125°C

Si *T = To* entonces *hl = ho*

$$sv = a + b * Ln\,(Tv) + c * Ln\,(p_v) \quad (4)$$

Donde:

sv: Entropía específica del vapor, *[kcal/kg]*

a=1.84334871

b=-0.01837379

c=-0.07575765

Tv: Temperatura del vapor, *[°C]*

p_v: Presión del vapor, *[atmósferas absoluta]*

Expresión válida para vapor de agua saturado entre 25°C a 150°C

$$ej = cp * (Tj - To) - cp * To * Ln\,(Tj / To) \quad (5)$$

Donde:

ej: Exergía específica del jugo, *[kcal/kg]*

cp: Calor específico del jugo, *[kcal/Kg°C]*

Tj: Temperatura del jugo, *[°K]*

To: Temperatura del ambiente, *[°K]*

$$cp = [4125.3 - 24.804 * B + 0.067 * B * Tj + 1.8691 * T\,j - 0.009271 * Tj^2] / 4186.8 \quad (6)$$

Donde:

B: Concentración del jugo, *[°B]*

Tj: Temperatura del jugo, *[°C]*

$$s_c = cp_c\,Ln\,(Tc / To) + so \quad (7)$$

Donde:

s_c*: Entropía específica del condensado*

cp_c: Calor específico del condensado, use (6) con *Tj = Tc* y *B* = 0

T_c: Temperatura del condensado, *[°K]*

$$Tc = (6 * T_v + T_{je} + T_{js}) / 8 \quad (8)$$

Donde:

T_v: Temperatura del vapor

T_{je}: Temperatura del jugo a la entrada

T_{js}: Temperatura del jugo a la saliendo

El balance de exergía en un sistema abierto en estado transitorio se define como:

$$\Sigma\,Exergías\ entrando = \Sigma\,Exergías\ saliendo + Exergía\ pérdida \quad (9)$$

La eficiencia exergética se define como:

ANALYSIS OF SUGAR PRODUCTION FLOWSHEETS. PART I: MATHEMATICAL MODELLING

Ribas García, Mauricio*,
Hurtado Vargas, Rafael*
Sabadí Díaz, Raúl*
Armas Casanova, Carlos de
Rostgaard Beltran, Leopoldo**

* Cuban Research Institute on Sugar Cane By-products (ICIDCA). P. O. Box 4026, Havana 10400, Cuba. Fax: 53-7-338236**.**
E-mail: **sabadi@icidca.edu.cu**
**Camilo Cienfuegos" Sugar Factory. Segunda cuadra, esquina 5ta. Sta. Cruz del Norte, Prov. Habana, Cuba.
E-mail: **sala205@cai205.hb.minaz.cu**

ABSTRACT

The manipulation of total flows distribution, solids and purity of different materials are one of the main tools used by the head of process in a sugar factory to reach the desired production and standard qualities. Different approaches have been met in the production experience, from the simplest Koblenz Cross, until more sophisticated methods of complex mathematical formulation.

In this job a non-lineal optimization mathematical model based on the materials balances and some configuration and operation restrictions of boiling, crystallization and centrifugation processes of sugar production is described. The results reached with this model include the complete distribution of total flows and solids as well as the brix and purity calculation in the boiling, crystallization and centrifugation areas of sugar factory. The sequential quadratic programming algorithm (SQP) is used for solving the model, it is very robust and reach the solution in a few iterations. There were carried out different simulations with the actual processing flowsheet of sugar factory to determine the best combinations of crystal sizes of seeds for reaching required standard sizes in sugars A and B.

INTRODUCTION

The study of process behavior in cane sugar industry, in general, is supported mainly on material and energy balances, followed by phenomenological constraints, like those of heat transfer in heating, evaporation and boiling, mass transfers in crystallization and extraction, stoicheometry and chemical equilibrium, etc.

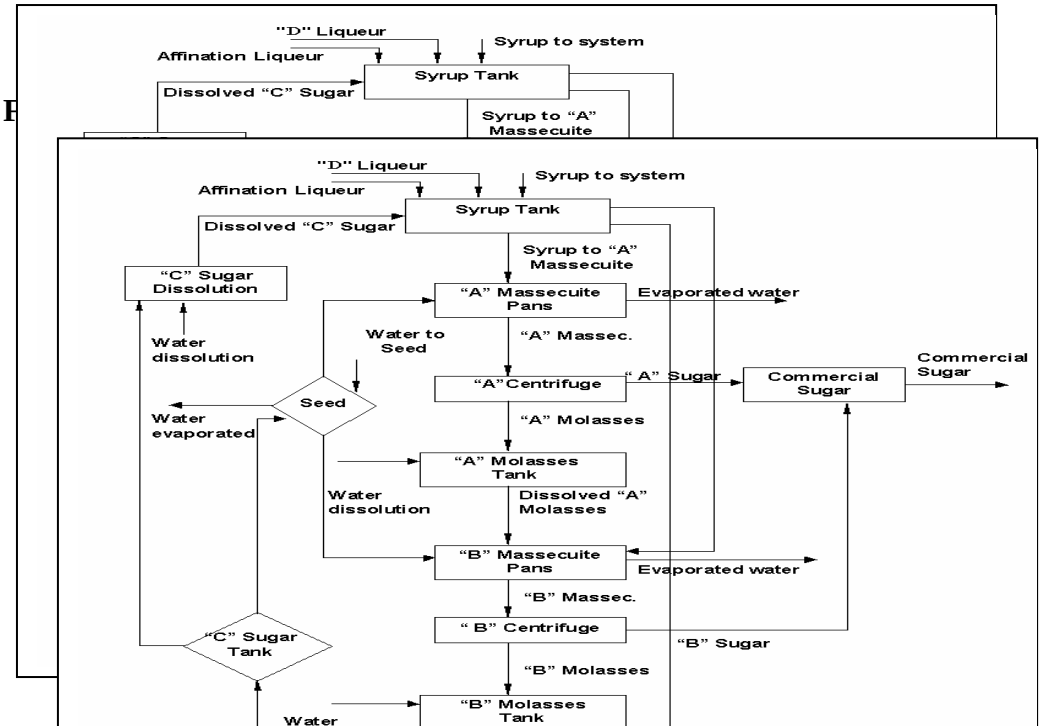
This way of speaking is extended in chemical process industry. In sugar industry it is not so common its use in synthesis and analysis process. We hope to contribute, with this work, to the employment of these techniques in our main industry. It has as objective, the development, computational implementation and practical application of a mathematical model for the analysis of boiling, crystallization and centrifugation area of sugar cane factory.

The work is organized in five topics. In the first of them, a description of a case study in the Cuban sugar factory is presented. Next the mathematical model is formulated, the main results obtained by different simulations with the model are exposed and lastly conclusions and bibliography are detailed.

PROBLEM DESCRIPTION

In raw sugar production process, different configurations of materials flow in the boiling, crystallization and centrifugation area may be found. In all of cases it is necessary to write the balances equations and solve them. This represents a better process control and a support to better operation decisions. The non-lineal optimization model presented in this work is easily adaptive to any flowsheet production of raw sugar and it allows to know the values of solids, purity and brix of all flows. This model is based on a real flowsheet of a three massecuites raw sugar production system corresponding to the Cuban sugar factory.

In figure 1 it is reflected the minimum necessary information to solve this model. Here the nodes represent the boiling operations, centrifugation, seed preparation and materials distribution, the lines represent the solids flow among the nodes and the water evaporated in the process. In this case all values from the input flow solids to the flowsheet as well as their brix and purity are data. They are also given as data the brix values of the dissolved molasses and “C” sugar. Additionally it is necessary to give information about the crystal seed sizes, in this case crystal seed size is 0.25 mm, “A” sugar crystal size was 0.65 mm and “B” sugar crystal size was 0.60 mm. Another important magnitude was the sugar crystal fractions in the massecuite fixed us 0.5.



MATHEMATICAL MODEL

The model calculates flow balances, solids and purities in each node. Variables for purity and brix are assigned to each flow.

The non-lineal programming model may be run under different objective functions: minimize the purity of final molasses, maximize the pol recovery, minimize the vapor consumption. For purposes of this work the maximum pol recovery was used as objective function:

Objective function

$$Max \quad \frac{F_{ACom.}B_{ACom.}P_{ACom.}}{F_{mel.}B_{mel.}P_{mel.} + F_{Sir.E}B_{Sir.E}P_{Sir.E} + F_{Sir.Afin.}B_{Sir.Afin.}P_{Sir.Afin.}} * 100 \tag{1}$$

$F_{Sir.Afin.}, B_{Sir.Afin}, P_{Sir.Afin.}$: Flow, Brix and Purity of affination liqueur

$F_{Sir.E}, B_{Sir.E}, P_{Sir.E}$: Flow, Brix and Purity of liquor E.

$F_{mel.}, B_{mel.}, P_{mel.}$: Flow, Brix and Purity of syrup.

$F_{Acom.}, B_{ACom.}, P_{ACom.}$: Flow,Brix and Purity of commercial sugar.

Total flow balances equations

These equations describe the behavior of the materials flow (F_j) along the whole flowsheet.

$$\sum_{j=1}^{flow} C_{ij}F_j = 0 \qquad \forall_i (nodo) \qquad c_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{if the flow } F_j \text{ inlet in the node i} \\ -1 & \text{if the flow } F_j \text{ outlet of the node i} \\ 0 & \text{other case} \end{cases} \tag{2}$$

Total solids balance equations

These equations describe the solids transfer between different nodes.

$$\sum_{j=1}^{flows}\sum_{l=1}^{solids} C_{ij}\gamma_{jl}S_l = 0 \qquad \forall_i (nodo) \quad \gamma_{jl} = \begin{cases} 1 & \text{if the flow j has associated the solids flow l} \\ 0 & \text{other case} \end{cases} \tag{3}$$

Purity balance equations

The purity balances are equations that allow us to calculate the purity of the input and output flows in each node.

$$\sum_{j=1}^{flows}\sum_{l=1}^{solids}\sum_{k=1}^{purities} C_{ij}\,\gamma_{jl}\,\alpha_{jk}S_l P_k = 0 \qquad \forall_i (nodo)\ \alpha_{jk} = \begin{cases} 1 & \text{if the flow j has purity k} \\ 0 & \text{other case} \end{cases} \tag{4}$$

In the flowsheet of the figure 1 the purity balance in molasses dissolved nodes and "C" sugar dissolved node is not written because the purity is constant.

Technological and operational constraints

For the flowsheet of Figure 1 there were considered the following technological constraints.

1. 1. A 42 % of efficiency for the crystal growth in all massecuites was considered.
2. 2. It is assumed that the crystal looks like a perfect cube and the relationships in weight are equal to the relationships of volume, for crystal growth equations.

RESULTS AND DISCUSSION

There were carried out different simulations with the actual processing flowsheet of the sugar factory to determine the best combinations of crystal sizes of seeds for reaching required standard sizes in sugars A and B. The non-lineal programming model may be run under different objective functions: minimize the purity of final molasses, maximize the sugar recovery, minimize the vapor consumption. For purposes of this work the maximum sugar recovery was used as objective function.

The maximum value of the sugar recovery was found to be 88.29 % with total steam consumption of 709.064 ton/d. A calculated final molasses purity of 44.35 % is similar to the one reported by the sugar factory, 42 %. The results are showed in figure 1.

It was also studied the effect of crystal sizes of seeds and sugars on: sugar recovery, steam consumption, final molasses flow, total flow of "C" sugar dissolved and commercial sugar, and purity of the final molasses. There were carried out a total of 56 simulations, considering four levels of crystal size of "A" and "B" sugars and with different sizes of crystal seeds for each level. In all the cases it was also considered as objective function the maximum of sugar recovery and convergence of the algorithm was obtained in few iterations.

It could be seen that for fixed crystal sizes of sugar "A" and "B" the maximum of sugar recovery decreases starting from a certain seed size. For sizes of seeds smaller than 0.22 mm the values of the maximum sugar recovery remains constant independently of the

sizes of the “A” and “B” sugar crystals in the studied range. As the sizes of crystal of “A” and “B” sugar increase, greater is the probability to increase the sizes of crystal of seeds without affecting significantly the maximum sugar recovery. A remarkable decrease of the maximum of sugar recovery by this cause is translated into an increase of the final molasses flow keeping constant its purity.

A decrease of the sugar recovery, product of a inadequate proportion between the seed and the “A” and “B” sugars crystal sizes, implies an increase of the dissolved “C” sugar and therefore an increment of the steam consumption.

It should be said that all these results were obtained starting from the balance equations of the model. Therefore they do not keep in mind other phenomena that are presented in the crystallization, like the viscosity of the massecuite, but they simply show how selecting an appropriate size of crystal in seeds and sugars, the values of sugar recovery could be improved.

The sequential quadratic programming algorithm (SQP, Schittkowski, 1996) was used for solving the model, it is very robust and reach the solution in a few iterations. This model and the SQP algorithm could be the basis for the development of a software with a friendly and flexible user interface that allows to analyze different flowsheets of production of raw and refined sugar.

CONCLUSIONS

- The mathematical model is of nonlinear nature and it offers a better description of the process when compared with the linear model.
- The application of this model in a sugar factory showed the effect that has the selection of the sizes of seed and “A” , “B” sugars crystals on the Pol recovery, the steam consumption, the final molasses flow, the “C” sugar flow and the purity of the final molasses.
- The used SQP algorithm is sufficiently powerful to solve large-scale problems of optimization.
- It is necessary the development of a software with a friendly and flexible user interface that allows to analyze different flowsheets of production of raw and refined sugar.

REFERENCES

De Armas, C. y Sabadí, R. (1993), “Balanco de sólidos e de purezas na área de cristalizacao. Enfoque matemático computacional”,. *Acool & Acucar*, vol. 13, No. 17, pp. 14-19

Schittkowski, K. (1991), “Solving Nonlinear Programming Problems with Very Many Constraints”, *Mathematisches Institut, Universität Bayreuth, Report No. 294*, Bayreuth, Germany.

Schittkowski, K. (1986) A FORTRAN Code for Quadratic Programming User´s Guide, Mathematisches Institut, Universität Bayreuth, Germany.

Lawrence, C. T. and Tits, A. L. (1996), “Nonlinear Equality Constraints in Feasible Sequential Quadratic Programming”, *Optimization Methods and Software* Vol.6, pp. 265-282

Sabadí, R. et. al. (1991), "SIMFAD: Un sistema para la simulación de fábricas de azúcar y derivados. Parte I: Descripción de módulos de procesos". *CubaAzúcar* No. 4.

Sabadí, R. et al. (1992), "SIMFAD: Un sistema para la simulación de fábricas de azúcar y derivados. Parte II: La estructura computacional". *CubaAzúcar* No. 1.

ANALYSIS OF SUGAR PRODUCTION FLOWSHEETS PART II: SOFTWARE TOOL AND CASE STUDY

Hurtado Vargas, Rafael*
Ribas García, Mauricio*
Sabadí Díaz, Raúl*
Armas Casanova, Carlos de*
Rostgaard Beltran, Leopoldo**

*Cuban Research Institute on Sugar Cane By-products (ICIDCA). P.O.Box 4026, Havana 10400, Cuba. Fax: 53-7-338236**.**
E-mail: **sabadi@icidca.edu.cu**
**Camilo Cienfuegos" Sugar Factory. Segunda cuadra, esquina 5ta. Sta. Cruz del Norte, Prov. Habana, Cuba.
E-mail: **sala205@cai205.hb.minaz.cu**

ABSTRACT

In this job the CALIFA system is described. It has been designed and implemented for analyzing raw and refined sugar production flowsheets. Based on the user description of the flowsheet (nodes, flows in each one, brix and purities, technological constraints and objective function to optimize, if any) the system will generate automatically the mathematical model which is formed by solids, purities and total balances in each node. The model generated is solved using a sequential quadratic programming (SQP) method giving as results the description of the flows involved in the flowsheet (solids tons, brix and purity). The steam and power generation areas of the sugar factory can be included in the analysis considering the consumption rates in each node.

A case study is presented. It consists in the comparison of two flowsheets for refined sugar production in Cuban sugar factory and the purpose is to reach a maximum of refined sugar with a minimum steam consumption.

INTRODUCTION

Some projects oriented to develop tools for process simulation in sugar industry have been designed and implemented by our institute in the last two decades. At the beginning, these projects were related with specific areas of the production (milling, evaporation and heating and so on). More recently a project called SIMFAD (Sabadí 1991,1992) which includes all the areas of the sugar production was finished and it is being used in some industries, universities and research centers since 10 years ago.

From this experience a work project with the purpose of building a mathematical model and developing a software tool for having an integral vision of the whole sugar process production including sensibility analysis was proposed.

The paper is divided into three sections. In the first one, a problem to be analyzed as a case study is described. The second part shows the main features of the CALIFA system and in the last one the results of the simulation for the case study are presented. Mathematical model and solution algorithm are well explained in the first part of this paper and they are also referenced by (Schitkowski, 1991), (Zhou, 1996) and (Lawrence, 1996).

PROBLEM DESCRIPTION

The case study consists in the comparison of two refined sugar production flow sheets which are feasible to be implemented in Cuban sugar factory. The first one, which is the actual form of working, produces the raw sugar using the three massecuites processing system with simple seed, sending 'A' and 'B' sugars to the refinery. These ones are affinated as the first stage during refined sugar production (figure 2). The other one also uses the three massecuites processing system but using double seed . In this case only the 'A' sugar is sent to the refinery and it is not affinated during refined sugar production (figure 2).

In both cases, the refinery works with a four massecuites processing system. The main purpose of the comparison is to evaluate which alternative is the best looking for a maximum refined sugar production with a minimum steam consumption.

In figure 2 (refined sugar) the different stages in sugar production are represented. Rectangles are the nodes for each flowsheet and the lines are the flows in each node. A flow is formed by solids tons, brix and purity. It was necessary to establish lower and upper bounds for brix and purities values for some flows according to the quality parameters required in the sugar production.The objective function analyzed was to get a maximum of refined sugar for both flowsheets.

SOFTWARE DESCRIPTION

CALIFA software version 1.0 has been implemented under Windows 95, 98 and NT operating system. It needs an actual PC computer for working and its main features are shown in figure 1. The worksheet is composed by six tabsheets (*Sugar factory, Raw sugar production, Refinery, Refined sugar production, Boilers and Turbines, Steam and power consumption*). Each of them show a general flowsheet for the corresponding area with the flows and their brix and purities.

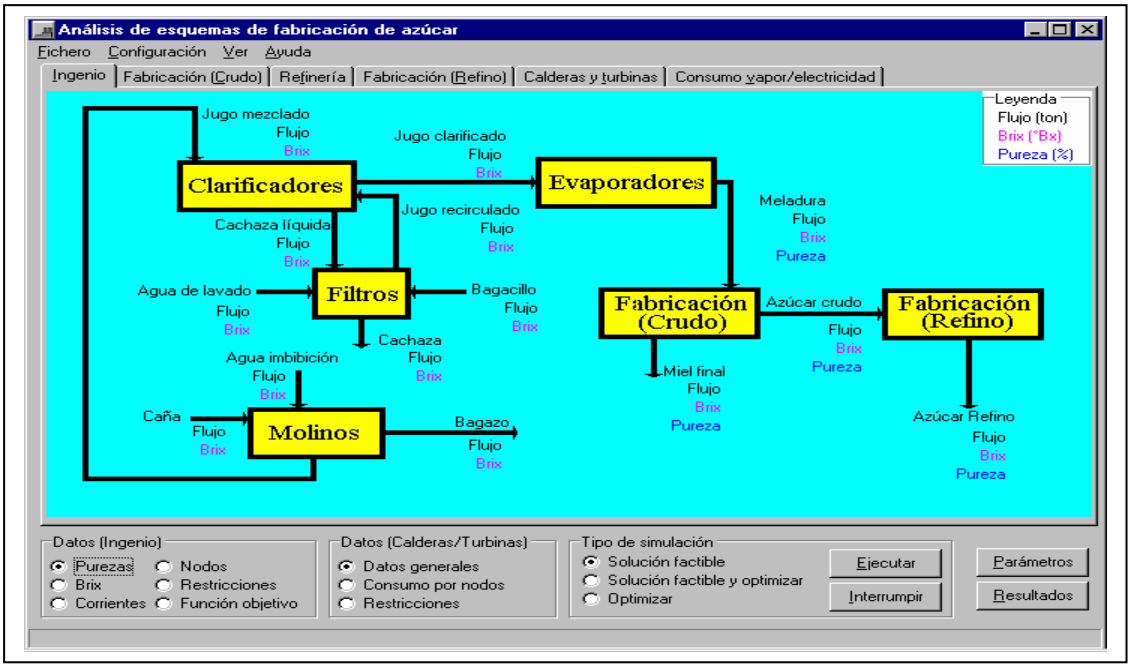
For the description of sugar production flowsheet there are six buttons (*Purities, Brix, Flows, Nodes, Constraints, Objective function, General data and Rates of consumption)*. Pressing on any of them, grids are shown and the user can define upper and lower bounds, initial values for the flows, brix and purities, technological constraints about relations among flows, rates of power and steam consumption and the objective function to be optimize.

The buttons *Execute and Interrupt* will activate or desactivate the simulation of the process. It is possible to find a feasible solution of the problem and/or an optimal solution for an specific objective function. For this, the box *Type of simulation* must be selected in the corresponding place. If the option *Feasible solution and optimize* is selected the system will look for a feasible solution and then, taking the results of that solution as initial values, will try to find an optimal solution.

Results button is oriented to visualize the values of all the flows which are involved in the sugar production flowsheet, brix, purities and total consumption of steam and power, while the button *Parameters* is useful for changing precision parameters related with the solution algorithm.

The menu options of the CALIFA system are similar to any other Windows application. *File* gives the possibility for manipulating different data (*New, Open, Save As...*), *Configure* is related with the description of the sugar production flowsheet, *View* permits to specify which are the variables to be shown in the tabsheets and *Help* is an on-line help about the system.

Figure 1 CALIFA© software. Worksheet



RESULTS AND DISCUSSION

The simulation study of both flowsheets shows us two optimal solutions for the objective function defined. In the first case, which is related with simple seed raw sugar production, the optimal value for refined sugar is 641.7 tons/day with a total steam consumption of 1394.3 tons. It means a rate of 2.17 tons of steam per ton of sugar.

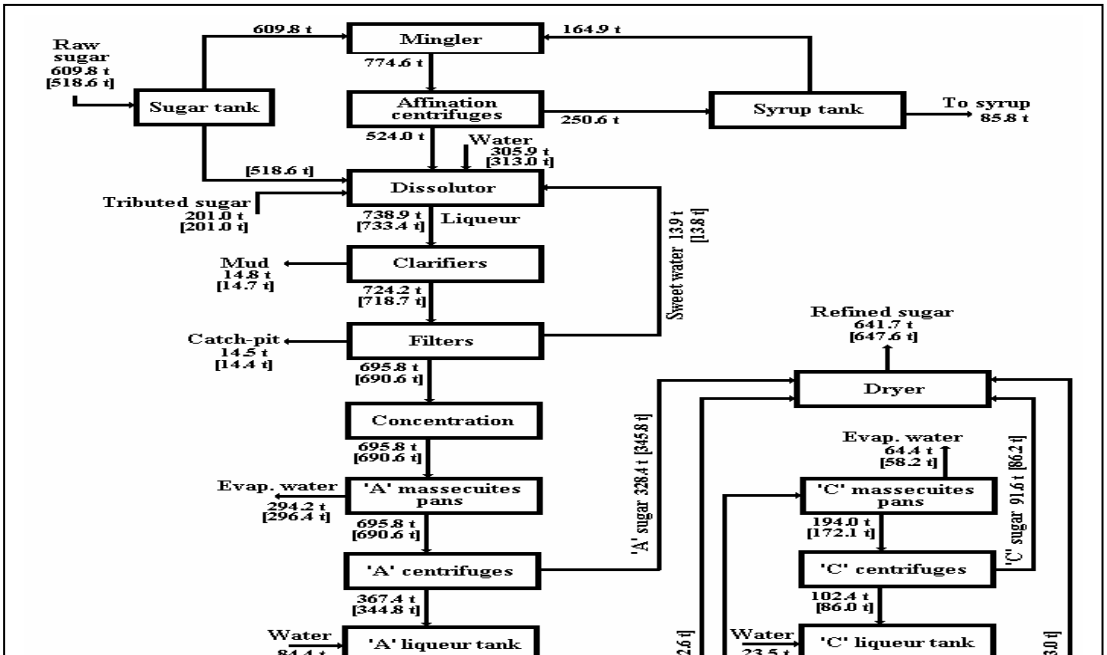
In the other case, double seed raw sugar production the optimal value of refined sugar is 647.6 tons/day with a total steam consumption of 1379.9 tons. In this case, the rate between steam and sugar is 2.13 tons of steam per ton of sugar.

The double seed raw sugar flowsheet produces 6 tons/day more than the other flowsheet and its total steam consumption is 14.4 tons/day less. Considering 150 days of working in the factory it represents an extra production of 900 t of refined sugar and a reduction of 2160 tons of steam consumption, applying in an efficient way the double seed raw sugar production without affinating in refinery.

There is a rate between tons of steam and tons of fuel which is 10 tons of steam per ton of fuel in Cuban sugar factory. According to this, and considering that 1 ton of refined sugar can be sell in 342 USD and 1 ton of fuel has a cost of 173 USD, the use of the flowsheet showed at figure 2 represents an increment of 307800 USD by the concept of sugar production and a cost reduction of 37368 USD by the concept of buying fuel.

The final molasses in both flowsheets have a purity of 40%. In the case of simple seed raw sugar production the flow is 141.0 tons/day representing a loss of 56.4 tons of sucrose per day while in the double seed sugar production the flow is 135.3 tons/day which means a loss of 54.1 tons of sucrose per day. These values are similar.

Figure 2 Flowsheet for refined sugar production



CONCLUSIONS

- It was possible to develop a software tool which gives us the possibility for analyzing different raw and refined sugar production flowsheets.
- The automatic generation of the mathematical model allows to describe complex flowsheets if necessary.
- The results of the simulation for both flowsheets demonstrate the best values for double seed raw sugar production with no affination in refinery.
- In order to precise the results it is necessary to extend the material balances to equipment level. It will give us a better way of analysis and a case study with this purpose is being prepared.

REFERENCES

De Armas, C. y Sabadí, R. (1993), "Balanco de sólidos e de purezas na área de cristalizacao. Enfoque matemático computacional",. *Alcool & Acucar*, Vol.13,(17), pp. 14-19

Schittkowski, K. (1991), "Solving Nonlinear Programming Problems with Very Many Constraints", *Mathematisches Institut, Universität Bayreuth, Report No. 294*, Bayreuth, Germany.

Zhou, J.L. and Tits, A .L. (1996). "An SQP Algorithm for Finely Discretized Continuous Minimax Problems from SIP". In: *Semi-Infinite Programming, in series Nonconvex Optimization and its Applications*, R. Reemtsen & J.-J.Ruckman, eds.,Kluwer Academic Publishers

Lawrence, C. T. and Tits, A. L. (1996). “Nonlinear Equality Constraints in Feasible Sequential Quadratic Programming”, Optimization Methods and Software 6 pp. 265-282
Sabadí, R. et. al. (1991.*CubaAzúcar* No. 4.
Sabadí, R. et al. (1992). "SIMFAD: Un sistema para la simulación de fábricas de azúcar y derivados. Parte II: La estructura computacional". *CubaAzúcar* No. 1.

ANALYSIS OF SUGAR PRODUCTION FLOW SHEETS. PART III: BALANCES IN EQUIPMENT AT OPERATIONS LEVEL.

Raúl Sabadí Díaz[1], Rafael Hurtado Vargas[1], Mauricio Ribas García[1], Carlos de Armas Casanova[1] and Leopoldo Rostgaard Beltran[2]

1. Cuban Research Institute on Sugar Cane By-products (ICIDCA). P. O. Box 4026, Havana 10400, Cuba. Fax: 53-7-338236. E-mail: **sabadi@icidca.edu.cu**
2. "Camilo Cienfuegos" Sugar Factory. Segunda cuadra, esquina 5ta. Sta. Cruz del Norte, Prov. Habana, Cuba. E-mail: **sala205@cai205.hb.minaz.cu**

SUMMARY

A case study for materials balances calculations in cane sugar production process is described. It has been done using the software tool CALIFA© in equipment at operations level. It is pointed out that it is really convenient for operations scheduling and necessary in order to use the results in process conduction at operators level. Setting up of the problem takes into account the characteristics of equipment, materials in process, utilities and resources. This approach proves to be valid for mentioned aims. Recommendations about SQP solving tool and future work are derived.

INTRODUCTION

In former parts of this work, the development of a non-lineal mathematical model for materials balances calculations in cane sugar production process has been described (Ribas, 2002). It has been also described the software tool CALIFA© (Hurtado, 2002), supported over such a model, and two real case studies in a sugar factory. It was pointed out that, in order to use the results in process conduction at operators level, it is necessary to extend the balances to equipment at operations level. This is really convenient for operations scheduling and it is the purpose of this paper to show how it can be done.

The use of a LP model for the calculation of the material balance in sugar boiling fitted to a pans configuration has been described by De Armas (1993). That approach was used in an scheduling case study for a flow sheet of a three massecuites processing system for production of raw sugar (Sabadí, 1999). The general approach and tool for the scheduling of complex production systems proposed by Graells et. al. (1998) was used in that work. In this paper, a similar case study is used with aims of comparison. A detailed simulation model of the boiling house of a factory for sugar production from cane was developed (see figure 1). Setting up of the problem took into account the characteristics of equipment, materials in process, utilities and resources.

PROBLEM DESCRIPTION

Based on the approach mentioned before, two levels are defined: the upper one being the process and the lowest one being the operation, recipes at operation level were built for production of commercial sugars (high grade massecuites) and sugar C (low grade massecuites).
In figure 2 an strategy or “processing tree” for commercial sugars (sugar A) is shown. This tree represents the process for growing the crystal from seed size to commercial size. The circles represent batch operations (operations), the blocks are storage tanks or semicontinuous equipment and the arrows represent materials (cuts, discharges). Numbers inside the circles are the number of the nodes and the number after a letter **T** indicates the pan where the task takes place. A name for the operation is also inside the circle and numbers near arrows are associated to streams identification.

In this recipe (inside the dotted line), three batches of massecuite A (*MCA*) are produced in pans 3, 5 and 6. Before, there are produced the *Seed* and the intermediate materials *Foot 3* and *Foot 2* in pans 1, 2 and 4 In the definition of the recipe there are included those different tasks for producing the specified material. Each of these tasks is described through its different operations. The material balance for each of the recipes was usually introduced through coefficients related to one of the flows coming in or out of the recipe (Sabadí, 2001). In former works, those coefficients were calculated from an overall material balance for the flowsheet of the process and adjusted to the number of “trees” required for an specified level of production of a certain material in a certain time interval. In this work the material balance is done over every individual operation, so the results are really fitted to equipment configuration and production strategy.

The case presented here is based on a real flow sheet of a three massecuites raw sugar production system corresponding to a sugar factory (figure 1). Here the nodes represent the boiling operations, centrifugation, seed preparation and materials distribution, the lines represent the solids flow among the nodes and the water evaporated in the process. In this case all values from the input flow solids to the flowsheet as well as their brix and purity are data. They are also given as data the brix values of the dissolved molasses and “C” sugar.

Figure 1: Three massecuites processing system for raw sugar production

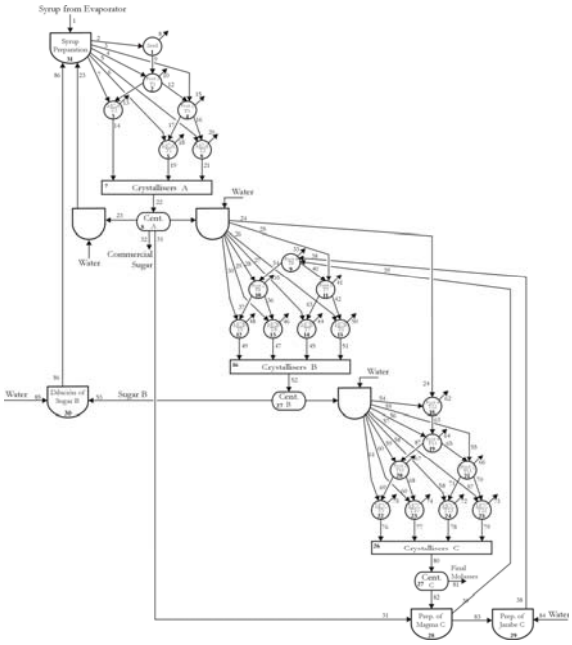
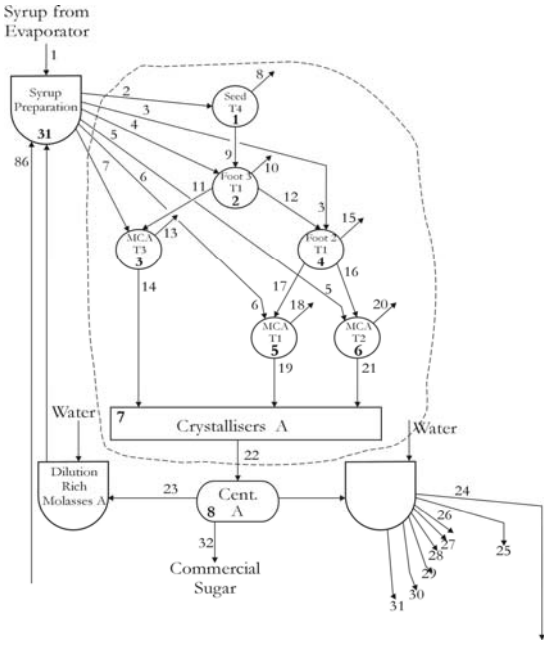


Figure 2. Processing system (recipe) for "A" massecuites production.



The model includes flow, solids and purities balances in each node and values of these variables are calculated for each flow. There are included lower and upper bounds corresponding to limiting operating capacities in pans. There were considered the following technological constraints.

1. A 42 % of efficiency for the crystal growth in all massecuites.
2. It is assumed that the crystal looks like a perfect cube and relationships in weight are equal to relationships in volume.

For purposes of this work to maximise commercial sugar production was used as objective function.

RESULTS AND DISCUSSION

In Table 1, the results of the material balance for the strategy of production of "A" massecuites (MCA) are shown. When compared with values in the factory the differences are not significant from an engineering point of view. In this case, the objective function was to maximise commercial sugar production, the maximum value of this variable was 871.5 tons, the reported by the factory is 884.0. While the calculated MCA is 2022.4, the value in factory is 2113.0. But the main asset is that these results are now easily, and more realistically, associated to the operations when facing an scheduling problem. Notice that it is now possible to know the values for each stream going in and out of the pans and other vessels in each operation. So it is easy to conduct the process provided that the balances include technological constraints followed during operation for guaranteeing production and quality.

Stream	Id.	Total Flow (ton)	Solids Flow (ton)	Total Flow (m3)	Brix (%)	Purity (%)
Syrup to seeding T4	2	1022.6	692.3	769.9	67.7	86.2

Syrup to footing 2 T1	3	301.5	204.1	227.0	67.7	86.2
Syrup to footing 3 T1	4	96.2	65.2	72.5	67.7	86.2
Syrup to MCA T2	5	449.5	304.3	338.4	67.7	86.2
Syrup to MCA T1	6	449.5	304.3	338.4	67.7	86.2
Syrup to MCA T1	7	372.4	252.1	280.4	67.7	86.2
Water evaporated in seeding T4	8	239.4	0.0	239.4	0.0	0.0
Seeding T4	9	783.2	692.3	535.3	88.4	86.2
Water evaporated in footing 3 T1	10	22.1	0.0	22.1	0.0	0.0
Footing 3 T1 to MCA T3	11	478.8	423.0	327.4	88.4	86.2
Footing 3 T1 to footing 2 T1	12	378.5	334.4	258.7	88.4	86.2
Water evaporated in MCA T3	13	100.7	0.0	100.7	0.0	0.0
MCA T3 to crystalliser	14	750.5	675.1	509.2	90.0	86.2
Water evaporated in footing 2 T1	15	69.0	0.0	69.0	0.0	0.0
Footing 2 T1 to MCA T2	16	305.5	269.3	209.1	88.1	86.2
Footing 2 T1 to MCA T1	17	305.5	269.3	209.1	88.1	86.2
Water evaporated in MCA T1	18	119.0	0.0	119.0	0.0	0.0
MCA T1 to crystalliser	19	635.9	573.5	431.0	90.2	86.2
Water evaporated in MCA T2	20	119.0	0.0	119.0	0.0	0.0
MCA T2 to crystalliser	21	635.9	573.5	431.0	90.2	86.2
MCA total	22	2022.4	1822.2	1371.1	90.1	86.2

Table 1. Results for material balance in production strategy for "A" massecuites.

Of course, to represent the whole flowsheet of the process with this approach means to build a detailed medium or large scale model. But the experiences with the used SQP algorithm demonstrated that it is feasible to do it. To improve user exploitation of the software, it is recommended to include the automatic generation of the initial solution (initial estimates for all variables). The Powell algorithm ("dog leg" version) can be used for this aim, taking into account the experience of using it in other software tools. Of course, a set of values should be provided by the user in order to build a model suitable for such algorithm; but this set will always be small compared with the total amount of variables in the problem. The lower and upper bound for all streams could be also generated from this initial solution defining a range around the variable value. Bounds such as lower and upper operating capacities of vessels and pans should always be provided by the user as well as the selected calculation basis.

CONCLUSIONS

In this paper the material balance is really fitted to the equipment at the operations level, the nearest one to the operator in plant. This approach allows to include restrictions such as the maximum and minimum capacity of the equipment for each of the operations. It is also possible to find out values for each of the flows in each of the operations and it is useful for conduction of the process. In the scheduling study it is possible to relate the material balance to each operation instead of doing it for the whole recipe, avoiding useful information losses. As example, the use of utilities and resources in each operation can be also introduced associated directly to the material balance, i.e. to every batch in the process.

The next step in our work will be the introduction of such a model for material balances calculation into the model proposed by Graells (1998) for process scheduling. The aims of doing such a task is to find the Gantt chart of the process taking into account the constraints associated to the materials balances at operations level. The recommendations for improving the user exploitation of the software should be taken into account when doing these new tasks.

REFERENCES

- De Armas, C. and Sabadí, R. (1993), "Balances de sólidos y purezas en el área de cristalización. Su enfoque matemático-computacional". Azúcar y Alcohol. April-may. Year 13, no. 67, 14-19. Brazil.
- Graells, M. et al. (1998), “General approach and tool for the scheduling of complex production systems”. Proceedings European Symposium on Computers Applications in Process Engineering (ESCAPE-8), Belgium.
- Hurtado, R et. al. (2002), “Analysis of sugar production flow sheets. Part II: Software tool and case study”. Proceedings Diversification 2002, La Habana, June 2002.
- Ribas, M. et. al. (2002), “Analysis of sugar production flow sheets. Part I: Mathematical modelling”. Proceedings Diversification 2002, La Habana, June 2002.
- Sabadí, R. et. al. (1999), "A new approach for short-term scheduling in the production of sugar from cane”. Proceedings PRES´99, Budapest, Hungary. Pag. 559-564.
- Sabadí, R. et. al. (2001), "Process scheduling in sugar refinery industries”. Proceedings PRES´01, Florence, Italy. Pag.185-188.

AUMENTO DE LA CALIDAD DEL AZÚCAR CRUDO MEDIANTE EL SECADO

Espinosa Hernández, Raúl
Camay Alcolea, Juan B
Romero Verde, Marcial
Alvarez Casanova, Pilar

E-mail: director@icinaz.minaz.cu

RESUMEN

Tradicionalmente el azúcar crudo no se sometía al proceso de secado. Debido a las exigencias del mercado internacional se hace necesario disminuir la humedad en aras de su competitividad.

El secado de azúcar crudo conlleva a disponer de equipos capaces de realizar esa función. En la industria de refinación existe tradición en esta operación tecnológica. En este trabajo se aborda la posibilidad de emplear esta experiencia en el secado de crudo.

El azúcar obtenido en la centrífuga con una humedad aproximada entre 0,5 y 2,0% debe secarse hasta una humedad residual entre 0,2 y 0,5 %. Por otro lado es conveniente que el azúcar alcance una temperatura entre 24 y 40 ºC para que su calidad no se altere. Ambas operaciones, secado y enfriado, se realizan en un secador. Existen diversas maneras de hacerlo y una de las más utilizadas es la hacer pasar el aire, en corriente paralela con el sólido para secarlo y en contracorriente para enfriarlo, a través de tambores rotatorios.

El aire frío es el elemento determinante para dimensionar la sección transversal del secador. Esta dimensión se define como la relación existente entre el flujo de aire que pasa por el tambor y la velocidad del mismo. Esta velocidad debe ser igual o menor que la velocidad de arrastre del azúcar, pues de no ser así, gran parte de los cristales del producto serían conducidos por la corriente y el secador se convertiría en un transportador neumático.

MATERIALES Y MÉTODOS

El secador-enfriador rotatorio de contacto directo está constituido por un tambor con tres zonas bien definidas: la zona de secado, la zona de extracción del aire utilizado y la zona de enfriado las cuales se unen entre sí mediante los elementos apropiados.

El accionamiento del tambor se realiza con un motor de corriente trifásica, un reductor y una transmisión; por engranaje, por cadena o por correa trapezoidal.

El tambor descansa sobre cuatro rodillos robustos y para evitar el desplazamiento axial posee dos rodillos de empuje montados en la misma estructura de los rodillos de soporte.

La extracción del aire utilizado en el secado y el enfriado se efectúa mediante un ventilador, regulándose la cantidad de aire a extraer por medio de una compuerta.

Como se dijo anteriormente, para el secado se utiliza el aire del ambiente que es calentado hasta la temperatura necesaria en un calorífero mediante vapor que se instala en la tubuladura del tambor. Ambas corrientes de aire las suministra un solo ventilador que succiona por un extremo el aire que va a ser calentado y por el otro, mediante conductos y accesorios, el aire necesario para enfriar. Estas corrientes de aire, después de realizar su función, se mezclan en la cámara de extracción formando un solo flujo de aire, con partículas de azúcar suspendidas, que va hacia la succión del ventilador y desde allí es lanzado hacia un separador de polvo combinado (ciclón) que trabaja con fuerza centrífuga y riego con agua. De esta forma, las partículas de azúcar, suspendidas y transportadas por la corriente de aire debido a que su tamaño no es el apropiado, se disuelven y agregan al jarabe o al agua de lavado en las centrífugas.

El secador-enfriador de azúcar posee múltiples ventajas entre las cuales se pueden mencionar que:

- No se necesita secado previo.
- El secado y el enfriado se realizan en un solo equipo por lo que sólo es necesario un mecanismo de accionamiento.
- Se utiliza un solo ventilador para la aspiración del aire utilizado en ambas operaciones.

El aire frío es el parámetro que determina la sección transversal del secador. Su velocidad debe limitarse de forma tal que no sobrepase la velocidad crítica o de arrastre de los cristales de azúcar aunque sabemos que siempre habrá una cantidad de partículas de azúcar cuya granulometría es inferior a la de la dimensión más representativa y que, por tanto, se arrastran. La literatura recomienda que la velocidad del aire en un secador de azúcar debe estar entre 2 y 5 m/s y no mayor de este rango pues se correría el gran riesgo de que todo el producto viaje con el aire convirtiéndose el secador en un transportador neumático.

El cálculo de la sección transversal idónea del secador presupone cálculos trabajosos de los cuales se puede prescindir si se utiliza el nomograma de la figura. 1 de la siguiente forma:

En el gráfico (a) se sitúa Dt que es la diferencia de temperaturas del azúcar a la entrada y a la salida de la sección de enfriado y por este valor se traza una perpendicular al eje Dt hasta tocar una de las rectas DT (diferencia de temperaturas del aire a la entrada y la salida de la sección de enfriado). En este punto se traza una perpendicular a la anterior hasta tocar una de las rectas G_{az} del gráfico (b). En el punto hallado se traza otra perpendicular hasta tocar una de las rectas T, que representan la temperatura de salida del aire en la sección de enfriado, en el gráfico (c). En este punto se traza otra perpendicular hasta encontrar un punto sobre o entre las rectas que limitan la zona de trabajo del gráfico (d). Finalmente se traza otra perpendicular, hasta la abcisa de este gráfico, que representa el área neta de la sección transversal del secador expresada en m^2. Al afectar esta área por el factor de llenado se obtiene el área total del equipo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el CAI "Antonio Guiteras" de la provincia de Las Tunas se instalará una estación de secado y enfriado de azúcar. Esta instalación se ha proyectado con la filosofía del máximo aprovechamiento de los diseños existentes en los archivos de la extinta EDIMEC los cuales aportaron además un gran caudal de soluciones técnicas para los equipos que hubo que diseñar.

La mencionada instalación de secado y enfriado de azúcar crudo posee las siguientes características técnicas:

- Capacidad (t/h) 60
- Humedad inicial del azúcar (%) 0,40
- Humedad final del azúcar (%) 0,15
- Temperatura inicial del azúcar (°C) 40
- Temperatura final del azúcar en el secador (°C)..... 75
- Temperatura final del azúcar en el enfriadero (°C)..... 40

El aire utilizado para el secado y el enfriado del producto debe poseer los siguientes parámetros:

- Temperatura de entrada al calorífero (°C) 32
- Humedad relativa a la entrada del calorífero (%) 70
- Temperatura de entrada al secador (°C) 95
- Temperatura de salida del secador (°C) 80
- Humedad relativa a la entrada del secador (%) 10
- Temperatura a la entrada del enfriadero (°C) 32
- Temperatura de salida del enfriadero (°C) 45

En el nomograma de la figura. 1 aparece graficado con línea de puntos el ejemplo anterior donde se observa que el área neta es de 3,4 m^2 y el área total es igual a 3,78 m^2.

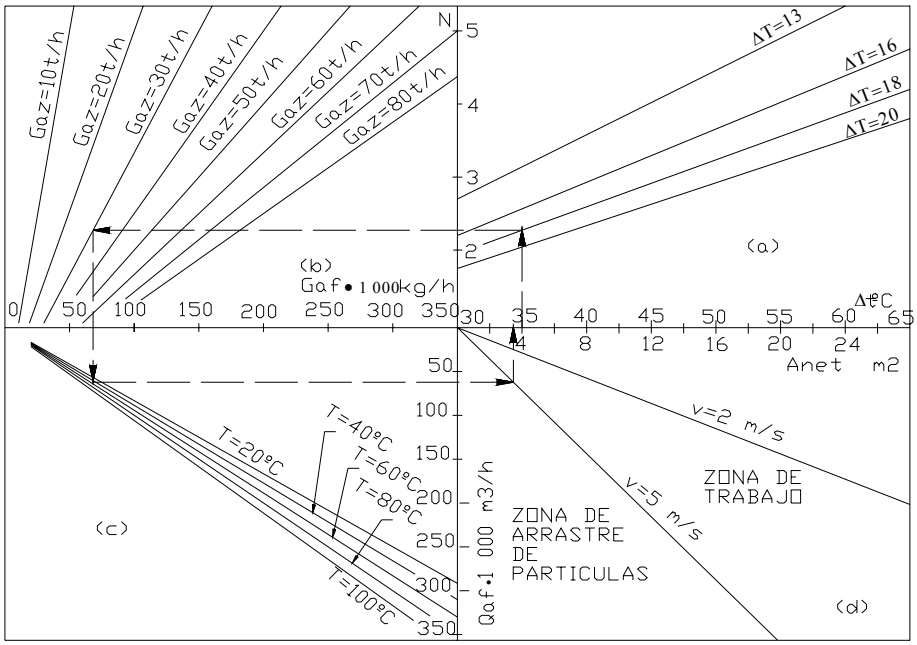


Figura 1 Nomograma para hallar el área neta de la sección transversal del secador

Como el secador es de sección circular, despejando el diámetro en la fórmula del área de un círculo, obtendremos la dimensión deseada; es decir:

$$D \geq \sqrt{4\,A_{TOT}/\pi} \geq \sqrt{4 \bullet 3{,}78/\pi} \geq 2{,}19\ \text{m}$$

El diseño del secador SA 19, concebido para procesar 19 t/h de azúcar refino, cuyo diámetro de tambor es de 2,2 m sirve perfectamente para nuestros propósitos ya que puede procesar 30 t/h de azúcar crudo. En este caso es necesario instalar dos unidades para alcanzar la capacidad de procesamiento requerida.

En la figura. 2 aparece dibujado un esquema de la estación de secado y enfriado de azúcar a instalar en el CAI “Antonio Guiteras”.

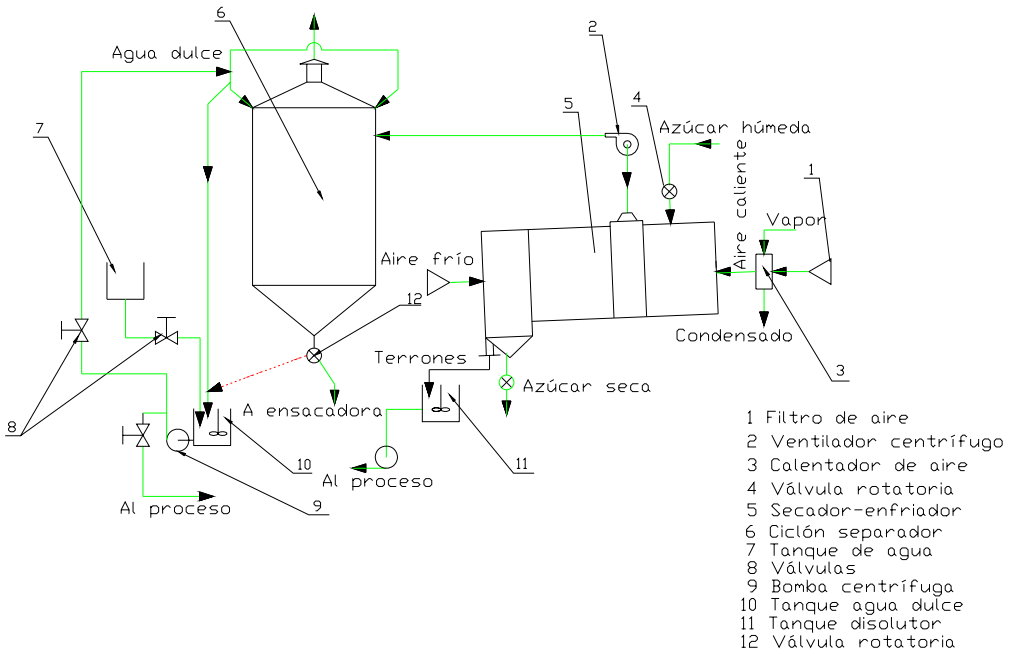


Fig. 2 Estación de secado y enfriado de azúcar
CAI "Antonio Guiteras"

Está previsto que una cierta cantidad de cristales de azúcar, cuya granulometría es más pequeña que la normal, sea arrastrada por la corriente de aire. Para esto se coloca un sistema de rociadores o duchas en el ciclón separador de forma tal que los cristales que lo alcanzan son mojados y precipitados hacia abajo para ser incorporados nuevamente al proceso.

CONCLUSIONES

La cantidad de aire necesaria para el calentamiento es de sólo el 9-10% de la necesaria para el enfriamiento; de ahí que este último sea el parámetro que defina la sección transversal de un secador-enfriador rotatorio de contacto directo.

La sección transversal debe ser una sección neta tal que la velocidad del aire de enfriamiento que pasa a través de ella sea menor que la velocidad crítica o de arrastre del material.

REFERENCIAS

Shubin, V. S.; Pedre, C; (1975), Diseño de Maquinaria Industrial, Tomo 4; pp. 348-376

Pavlov, K. F.; Romankov, P.G.; Noskov, A. A.; (1981), Problemas y ejemplos para el curso de operaciones básicas y aparatos en tecnología química; pp. 449-458.

Hugot, E.; (1984), Handbook of Cane Sugar Engineering; pp. 820-831

BASE DE DATOS COMPUTARIZADA "APLICACIONES DE FURAL EN LA INDUSTRIA AZUCARERA. *(VERSIÓN 1.1)*

Gómez Estévez, Andrés

Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar
Vía Blanca y Carretera Central No. 804 Apdo. 4026, Sna Miguel del Padrón
E-mail: agomez@icidca.edu.cu

ABSTRACT

This paper gives to know the base of data "FURAL'S APLICATIÓNS IN THE SUGAR INDUSTRY that was developed and got ready on Microsoft ACCESS package. This is the Version 1.1, useful for the control, normalization and reproduction of results. There are presents the pieces, their characteristics, pictures of the same ones before and after the application, the maintenance techniques employed and applied products, as well as economic data on the application and the effect of the same one. The software is very friendly and allows the possibility of extending this knowledge to any dependence that possesses same or similar pieces.

INTRODUCCIÓN

Los trabajos de mantenimiento que se realizan en la Industria Azucarera, en su gran mayoría no son iguales para una misma pieza y la efectividad de su mantenimiento sea excelente o de mediano alcance no esta normalizada o es de conocimiento de otras instalaciones. Este aspecto apunta hacia la necesidad de elevar el nivel técnico de estos mantenimientos y de normalizarlos, por cuanto esta sola medida puede representar un efecto económico de consideración y favorecer a disminuir el stock de piezas y productos para estos fines.

Empresas poderosas como la Eutectic + Castolin (1992), formalizan, integran y divulgan los resultados de aplicaciones realizadas con sus técnicas o productos, resaltando el efecto económico de los mismos. Esta práctica permite a los USUARIOS tomar decisiones de mejoras que favorecen las ventas de la Empresa.

Los conocimientos que se han adquirido a lo largo de más de cinco años de producción y aplicación de los productos FURAL y de nuevas tecnologías de recuperación desarrolladas con los mismos, Gómez y otros (1999), han permitido acumular información que se hace necesaria divulgar y compartir en provecho de la actividad de mantenimiento de la Industria Azucarera.

El objetivo de esta etapa es la normalización de las aplicaciones de los productos FURAL y de las técnicas que se han desarrollado, ayudar a cuantificar el efecto económico de estas aplicaciones, facilitar la divulgación y contribuir a elevar el nivel técnico de la actividad de mantenimiento, poder contar con un Sistema de Base de Datos que permita de

forma eficiente acumular la información sobre estas aplicaciones, de los defectos y piezas más críticas, del efecto económico de estas soluciones y facilitar la realización de un programa de mantenimiento y de aseguramiento de insumos para esta actividad.

DESARROLLO DEL TRABAJO

Para alcanzar el objetivo propuesto en esta etapa se tomaron en consideración diferentes alternativas como abrir expedientes por piezas, por producto o por aplicación, confeccionar un folleto instructivo con la relación de las aplicaciones realizadas en la industria u otras actividades similares. Pero conociendo el método de tarjetas llevado a cabo por firmas como la Eutectic + Castolin, (1992), decidimos crear una dinámica que fuese simple de trabajar y cumpliera con nuestras pretensiones para la etapa.

Primero pensamos en Micro Isis, en Microsoft Excel y por último en Microsoft Access (1998) por cuanto nos permite no sólo almacenar datos, sino también realizar cálculos, emplear y almacenar imágenes, interactuar con otros software de Microsoft y tener salidas en forma de informes y gráficas.

La Base de Datos desarrollada funciona como una Hoja Técnica Interactiva para cada pieza, al abrir esta Base se entra por el **PANEL PRINCIPAL**, ver figura 1.

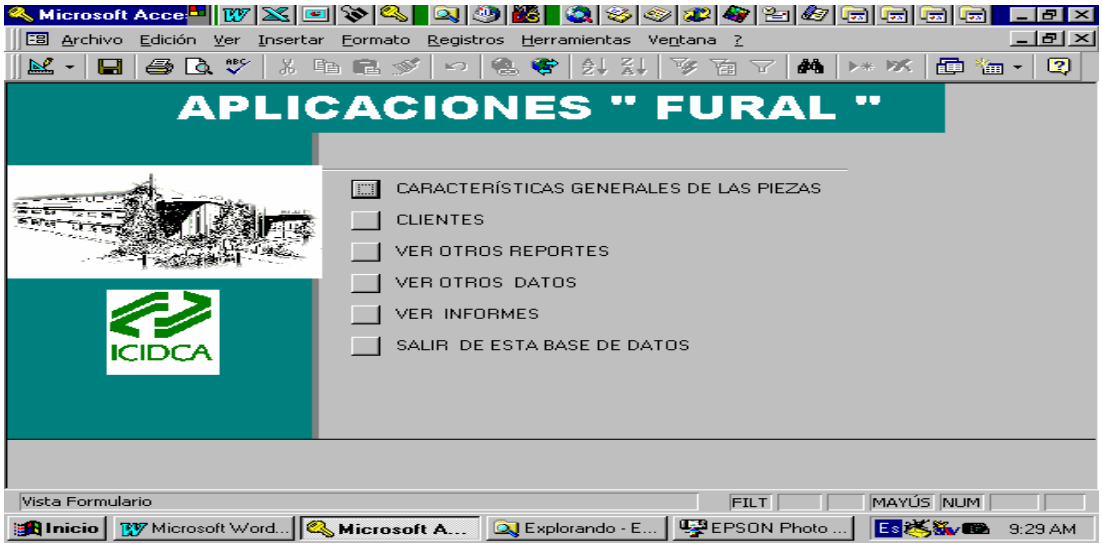
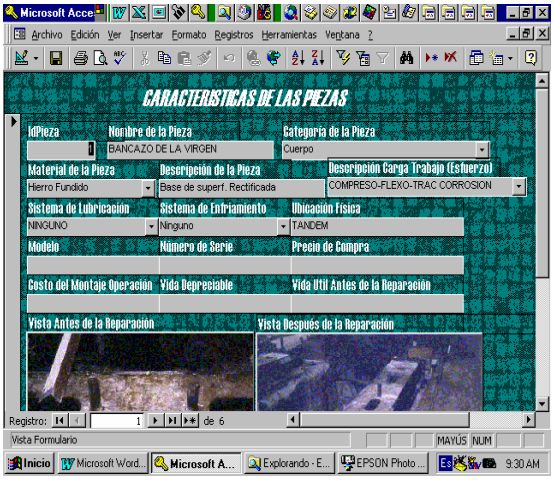
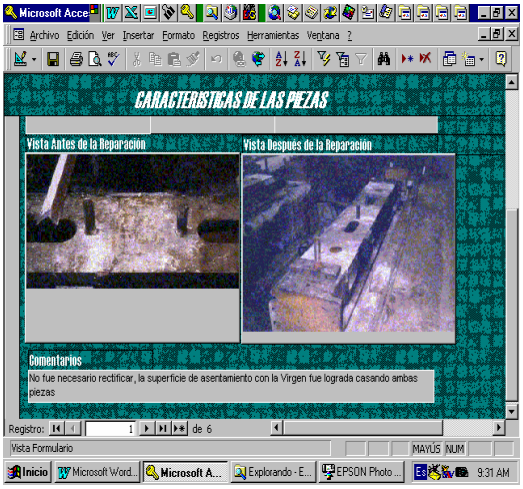


Figura 1 Pantalla de presentación del PANEL PRINCIPAL

En la sección ***Características Generales de las Piezas*** el USUARIO introduce todos los datos de la pieza, su foto antes de la reparación y al terminar la aplicación la foto de la pieza restaurada. Los datos solicitados son los elementales para poder normalizar y generalizar la aplicación, así como para evaluar el efecto económico de la misma.



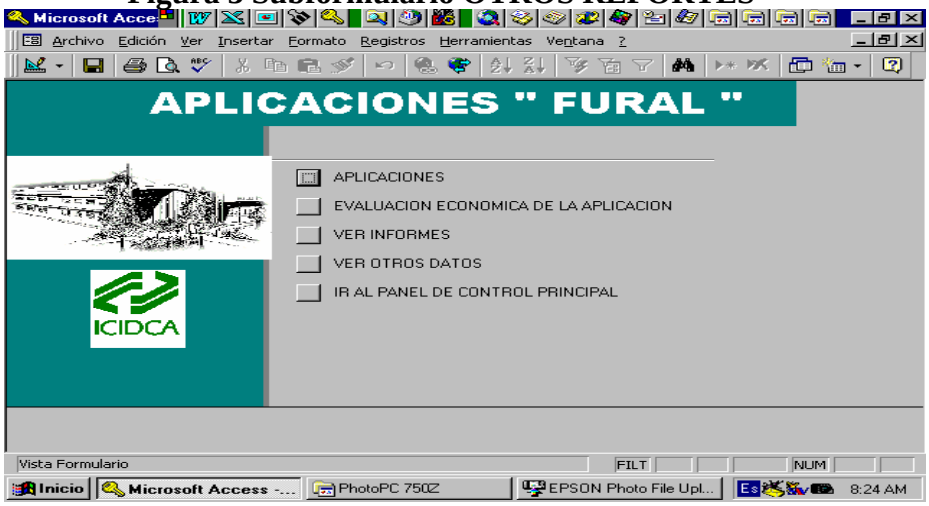


Figuras 2 y 2ª Vista en pantalla del Formulario.

En la sección ***CLIENTES*** el USUARIO introduce en este formulario todos los datos necesarios de identificación del CLIENTE, que en el caso particular de un CAI, de una Empresa, de una Unidad Básica u otra entidad, pude ser un Departamento, una Sección o Area de Trabajo.

Desde el Panel Principal se puede acceder a los Paneles **OTROS REPORTES, OTROS DATOS** e **INFORMES**. En el Panel **OTROS REPORTES**, ver figura 3, aparecen el acceso a los formularios ***APLICACIONES***, ***EVALUACIÓN ECONOMICA DE LA APLICACIÓN***, ***IR AL*** **PANEL INFORMES**, ***IR AL*** **PANEL OTROS DATOS** e ***IR AL*** **PANEL PRINCIPAL**

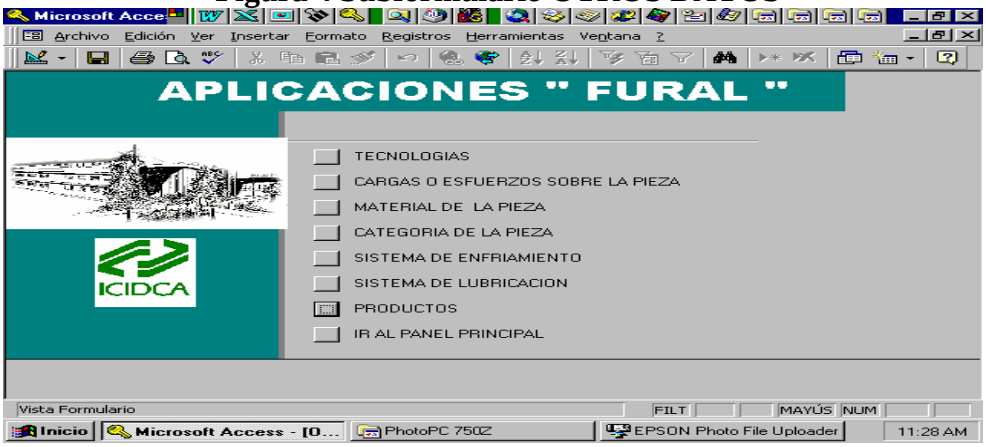
Figura 3 Subformulario OTROS REPORTES



En el formulario ***APLICACIONES*** se describen los productos empleados, la tecnología y las acciones realizadas en cada etapa. En la sección ***EVALUACIÓN ECONOMICA DE LA APLICACIÓN,*** se incorporan al formulario los datos económicos imprescindible para poder estimar el efecto económico de la aplicación.

En el Panel ***OTROS DATOS***, aparece el acceso a otros subformularios que facilitan la entrada de datos y el ordenamiento de los mismos. Estos subformularios son: ***TECNOLOGIAS, CARGA O ESFUERZOS, MATERIAL DE LA PIEZA, CATEGORIA DE LA PIEZA, SISTEMA DE ENFRIAMIENTO, SISTEMA DE LUBRICACIÓN Y PRODUCTOS.***

Figura 4 Subformulario OTROS DATOS



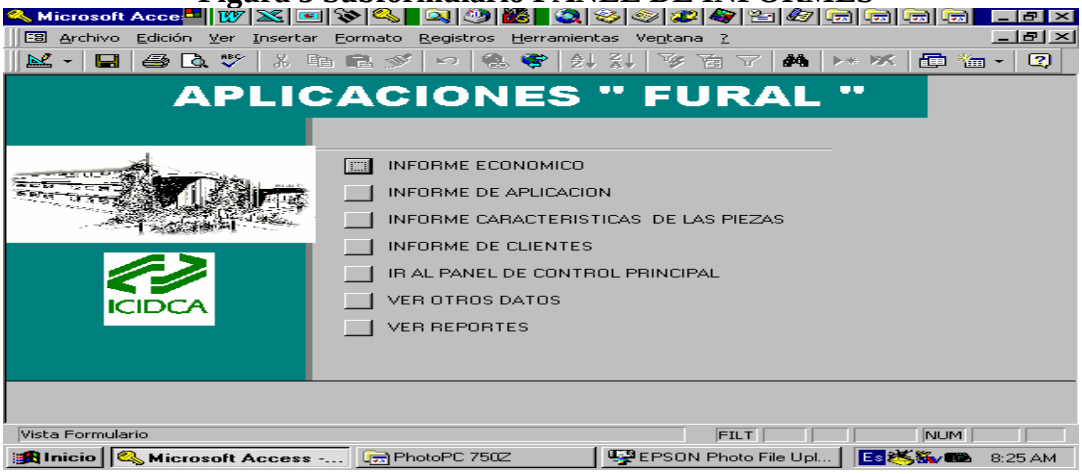
En estos subformularios se encuentran registrados las tecnologías más empleadas, los esfuerzos o cargas más comunes a los que las piezas pueden estar sometidas, el tipo de material con que esta construido la pieza, o sea si es de hierro, bronce, etc., también esta registrado a que categoría pertenece la pieza, si es un eje, una pieza cuerpo, etc., por último se registran en que sistema de enfriamiento y de lubricación la pieza trabaja. Todos estos datos son de extrema importancia para la selección de qué materiales y tecnología de

recuperación o mantenimiento emplear. A pesar de estar registrado los datos más generales el USUARIO puede agregar o modificar esta información.

El cuarto Panel de esta Base de Datos es el ***PANEL DE INFORMES***, en el que aparecen los accesos a los diferentes informes que pueden ser impresos como resultado de esta.

El ***INFORME ECONÓMICO*** es por pieza y expresa los resultados económicos de la aplicación incluyendo su efecto económico. El USUARIO puede seleccionar este informe para la pieza o aplicación deseada y observar el mismo desde pantalla o mandarlo a imprimir.

Figura 5 Subformulario PANEL DE INFORMES



En el ***INFORME DE APLICACIÓN*** se resumen todos los datos técnicos de la actividad realizada en la recuperación de la pieza.

En el ***INFORME CARACTERÍSTICAS DE LA PIEZA*** se resumen todas las especificaciones técnicas de la misma, la Tecnología de Recuperación Aplicada y vistas de la Pieza Antes y después de la Aplicación. Este informe se conforma por piezas por lo que habrá tantas páginas como piezas reportadas existan, para la *impresión* se selecciona *Archivo* de la *Barra de Tareas* y después *Impresión*, especificando la hoja o hojas que se desean imprimir.

El último Informe es el de ***CLIENTES***, donde se resumen los datos de personería de la Empresa, dirección, nombre del contacto, etc.

CONCLUSIONES

- Se ha habilitado una Base de Datos sobre EXCEL, para la introducción de toda la información concerniente a la aplicación de productos FURAL en la actividad de Mantenimiento en general y de recuperación de piezas en particular. **"APLICACIONES DE FURAL EN LA INDUSTRIA AZUCARERA"**. ***VERSION 1.1.***
- Esta Base de Datos permitirá normalizar y generalizar correctamente los resultados de las aplicaciones de los productos FURAL, así como incrementar la información con nuevas aplicaciones.
- Permitirá unificar y cuantificar los criterios sobre el Efecto Económico de la Aplicación.
- Facilitará la confección de una estrategia de mantenimiento, de los insumos para esta actividad, así como de los recursos humanos y materiales en general.
- Eleva el nivel científico técnico de la actividad de mantenimiento en la Industria.

REFERENCIAS

Gómez, A. y otros (1999). *Informe Final Proyecto CITMA* 001-03-018
Access y Excel (1998). *Guía del Usuario.* Microsoft Office.

Eutectic + Castolin (1992). *Approved Application Procedure. Computarized application data bank*, Canada.

BIOELÉCTRODIVERSIFICACIÓN-ENERGÉTICA AZUCARERA. RENTABILIDAD

Aguilar Pardo, Antonio
Sánchez Durán, Ramón.

E-mail **:** mailto:director@icinaz.minaz. cu

INTRODUCCIÓN

La generación de energía eléctrica en la industria azucarera mundial en período inactivo, no es una práctica común, por la menor eficiencia del ciclo energético con relación a la cogeneración y a las dificultades que implica, por la poca experiencia en materia de preparación y manipulación de la biomasa cañera (B .C) a gran escala entre otros aspectos.

El déficit de energía eléctrica actual, la potencialidad energética de la caña de azúcar con posibilidades de producir ésta energía durante mas de 5000 horas /año con el empleo de esta biomasa y los beneficios que esta representa en la protección del medio ambiente, constituyen un verdadero reto al desarrollo científico técnico.

A continuación se muestran algunas experiencias, de generación de energía eléctrica en un CAI a partir de residuos agrícolas de caña (RAC) en periodo inactivo ("Bioelectrozafra") y consideraciones para la cogeneración y generación de energía eléctrica en este Complejo Agroindustrial - Industrial (CAI) y en otros de mayor capacidad capacidad.

DESARROLLO

Metodología y Medios de Trabajo

a) Consideraciones para los balances de masa y energía:

- Período de zafra, 130 días.
- RAC en instalaciones de limpieza, 6.0 % caña molible.
- Bagazo sobrante en zafra, 5.6 % caña molible.
- Aprovechamiento de la capacidad potencial, 87 %.

b) El CAI experimental tiene una capacidad potencial de 4000 t/d de caña. La cosecha de la caña es mecanizada en un 70%, mientras que el resto es de corte manual. Para la limpieza ulterior de la caña posee cinco instalaciones de limpieza (I.L) que operan con alta eficiencia (67,6%), donde se separan y concentran alrededor de 355 t/d de RAC, con 20 – 30 % de humedad.

c) Durante las experiencias se emplearon las instalaciones de uso convencional en el CAI, como sigue:

- Basculador y tandem de molinos, en la preparación de los RAC.
- Un generador de vapor con capacidad, 15.0 t/h, presión 18.0 ata y temperatura 350°c. VER
- Un turbogenerador ruso de 4.0 m W y presión en el vapor de salida de 2.0 ata.
- Cuatro calentadores Webre, para la condensación del vapor.

RESULTADOS Y EXPERIENCIAS

La zafra energética, tuvo una duración de 20 días; orientada a operar en horas picos (6.00 - 10.00 p. m) a razón de 4 horas cada día.

En el área de preparación, los RAC salen del último molino con tamaño de partículas correspondiente a la clase -11.6 mm en un 95% en peso y humedad entre 50 y 52 %.

El generador de vapor operó con parámetros en el vapor de 16.0 ata y 320 ^{0}C de presión y temperatura respectivamente, ambos fueron inferiores a los valores esperados, debido a la alta humedad en los RAC y a un elevado exceso de aire en el horno, influenciado también por la poca experiencia en la manipulación del nuevo combustible.

Similarmente ocurre con estos parámetros del vapor a la entrada de la turbina con valores de 15.0 ata y 300°c respectivamente, lo cual afecta la eficiencia del ciclo en un 10 %; mientras que estos parámetros a la salida del turbogenerador se mantuvieron alrededor de 1.7 ata y 120 ^{0}c de presión y temperatura respectivamente.

Como era de esperar con estas características operativas el esquema energético funciona con una eficiencia en el ciclo de Rankine de 17.02 %. Luego, en el período de 20 días se produjeron 251 m w h, con un aprovechamiento de la capacidad instalada de 75 %.

En el análisis económico del CAI, esta actividad aportó un ingreso equivalente a 13 609,78 pesos, mientras que el costo de operación fue de 6 640 pesos, con utilidades en el período de 6 669.78 pesos.

CONSIDERACIONES PARA LA PRODUCCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA

Peculiaridades de la Cogeneración

- Eliminación de pérdidas por transportación y distribución.
- Disminución de la contaminación ambiental.
- Alejamiento de las centrales eléctricos.
- Aumento del consumo de combustible
- Relación calor /electricidad VER
- Posibilidades de operación por más de 5000 horas/año
- Potencialidad y disponibilidad de combustible
- Beneficios económicos y financieros.

Estas peculiaridades se ajustan perfectamente a las características de la industria azucarera. La relación calor /electricidad en esta industria es elevada y varía en un rango entre 9 y 17, siendo de singular importancia para la selección del tipo de turbina.

Consecuentemente, en el ciclo de cogeneración de la industria azucarera generalmente se emplean turbinas de vapor a contrapresión como se muestra en la figura1, donde la turbina de vapor tiene la función de acondicionar los parámetros del vapor a los requerimientos del proceso tecnológico y generar determinada cantidad de energía eléctrica, en función de los parámetros originales del vapor.

La eficiencia de aprovechamiento de la energía térmica en estos ciclos, es elevada (80 – 98); sin embargo con relación a la turbina de vapor empleada, este parámetro alcanza valores muy limitados, siendo alrededor de 20% en la industria azucarera.

No obstante en estos ciclos se puede obtener también, como en las experiencias anteriores, una cantidad de energía eléctrica apreciable, operando en período inactivo a expensas de un combustible barato y de un mayor aprovechamiento de las capacidades instaladas, funcionando esta instalación más de 5000 horas /año en función del período de zafra como se muestra en la tabla 1.

Tabla 1. Potencialidad de Energía Eléctrica en Función del P. de Zafra.

Período de zafra (Días)	Cogeneración en zafra (m w/h)	Generación P.Inactivo (m w/h)	Total E. Eléct. (m w/h)	Periodo Inactivo (d/meses)	Periodo Total (h/meses)
100	25164	15801	40 965	62/2.0	3888/5.4
120	30197	18961	49158	75/2.5	4680/6.5
130	32713	20546	53259	81/2.7	5064/7.0
140	35 230	22121	57351	88/2.9	5472/7.6

En la medida que el periodo de zafra aumenta las posibilidades de obtener energía es mayor. Zafras igual o mayor a 130 días facilitan operar durante más de 5000 horas cada año.

Generación de Energía Eléctrica

La generación de energía eléctrica en periodo inactivo en los ciclos de vapor actuales de la industria azucarera, aún cuando se emplean mejores parámetros en el vapor de alta, el coeficiente de conversión de energía térmica en energía eléctrica es bajo, como se puede apreciar en la figura 1.

EFECTO TECNOLÓGICO DEL TRATAMIENTO MAGNÉTICO EN LA DECOLORACIÓN DE LICORES

Acea, Carlos M.

Dpto. de Física. ISPJAE.
Calle 127 s/n. Marianao
E-mail: acea@electrica.ispjae.edu.cu

RESUMEN

Con la introducción del Tratamiento Magnético, previo al primer tratamiento químico, en la tecnología de refinación de azúcar produce cambios en el proceso de clarificación, que constituyen mejoras de alta significación tecnológica.

El efecto producido por la acción del campo magnético se manifiesta en la viscosidad, la densidad y el color de licor clarificado; magnitudes estas que experimentan reducciones de sus valores, superiores a los que se alcanzan según el diseño tecnológico y que inciden positivamente en los pasos posteriores.

Desde el punto de vista económico, destaca la disminución de la pérdida de azúcar en cachaza, lo que implica un mayor porciento de sacarosa que continúa en el proceso.

INTRODUCCIÓN

En los últimos tiempos han gozado de gran aceptación los métodos físicos de tratamiento dentro de la industria química, entre los que destaca por su sencillez y bajo costo el tratamiento magnético, el cual ha sido ampliamente divulgado dentro de la industria azucarera por su alta efectividad en la lucha contra las indeseables incrustaciones, que comúnmente aparecen en los sistemas hidráulicos y de intercambio térmico.

Las posibilidades del tratamiento magnético son mucho más amplias, debido a que el campo magnético produce variaciones sobre los parámetros físicos y químicos de los sistemas acuosos según lo publicado por Klassen (1980), los que se producen de forma selectiva para condiciones específicas de tratamiento. Esta característica convierte a este tipo de tratamiento en un elemento de apoyo tecnológico de incalculable valor.

El trabajo refiere un estudio realizado en el CAI “Manuel Martínez Prieto”, en el que se instaló un magnetizador en punto previo al primer tratamiento químico, con el objetivo de evaluar el efecto tecnológico del tratamiento magnético sobre el proceso de purificación. Los resultados alcanzados se pueden de catalogar de altamente positivo en esta primera etapa del trabajo.

MATERIALES Y MÉTODOS

El proceso de purificación, en la refinería de azúcar crudo, tiene como objetivo principal alcanzar la mayor remoción de color posible, lo cual implica la eliminación de impurezas del licor crudo de acuerdo con Díaz (1989).

Para evaluar el efecto tecnológico del tratamiento magnético sobre el proceso en cuestión se realizaron un conjunto de mediciones de parámetros físicos:

- Brix.- método refractométrico (Abbe);
- Viscosidad.- método capilar (Ubbelohde);
- Absorbancia.- espectrofotometría,

además, se calculó el índice de color Horne (ICH), los que están directamente relacionados con la efectividad del proceso de purificación.

Los datos fueron obtenidos de evaluaciones realizadas a la entrada y salida (licor crudo y licor clarificado). Después de instalado el magnetizador (TECNOMAG), se tomó una muestra posterior a este.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla 1 están recogidos los datos correspondientes a las mediciones realizadas en el licor crudo y licor claro. De los valores reportados se puede apreciar que, en principio, la tecnología en esta etapa del proceso de purificación a pesar de las desviaciones en los valores de entrada, presenta estabilidad con una aceptable eficacia, lo que se refleja en la reducción lógica de los parámetros evaluados y que redunda en una reducción del color en un intervalo de 50 a 70% , en concordancia con Posada (1987). No sería desacertado suponer que si el licor crudo tuviera un color alrededor de 10°H, como se recomienda, entonces este parámetro en el licor claro también sería inferior, lo que implicaría una mayor disminución de las demás magnitudes evaluadas.

Tabla 1 Evaluación del proceso sin tratamiento magnético

	Crudo	**Claro**	**Δ**	**%**
°Bx	64.41	63.09	1.32	2.05
μ	58.25	54.57	3.68	6.32
Ad.	0.58	0.16	0.39	67.24
ICH	13.99	4.68	9.31	66.55

°Bx. Por ciento de sólidos totales disueltos.
μ. Viscosidad (cPa)
Ad. Adsorbancia.
ICH. Indice de color Horne.

Con la introducción del tratamiento magnético en un punto previo al primer tratamiento químico, se hace necesario evaluar el efecto que el campo magnético produce de forma inmediata sobre el licor crudo y su influencia en toda la etapa tecnológica que se

analiza. Por tal motivo, se toma una muestra más, que corresponde al licor después del magnetizador.

En la tabla 2 se muestran los resultados de las mediciones efectuadas a los mismos parámetros para facilitar la comparación.

Tabla 2. Evaluación del proceso con tratamiento magnético

	Crudo 1	Crudo 2	Cr1 - Cr2	%	Claro	Cr1 - Cl	%	Cr2 - Cl	%
°Bx	63.63	62.88	0.75	1.18	62.16	1.47	2.31	0.72	1.15
μ	55.14	55.03	0.11	0.2	50.45	4.69	8.50	4.58	8.32
Ad.	0.61	0.55	0.06	9.84	0.13	0.48	78.69	0.42	76.36
ICH	14.91	14.61	0.3	2.01	3.30	11.61	77.87	11.31	77.41

El primer aspecto que destaca en este estudio es la variación que produce el campo magnético sobre el licor crudo, en todos los casos se aprecia una ligera disminución que es favorable para la tecnología en cuestión, la que tiene como objetivo la eliminación de impurezas. Parece ser, que en ningún caso, las variaciones introducidas sean significativas, a no ser por el efecto que pueda tener en la adsorbancia que permita una reducción de insumos. Sin embargo, resultan interesantes las variaciones que la misma tecnología es capaz de introducir en un licor crudo después de haber sido tratado magnéticamente, diferencias que se hacen mayores si se tienen en cuenta los valores iniciales y finales de los parámetros evaluados. Indiscutiblemente, el tratamiento magnético ejerce un efecto positivo sobre la tecnología de purificación de licores ya que como se puede apreciar se ha elevado la eficacia del proceso, obteniéndose un nivel de remoción superior a lo planteado para esta tecnología, lo que implica mejoras para las operaciones posteriores a las que se somete el licor.

Otra evaluación realizada, por su importancia en el volumen de insumos a emplear en el tratamiento, corresponde al pH antes y después del magnetizador. Según lo que se muestra en la tabla III, en todos los casos se manifiesta la misma tendencia, el pH aumenta acercándose a un valor estable próximo a la neutralidad. Llama la atención que las mayores variaciones se producen cuando más pequeño es el valor de pH a la entrada. A partir de esta experiencia se puede pensar en el tratamiento magnético como un elemento físico estabilizador de pH.

Tabla 3. Efecto del tratamiento magnético sobre el pH del licor crudo

Crudo 1	Crudo 2
6,1	6,5
6,59	6,67
6,35	6,5
6,4	6,5
6,45	6,5
6,25	6,35
6,23	6,65

6,42	6,5

Del presente estudio, sobresale también como positivo lo relacionado con la POL en cachaza. En la tabla 4 aparece una comparación entre los valores de este parámetro de las muestras tomadas antes y después de montado el magnetizador. Como se puede apreciar existe una reducción significativa que tiene una influencia directa en el rendimiento de la tecnología ya que esto implica que las pérdidas disminuyan porque una mayor cantidad de azúcar continúa en el proceso.

Tabla 4. Consecuencia del tratamiento magnético en la POL en cachaza

STM	CTM
26.0	19.30
25.1	20.30
25.3	19.50
25.3	20.30
26.1	19.30
26.2	19.50

STM. Sin tratamiento magnético.
CTM. Con tratamiento magnético.

CONCLUSIONES

- Esta nueva incursión del T.M. ahora en la tecnología de refinación de azúcar, específicamente al bloque tecnológico del primer tratamiento, evidencia una vez más las amplias posibilidades que presenta este tipo de tratamiento físico dentro de la industria química en general y dentro de la industria azucarera en particular.

- Los resultados obtenidos en el presente trabajo amplían las perspectivas de aplicación del tratamiento magnético y sientan bases a nuevos campos de estudio relacionadas precisamente con los aspectos tecnológicos de uno de los renglones estratégicos en nuestra economía.

- En cuanto al impacto ambiental se puede concluir que el T.M. influye notablemente, ya que a partir de él, se puede disminuir la cantidad de productos químicos que contaminan al medio ambiente.

REFERENCIAS

David Posada, Eduardo. (1987). Tecnología azucarera II. ISPJAE. pp. 114-117
Díaz, Emilio. (1986). “Tecnología azucarera 2”. ISPJAE. La Habana. pp. 18-20
Klassen. V. I. (1980). “Tratamiento magnético del agua”. Editorial Mir. Moscú. pp. 23-25

EL SISTEMA DAFLEX Y LA DETERMINACIÓN DE LOS COSTOS DE LOS RECURSOS INTERMEDIOS DEL INGENIO

Díaz de los Ríos, Manuel

Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA)Vía Blanca 804, esq. C. Central. **E.mail**: mdiazrios@icidca.edu.cu

ABSTRACT

In this work is presented a methodology for the cost determination of the intermediate streams of the Sugar Mill Factory with a view to being able to evaluate diferents alternative of diversification that involve the use of the same ones. The proposed methodology has been applied in the denominated system DAFLEX and it consists in, starting from the adoption of diverse cost distribution approaches for those units of either processes or equipments where it exists more than one exit streams, to solve the cost balances simultaneously with the material and energy balances by means of the use of simultaneous solution of equations systems.

INTRODUCCIÓN

Para muchas industrias en las que los productos intermedios no presentan alternativas de utilización y sólo son el resultado de una etapa interna del proceso, la determinación de los costos unitarios de los mismos no constituye un factor de interés. Sin embargo, siempre que exista la posibilidad de utilización de las corrientes intermedias de un proceso productivo como materias primas para un nuevo proceso, la determinación de los costos asociados a estas corrientes se erige como un problema capital dada su incidencia en la economía de ambos procesos.

Estudios realizados han concluido que los gastos incurridos en la producción de las corrientes intermedias en un Ingenio se pueden expresar como un por ciento de los gastos de producción del azúcar crudo, lo cual es válido siempre que se adopten bases correctas para arribar a dichos por cientos. Por otro lado, Fiandor, H. (2000) formuló una metódica denominada *"Método de Costos Conjuntos"* que se basa en la determinación de la acumulación de costos directos e indirectos hasta diversos puntos del proceso. Un estudio desarrollado por Alvarez, A y Ruiz, R., (2000) está dirigido a la implantación de un sistema basado en la determinación de los *"Costos por Actividades"*, el cual pudiera brindar una respuesta confiable a la determinación de los costos de las corrientes intermedias.

Budícek, L y col (1999*)* desarrollaron un simulador Econométrico en base a Excel en el que se utiliza la metodología de *"Balance de gastos"* para determinar el gasto asociado a las corrientes intermedias. Esta metodología se basa en principios semejantes a los balances de materiales y formula que *Los gastos totales a la entrada de una etapa i son iguales al valor de los productos que salen de dicha etapa i"*.

En nuestra opinión la metodología de "*Balances de gastos*" utilizada por Budícek, L y col, (1999) ofrece una solución a esta problemática.

DESARROLLO

Los gastos totales asociados a cualquier tipo de producción, y por tanto en cualquier etapa del proceso productivo pueden ser definidos como:

Entonces, para una etapa ***i*** en la que obtienen *m* productos intermedios se puede plantear que los gastos de entrada son iguales a la sumatoria de los costos de los ***i*** productos, de manera que:

$$GT_i = GV_i + GF_i = \sum_{j=1}^{m} CP_{j,i+1}$$

Entonces, la determinación de los costos de producción puede ser aplicada por igual a todo el ingenio (Sistema Global) o a una sección del mismo, tal como el tandem, evaporadores, etc (*Subsistemas k*). La diferencia fundamental radica en que cuando se pasa del sistema global a un subsistema, o incluso, a una unidad de proceso, las interrelaciones entre variables se incrementan y la solución para los costos, al igual que para los balances de materiales y energía, debe ser hallada mediante la solución simultánea de los sistemas de ecuaciones generados.

Al aplicar el método a un subsistema dado, el tandem por ejemplo, cada unidad de proceso puede ser considerado como un subsistema *k* y obtendremos entonces el costo asociado a cada una de las corrientes de salida en cada unidad de proceso.

Sin embargo, la determinación de los costos en aquellas unidades en las que se obtienen más de un producto exige de un criterio de ponderación cuando los mismos no están determinados por el mercado. El establecimiento de dicho criterio, como plantea Fiandor,H. (2000), constituye un problema controvertido por cuanto pueden coexistir varios criterios, que siempre que se sustenten sobre bases racionales son válidos, pero pueden conducir a resultados que en alguna medida difieren entre sí.

En nuestro caso se han adoptado las siguientes bases generales de ponderación:

- Pol de la corriente: Se utiliza como criterio de distribución en aquellas unidades de proceso en la que se generan mas de una corriente con contenido de sacarosa (Clarificador, filtros, tachos, etc.).
- Valor del bagazo en el mercado: Se utiliza como criterio para la determinación del costo del colchón de bagazo a la salida de cada molino mediante la interpolación entre el mismo y el valor de caña a la entrada del tandem.
- Temperatura o entalpía del vapor: Se utiliza como criterio para la distribución de los costos en el área de generación de vapor y electricidad.

Aplicación de la metodología al cálculo del jugo de los filtros

El balance de materiales en dicha área, aunque es aparentemente sencillo, se dificulta por la existencia de una corriente constantemente recirculada (Jugo de los filtros).

Por tanto, los gastos asociados a la obtención de dicha corriente también son recirculados para incidir en el costo del jugo clarificado y de ella misma. Por supuesto, tal condición solo puede ser resuelta mediante la formulación del sistema de ecuaciones que describe el balance de costos, de igual forma al formulado para el balance de materiales. En la figura 1 se ilustran dichos cálculos implementados en Excel.

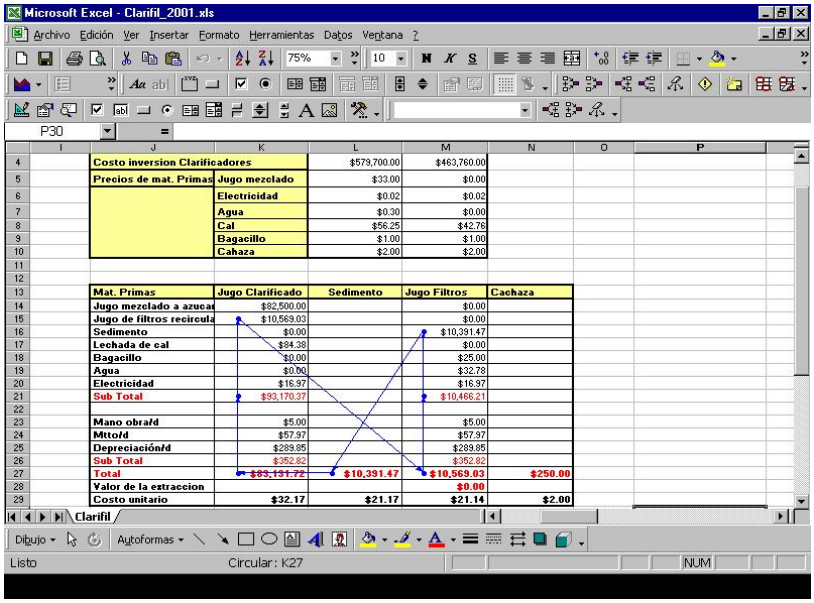


Figura 1. Balance de costos en el área de purificación.

Como se aprecia en la figura 1 la determinación del costo de jugo clarificado requiere del conocimiento del costo del jugo mezclado y del costo del jugo de los filtros, así como de una cierta magnitud de los costos fijos del área (pe. Los asociados al clarificador), los que por comodidad se han distribuidos a partes iguales entre jugo clarificado y jugo de los filtros. Del costo total computado para el jugo clarificado es necesario sustraer el costo del sedimento que va al filtro y cuya magnitud es determinada por su contenido de azúcar. Este último, a su vez, incidirá en el costo del jugo de los filtros, al que se le sustrae el valor de la cachaza. Tal situación conlleva a lo que Excel denomina referencia circular (Flechas en azul), la cual puede ser resuelta mediante cálculo iterativo o tanteo y error.

De la misma forma se puede proceder con las áreas restantes y obtener así el costo de cada una de las corrientes intermedias del ingenio. Estos, según la evaluación de un caso de estudio, aparecen reportados en la figura 2.

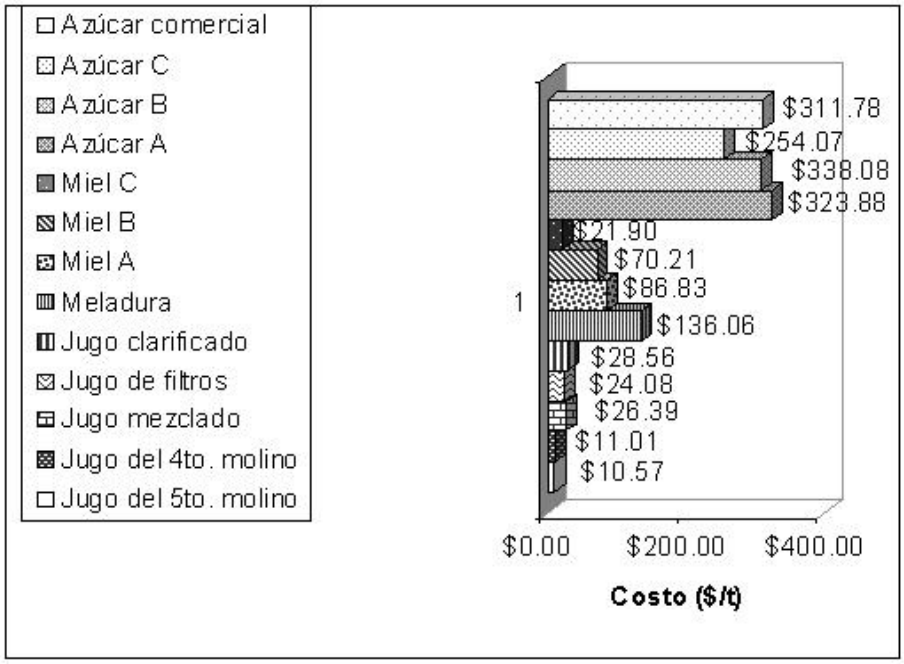


Figura 2. Costo de diversas corrientes finales e intermedias del Central.

CONCLUSIONES

En el trabajo se evidencia la factibilidad de estimación de los costos globales y unitarios asociados a las diversas corrientes intermedias del ingenio mediante métodos de balance de costos simultáneamente con la solución de los modelos de balance de masa y energía, por lo que los cambios operacionales introducidos en el proceso son reflejados de inmediato en la estructura de los costos de los diversos productos. De esta forma se facilita la toma de decisiones asociadas a la utilización de los más diversos recursos del ingenio para su diversificación

REFERENCIAS

Álvarez, A. y Ruiz, R., (2000) "Nuevos sistemas de costos y auditoria de gestión: Un puente a la competitividad empresarial", En:, *Congreso Internacional sobre Azúcar y Derivados de la Caña (Diversificación 2000*), VI, La Habana, Cuba, 13-16, Junio, Resumen,. p.45

Fiandor, H.F. (2000) "Costos conjuntos en la industria azucarera", En: *Congreso Internacional sobre Azúcar y Derivados de la Caña (Diversificación 2000)*, VI La Habana, Cuba, 13-16, Junio. Resumen, p. 46

Budicek, L et al. (1999). "Econometric and simulation model of sugar factory". *Zuckerindustrie*, Vol. 124(11), pp 863-873

ESQUEMAS ENERGÉTICOS DE MINÍMO CONSUMO PARA MÁXIMA DIVERSIFICACIÓN.

Vázquez Borges , Clotilde MSc *
González Martínez, Gilberto.*
Valdés Delgado, Antonio Dr.**

*ICINAZ.
**Agencia de Ciencia y Tecnología CITMA.
E-mail: mailto:director@icinaz.minaz.cu

RESUMEN

En el trabajo se presentan dos esquemas de calentamiento-evaporación- cocción (C-E-C) de minímo consumo, uno de ellos con evaporadores tradicionales del tipo Robert, el cual fue diseñado e implementado en la práctica, cumpliendo los pricipios básicos de los esquemas eficientes . Este esquema lo constituye un sextuple efecto con cuatro extracciones de vapor y el empleo de la agitación mecánica en tachos que procesa masas cocidas B y C. El consumo obtenido fue entre 350 y 380 Kg de vapor / Tm de caña.

El otro esquema que se presenta, fue diseñado aplicando los principios básicos de los esquemas de máxima eficiencia empleados en la industria remolachera tales como grandes superficies calóricas en los primeros vasos utilizando evaporadores peliculares asi como la reducción del diferencial de temperatura efectivo de la estación, cero pérdidas de vapor al condensador, entre otros.

Este esquema asimilando las tecnologías de avanzada presenta un consumo de vapor de320 Kg / Tm caña.

En el trabajo también se presentan la correlación entre la demanda de vapor en el proceso de fabricación del azúcar crudo con laproducción de energía eléctrica ó las posibilidades de bagazo sorante teorico para otros fines industriales , mediante un nomograma diseñado para tal efecto..

Se obtiene un incremento de energía eléctrica de un 21% al pasar de un esquema convencional de utilización del vapor en el proceso (alrededor de 500 Kg de vapor/ Tm de caña) a un esquema de utilización de vapor en el proceso optimizado de 320 Kg / Tm de caña para una presión de generación de 18.64 ata. utilizando turbos de extracción-condensación.

INTRODUCCIÓN

Los concebidos cambios ocurridos en torno a la industria azucarera y a las economías de los respectivos países productores de azúcar de caña, han formentado el interés por hacer de ésta una industria diversificada y al menos autosuficiente energéticamente, siendo el factor común de ambos aspectos el requerimiento de un análisis

energético profundo y casuistico, ya sea para la obtención de exxceso de bagazo,energía ó ambos.
Sin dudas son muy diversos los factores que inciden en la materialización de dichos objetivos, pero el consumo específico de vapor en los procesos de calentamiento - evaporación -cocción (C-E-C) tiene un papel predominante en este sentido.

ESQUEMA DE C-E-C EFICIENTE UTILIZANDO EVAPORADORES CONVENCIONALES

Después de varioa años de trabajo en Cuba se dispone de una experiencia adecuada en el diseño y operación de esquemas de C-E-C que logran reducir los consumos tradicionales de 450-500 Kg de vapor / Tm de caña hasta 350-380 Kg de vapor / Tm de caña..El sistema de vanguardia en este sentido, a nivel nacional es el existente en el central "Pablo Noriega " desarrollado por el ICINAZ con una probada estabilidad y eficiencia tecno-energética., cuyas caracterrísticas básicas son las siguientes:

- Quintuple efecto conformado por seis vasos donde el segundo y el tercer vaso operan en pararelo en cuanto a suministro de vapor (el jugo circula en serie.).
- El vapor utilizado por los tachos es aportado por el segundo vaso (uno de los que conforman el segundo efecto).
- Agitación mecánica en tachos que procesan masas cocidas B y C , permitiendo la operación estable de los mismo aún con presiones bajas de vapor del orden de 1.17 ata.
- Calentamiento escalonado del jugo alcalizado . La primera etapa con calentamiento líquido -liquido aprovechando el calor sensible de los condensados no comprometidos con el agua de alimentación de calderas, y las restantes etapas con extracciones de los vasos cuarto, tercero, y primero.
- Aprovechamiento adicional del calor sensible de los condensados mediante el flacheo sucesivo de estos de un vaso al siguiente.
- Presión de vapor al primer efecto en el rango de 2..4 -3.0 ata.

Los principales resultados obtenidos se muestran en la tabla 1

Tabla 1 Sistema de calentamiento-cocción

Etapas	**Tipo de jugo**	**Temperaturas(^{0} C)**		**Consumo de vapor (t/h)**	**Tipo de vapor**	**Temperatura de vapor (^{0}C)**
		Entrada	**Salida**			
1	Alcalizado	38	50	---	Condensados	97
2	Alcalizado	50	71.5	2.1	4^{to}vaso	95.5
3	Alcalizado	71.5	89	1.71	3^{er}vaso	105.7
4	Alcalizado	89	104	1.86	1^{er}vaso	115
5	Clarificado	88	103.5	1.71	1^{er}vaso	115
	Clarificado	103.5	117	1.24	Escape	121
5	Tachos	-	-	8.76	2^{do}vaso	109

Un aspecto de interés a destacar fue la reducción del consumo de potencia en el sistema de vacioasociado a la reducción del volumen de vapor a condensar, que en este caso es de 40.2 kw al pasar de 19 % al 7 % de vapor al condensador con respecto a la evaporación total.

ESQUEMA DE C-E-C DE MÁXIMA EFICIENCIA UTILZANDO EVAPORADORES DE PELÍCULA DESCENDENTE

El principal objetivo de este sistema es reducir el consumo de vapor en el proceso a niveles de 300 Kg. de vapor por Tm. de caña. Se escogió como molida base 1020 Tm. de caña por día, la misma del caso anterior.

Se introducen los evaporadores de pélicula descendente de placa en los primeros efectos del sistema de evaporación , operandose con una temperatura más elevada en todos los cuerpos, incluyendo el vaso melador, lo que permite su utilización como agente calefactor de un intercambiador de superficie cuya función sea la de condensador, usando el jugo como medio enfriante.

Está conformado por cinco vasos evaporadores, dos de ellos de pélicula descendente de plcas de 750m^2 para los dos primeros efectos, los tres últimos vasos son del tipo Robert existentes en la fábrica.

Tanto el vapor como el jugo circulan en serie entre los vasos.

El sistema de calentamiento del jugo alcalizado está integrado en sus dos primeras etapas por calentadores líquido-líquido, aprovechando el calor sensible tanto del agua de retorno de los condensadores de los tachos, como también de los condensados contaminados de uso tecnológico. La tercera etapa de calentamiento se realiza con el condensador de superficie asociado con el vaso melador, y los dos últimos calentamientos con extracción de vapor del cuarto y tercer vaso.

EL calentamiento del jugo clarificado está compuesto por cuatro etapas sucesivas con extracciones

de vapor del tercer , segundo y primer vaso , completando el calentamiento con vapor de escape.

La cocción de las templas se efectúa para la masa cocida de agotamiento mediante extracción de vapor del tercer vaso y para las comerciales con extracciones provenientes del segundo vaso .

Los tachos donde se elaboran las masas cocidas B y C están dotados con agitadores mecánicos.

Las tabla 2 que a continuación se presentan muestran los principales resultados que se obtendrán en el sistema de C-E-C propuesto.

Tabla .2 Sistema de Calentamiento-Cocción del Esquema de máxima Eficiencia

Etapas	Tipo de Jugo	Temperaturas (^{0}C)		Consumo de Vapor (t/h)	Tipo de Vapor	Temperatura de vapor (^{0}C)
		Entrada	Salida			
1	Claro	121.0	125.5	0.41	Escape	130.5

2	Claro	113.3	121.0	0.86	1er vaso	127.2
3	Claro	101.4	113.3	1.32	2do vaso	123.4
4	Claro	88.0	101.4	1.47	3er vaso	114.0
5	Alcalizado	95.0	104.0	1.06	3er vaso	114.0
6	Alcalizado	81.0	95.0	1.26	4to vaso	107.2
7	Alcalizado	60.0	81.0	2.02	5to vaso	92.2
8	Alcalizado	45.0	60.0	-----	Condensados	95.0
9	Alcalizado	38.0	45.0	------	Retornos	50.0
10	MCA	----	-----	3.60	2do vaso	123.4
11	MCB	--------	--------	1.66	2do vaso	123.4
12	MCC	-------	------	1.78	3er vaso	114.0

En la figura 1 se muestra un nomograma que representa el vinculo existente entre el consumo de vapor asociado a un esquema de C-E-C dado y la potencia que es posible generar.

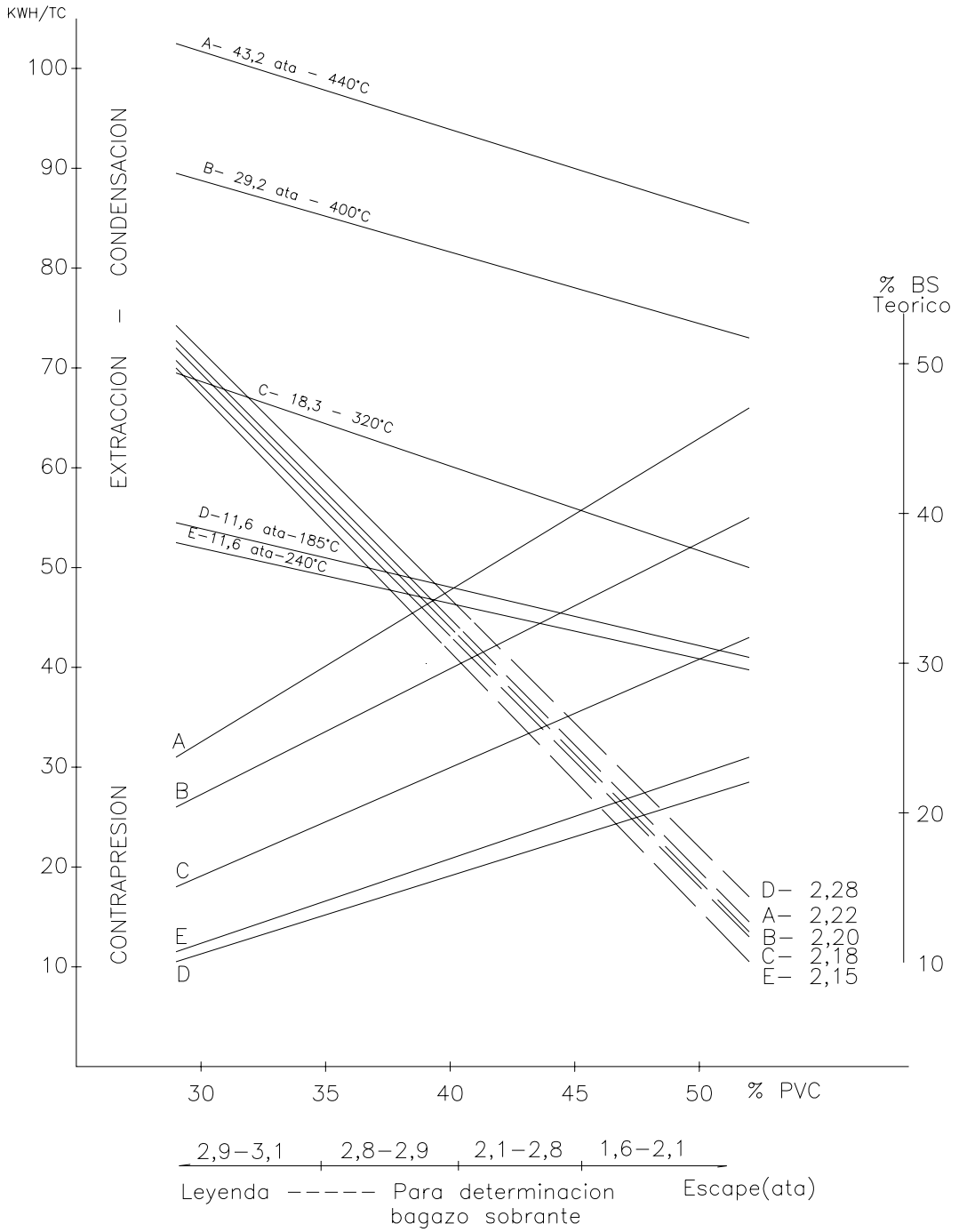


Fig.1 Correlacion de la demanda de vapor en proceso con la produccion de energia electrica o bagazo sobrante

Del gráfico se observa que para los requerimientos propios de potencia de un central de crudo que oscila entre los 24 y 32 kwh / tc para garantizar la autosuficiencia en este

sentido los CAI con consumos entre 45 y 50 % de vapor en caña solo necesitan 11.6 ata (240 ^{0} C) en la generación de vapor ; de 35 a 45 % de vapor en caña necesitan 18.3 ata (320 ^{0} C) ; y por debajo de 35% VC es imprescindible al menos 29.2 ata (400^{0} C) . También se destaca que cuando disminuye el consumo de vapor en el proceso se obtienen mayores valores de kwh / tc generados a medida que la presión de generación aumenta para turbos de extracción - condensación, así tenemos que para 50 % de vapor en caña y una presión de generación de 18.3 ata se generan 56 kwh / tc , pero si el consumo es de 32 % de vapor en caña y la presión de generación de 43.2 ata se puede generar 102 kwh / tc , un 82 % de incremento.

CONCLUSIONES

- El sistema de C-E-C instalado en el central "Pablo Noriega" por el ICINAZ es el más eficiente del país, dicho sistema representó la máxima aspiración en economía energética para las condiciones existentes en nuestra industria, cualquier nuevo avance en este sentido conlleva la introducción de equipos y tecnologías más avanzadas.
- Se pueden alcanzar niveles de consumo de vapor en el proceso del orden de los 300 kg / tc en la industria azucarera cubana, si se ponen en práctica los conceptos básicos que rigen un esquema de máxima eficiencia.

REFERENCIAS

Wunsch, H. (1998). .*Sugar y Azúcar* No. 1,pp. 10-12

Folleto BMA (1998). New Technologies to increase the efficiency and to decrease the energy consumption in cane sugar factories.

Vázquez , C. (1999). "Agitación mecánica en tachos". En: *Fórum de Ciencia y Técnica* X111

Vázquez, C. (1998). Informe técnico de la misión a Alemania

Ehienberg, J. (1998). Seminario Internacional de tecnología azucarera de avanzada

ESTUDIO DE LA PRESERVACIÓN CaO APROVECHABLE DE LA CAL

Castro Otaño, Damiana S
Morales Márquez, Serapio
Morejón Fuentes, Omaida

E-mail: mailto:director@icinaz.minaz.cu

ABSTRACT

A study was performed on the effect of different packing forms, namely: the commonly used craft- paper multi-sheet bags, air-tight metal containers, and bulk material in the open.

The determination of CaO was performed on an initial sample, and subsequently on samples taken at systematic time intervals from the different packing forms. The method used for CaO determination was that established for the Cuban Sugar Industry.

An economic analysis is shown on the effects of using lime that does not comply with the standard issued by MINAZ (the Cuban Ministry for the Sugar Industry).

INTRODUCCIÓN

Para el tecnólogo azucarero lo fundamental es el contenido de CaO en la piedra calcinada que en casos excepcionales pueden ser tan altos como 98 % pero en la práctica fluctúa entre 85-92%. Cualquier otro componente se considera como impureza que se incorpora al jugo. David (1986).

La cal en contacto con el aire puede combinarse con el agua (humedad) o formar carbonato con el CO_2.

La cal viva es engorrosa su manipulación y posee inestabilidad química, por lo que no debe almacenarse por largo tiempo lo que obliga a la planta de calcinación operar sujeta a demanda.

En Cuba por estas razones se generaliza el uso de hidróxido o hidrato de cal.

El hidrato de cal ideal contendrá 75,7 % de CaO, en la práctica oscila entre 65-68%. Muchas veces este valor es inferior siendo necesario determinar las causas.

De ahí para dar recomendaciones sobre el método adecuado de preservar la cal es que se efectúa un estudio empleando diferentes vertientes en su conservación.

MÉTODO DE TRABAJO

Se procede con una muestra de 2 sacos de cal que se mezclan separando 10 kg en una bolsa de papel como la que trae sellándola adecuadamente. Se toman 10 kg y se echan

en una bolsa de polietileno de densidad media y se cose. Con el resto se llenan 10 bolsas de polietileno con 1 kg de cal sellando cada bolsa térmicamente.
Además se toman 2 latas y se llenan de cal y se tapan.

De toda esta cal se toma una muestra inicial para determinar CaO y a las demás, durante intervalos de acuerdo al envase.

El resto de la cal se dejó a la intemperie bajo techo. El método para determinar CaO es el establecido en la industria azucarera cubana. Anon (1996).

RESULTADOS

Tabla 1 Cinética de recarbonatación de cal a intemperie bajo techo.

Muestra No.	CaO (%)	Tiempo (h)	Conversión (%)
1	65.80	0	0
2	55.29	120	15.97
3	49.26	288	25.13
4	36.26	552	44.89
5	30.40	648	53.79

Tabla 2 Cinética de recarbonatación de cal en bolsa de papel.

Muestra No.	CaO (%)	Tiempo (d)	Conversión (%)
1	65.80	0	0
2	60.49	45	8.06
3	53.09	106	19.31
4	46.70	153	29.02

Tabla 3 Cinética de recarbonatación de cal en bolsa de polietileno. (1 kg)

Muestra No.	CaO (%)	Tiempo (d)	Conversión (%)
1	65.80	0	0
2	65.40	105	0.60
3	64.67	202	1.71
4	64.00	290	2.73

Tabla 4 Cinética de recarbonatación de cal envase metálico tapado

Muestra No.	CaO (%)	Tiempo (d)	Conversión (%)
1	65.80	0	0
2	65.40	142	0.60
3	65.27	231	0.80

4	65.04	290	1.15

Tabla 5 Cinética de recarbonatación de cal en bolsa de polietileno cocido.

Muestra No.	CaO (%)	Tiempo (d)	Conversión (%)
1	65.80	0	0
2	65.08	290	1.09
3	64.15	607	2.50

Tabla 6 Calidad de la cal CAI "Pablo Noriega" Zafra 1999-2000

Lote No.	CaO (%)
1	68.21
8	62.40
11	60.01

Análisis económico de afectación de no pureza de la cal según norma.

- óxido de calcio promedio zafra: 64.40 %.
- óxido de calcio promedio norma MINAZ: 70.00 %.
- g de CaO/t de caña molida: 793 g.
- días de zafra: 90 días
- precio de la cal: $ 106.9 t
- molida potencial: 1000 t/d
- variante 1: cuando se parte CaO: 70 %
- variente 2: cuando se parte CaO: 64.40 %
- variante 1: 1 132.85 g de cal/t.c.m.
- variante 2: 1 231.36 g de cal/t.c.m.
- Dif: 98.51 g de cal en exceso consumido/t.c.m.
- Dif: 8.865 t de cal en exceso consumido/zafra
- Costo: $ 947.66

CONCLUSIONES

La forma de envase más favorable fueron: cal en envase de metal tapada, las dos formas de polietileno (1.09 y 2.73 % a 290 días). La peor la dejaba a la intemperie 53.79 % de conversión en 27 días. Bolsa de papel 64 % de conversión a los 15 días.
Se consume 8.866t de cal de más por no cumplir con la calidad planteada por el MINAZ de 70%. Esto representa $ 947.66 pesos.

REFERENCIAS

David, E. (1986). La cal y su utilización en la aplicación de azúcar. Dpto. Tecnología. CNCA, Habana.

Anon. (1996). Manual de métodos analíticos para el control unificado MINAZ. La Habana.

EVALUACION INDUSTRIAL DEL FLOCULANTE ALPHINE-FLOC SINTETIZADO EN EL ICINAZ.

Morales Márquez, Serapio
Castro Otaño, Damiana S.
Milas Rodríguez, .Rodolfo
Morejón Fuentes, Omaida
Martínez González, Orlando.

E-mail: mailto:director@.icinaz.minaz.cu

ABSTRACT

The paper presents the results of an industrial evaluation of the floculant ALPHINE-FLOC in comparison with ZUKER FLOC-400, a floculant customarily used in cuban sugar factories.

The tests were performed during the sugar compaign 2000-2001 in the Sugar factory Pablo Noriega, 30 days each.

Each of the products was applied by following the corresponding technical standard issued by MINAZ (the Cuban Ministry for the Sugar Industry). The application was kept as low as possible according to the requeriment of the process.

The variables analyzed were as follows: juice purity before and after clarification, solid/liquid ratio of clarifier mud, color of clarified juice and commercial sugar, quality of primary juice and sediment compactnes of juice treated with either of both flocculants.

INTRODUCCIÓN

Estos productos se utilizan en la industria azucarera para acelerar la sedimentación de las impurezas insolubles presentes en el jugo que se clarifica.

El floculante a evaluar es un líquido lechoso hidrosoluble de olor característico con un 35 % de sólidos. Se evaluó durante 30 días durante la zafra comparándolo con el que habitualmente se utiliza. De él no se posee información sobre el contenido de monómeros libres que posee.

Método de trabajo

La evaluación industrial se procedió en dos vertientes: una puramente industrial según la forma establecida y la otra de banco empleando el jugo antes del punto de aplicación del floculante en la fábrica. Morales (1999). En la industria por orientación se parte con la aplicación de 4 kg/1000 t de caña.

La planta posee 2 tanques para preparar soluciones al 0,05 % suficiente cada uno para operar 8 horas. Se controlan los siguientes parámetros: caña molida; acidez del jugo 1río; pureza del jugo antes y después de clarificado; pH jugo clarificado; pol, humedad y relación sólido/líquido de la cachaza del clarificador; color, insoluble y humedad del azúcar; flujo de aplicación.

En el estudio de banco se ensayaron ambos floculantes a 2 y 4 $mg.l^{-1}$ durante todo el período evaluativo. Se determinó velocidad de sedimentación y compactación de las impurezas insolubles.

Las técnicas analíticas empleadas son las establecidas en el manual analítico de control unificado. Anon (1996).

Los resultados se analizaron estadísticamente para un 95 % de intervalo de confianza.

Resultados

Tabla I – Comportamiento de los jugos industriales con o sin aplicación de Alphine-Floc y Z.F-400 a 2 y 4 $mg.l^{-1}$.

Parámetro	Alphine 2 $mg.l^{-1}$	Alphine 4 $mg.l^{-1}$	Z.F-400 2 $mg.l^{-1}$	Z.F-400 4 $mg.l^{-1}$	Blanco
Pureza (%)	82,35	83,66	82,34	83,49	81,02
Veloc. sed. ($cm.min^{-1}$)	3,7	4,2	3,1	3,5	2,7
Compact. (%)	28	29	33	30	34
Color (U.ICUMSA)	7017	6142	6240	5981	7113

Tabla II-A – Parámetros industriales durante la evaluación de los floculantes Alphine-Floc y Z.F-400.

Floculante	Materia prima	Jugo frío	Jugo	Mezclado	
	Caña molida @	Acidez (gAch/kg S.S)	Sol. sobl. %	Conc. sac. %	Pureza %
Z.F-400	73180	0,261	14,98	12,71	84,85
Alphine-Floc	70471	0,248	15,34	13,17	85,85

Tabla II-B – Parámetros industriales durante la evaluación de los floculantes Alphine-Floc y Z.F-400.

Floc.	Floc.	J. clarificado		J. filtro		Cachaza		Azúcar		
	Flujo $l.min^{-1}$	Pureza %	pH	Pureza %	R S/L	Pol %	Hdad. %	Color Horner	Ins. %	Hdad. %
Z.F-400	3,43	85,77	6,9	73,74	0,96	2,58	69,4	13,89	0,0159	0,186
Alphine-Floc	3,15	86,08	6,9	75,51	0,96	3,28	69,9	13,66	0,00207	0,164

El flujo de aplicación promedio fue semejante entre si ya que el promedio de caña molida difiere en un 3 % de acuerdo a la norma diaria. La cantidad promedio de floculante aplicado fue un 50 % menor en ambos casos, aunque en etapas de molida de 3800 @ por hora se consumían entre 5-6 $l.min^{-1}$ para ambos. Las cachazas obtenidas con aplicación de Z.F-400 mostraron un 27 % de más agotamiento que con el Alphine-Floc.

El resto de los parámetros fueron semejantes los resultados obtenidos al aplicar uno u otro producto.

CONCLUSIONES

- El comportamiento del floculante Alphine-Floc fue semejante al del Zuker Floc-400 en casi todos los parámetros analizados.
- En el Alphine-Floc se obtuvo una mayor velocidad de sedimentación en las pruebas de banco cuando se aplicó en 2 y 4 $mg.l^{-1}$. En ambos casos las velocidades obtenidas son las adecuadas para la operación del clarificador BTR instalado en esta fábrica, el cual es de alta velocidad.
- La remoción de color en el jugo fue entre 2-14 % para el Alphine-Floc y de 13-16 % para el Z.F-400.
- Las cachazas se agotaron un 22 % más cuando se aplicó el Z:F-400.
- El Alphine-Floc se comportó semejante al Z.F-400 en cuanto a manipulación y dosificación, a pesar de su apariencia líquida no habitual para los operadores de la fábrica.
- No afectó negativamente los parámetros en la fábrica durante su evaluación.

- Ambas muestras no incrementaron la coloración en el jugo clarificado con relación al blanco. La coloración del azúcar en ambos casos fue semejante.
- La cachaza del clarificador para ambas aplicaciones de floculantes presentaron valores semejantes en cuanto a relación S/L (0,96).

REFERENCIAS

Morales, S. (1999). “Evaluación industrial del floculante AM30TH0010 vs Z.F-400 en el CAI Pablo Noriega”. Dirección de Tecnología de Crudo y Refino. MINAZ. La Habana

Anon. (1996). Manual de métodos analíticos para el control unificado. MINAZ. La Habana

EVALUACIÓN TECNOLÓGICA DE CRISTALIZADORES DE TERCERA ENFRIADOS POR AIRE EMPLEANDO LA TÉCNICA DE LOS RADIOTRAZADORES.

Griffith, J.
Derivet, M
Flores, P
Cuesta, J.
Abella, M.

Instituto Cubano de Investigaciones Azucareras (ICINAZ)
E-mail: director@icinaz.,minaz.cu ; jose@ceaden.edu.cu

ABSTRACT

The technological evaluation of an Air Swept crystallizer installed at the sugar factory "Hector Molina" employing mainly radiotracer techniques (Techetium-99m) for the establishment of the hydrodynamic characteristics of this equipment is presented.

Mixing time at the active receiver that proceeds the crystallizer was determined meanwhile that in this last one, temperature profile, purity drop in the mother liquor, residence time and pattern flux were computed.

It was concluded that at the established residence time of operation of this equipment, the expected exhaustion degree in the final molasses was unreachable, only with the increase in the residence time and certain backmixing in the massecuite fluid this goal could be achieved.

INTRODUCCIÓN

El esquema de cristalización de masas de tercera en el CAI "Hector Molina" comprende tachos convencionales de 1800 pies^3 que descargan a receptores activos denominados "Diana" y luego para el agotamiento final, las masas son enviadas bien al cristalizador de nuevo tipo "CENFAIR" enfriado por aire o a los tradicionales cristalizadores "Blanchard".

Los receptores activos "Diana" con una capacidad entre 1700-1900 pies^3 fueron diseñados con el objetivo de "acomodar" las masas a las condiciones operantes que requieren los cristalizadores CENFAIR y Blanchard, para lograr la máxima eficiencia de agotamiento en el menor tiempo de residencia posible.

La evaluación tecnológica de las características hidrodinámicas de los cristalizadores Blanchard, ampliamente diseminados por todo el país, ha sido objeto de innumerables trabajos publicados hasta la fecha " Smith (1977)"; "Díaz (1983)"; "Broadfoot(1997) y en la mayoría de ellos se constata que se requieren altos tiempos de residencia para alcanzar un adecuado agotamiento del licor madre; lo cual atenta contra la

capacidad de la fábrica y encarece el proceso por el número considerable de equipos a instalar.

Una variante, los llamados cristalizadores “rápidos” en los cuales la velocidad de mezclado se incrementa hasta 2-3 r.p.m., han sido proyectados para “limar” la deficiencia de los altos tiempos de residencia, pero aún esta modalidad adolece de una evaluación integral en lo que a eficiencia (agotamiento) se refiere.

En el otro lado se encuentran los cristalizadores de nuevo tipo CENFAIR en los cuales se han conjugado las ventajas del enfriamiento por aire con una apreciable disminución de los tiempos de residencia, pero en esta variante surgen también interrogantes en lo referente a la capacidad de agotamiento y al peligro de formación de falso grano, por el enfriamiento tan brusco que puede tener lugar.

Como quiera que la tragedia de las altas purezas en las mieles finales sigue constituyendo uno de los “talones de Aquiles” en la batalla por la eficiencia en la Industria Azucarera, el MINAZ ha solicitado una evaluación integral de los diferentes sistemas de cristalización de masas de tercera imperantes en el país y en este sentido en el presente trabajo se brindan los resultados preliminares alcanzados en una parte del sistema de cristalización operante en el CAI “Hector Molina” compuesto por el receptor activo “Diana 1” y un cristalizador CENFAIR, única combinación de este tipo en el país, empleando para ello las técnicas convencionales de análisis y el relativamente nuevo método de los trazadores radiactivos para la determinación de las características hidrodinámicas del sistema y la función de Distribución de Tiempos de Residencia (DTR)

MATERIALES Y MÉTODOS

Estudios de mezclado y determinación de la DTR

El Tc-99m (periodo de semidesintegración de 6.02 horas y energía gamma de 140 KeV) obtenido a partir de un generador de Mo-99/Tc-99m, perfectamente mezclado con masa cocida o con miel antes de la inyección en el sistema bajo estudio, fue empleado como trazador radiactivo en todos los ensayos.

La medición “en línea” de la concentración del trazador fue realizada empleando dos sistemas diferentes de detección:

En el sistema No.1, el detector de centelleo de NaI(Tl) de 1”x1” fue encapsulado en un tubo plástico de 2m de largo y acoplado al equipo de conteo Miniken (Australia). El detector envainado se introducía directamente en la masa cocida a la salida del cristalizador (DTR) o en la sección seleccionada del receptor “Diana” (mezclado)

En el sistema No.2, los detectores de centelleo blindados de NaI(Tl) de 2”x2” con 50 m de cables se conectaban a través de la correspondiente electrónica asociada a tarjetas analizadores multicanales APTEC (Canadá) instaladas en una computadora personal. Los 3 detectores se fijaban directamente al cuerpo del cristalizador CENFAIR a su entrada, intermedio y salida para “monitorear” el paso del trazador por todo el sistema (DTR).

Para las mediciones discretas (toma de muestras), una configuración similar como el descrito más arriba fue empleado, solo que se adicionó un blindaje adicional con plomo para reducir los niveles del fondo circundante.

Mediciones de viscosidad

La viscosidad (realmente la consistencia) fue determinada en las muestras separadas de masa cocidas y mieles a la misma temperatura que poseían en el fluido en el momento de muestreo.
El Reometro Digital Brookfield modelo DV- III fue empleado en todas las mediciones. Para la masa cocida la técnica del Spindle de disco , mientras que para las mieles la misma técnica ó el adaptador de muestras cilíndrico fue utilizado.

Análisis convencional

El agotamiento de las mieles a través de la razón de las purezas de las mieles a la entrada y salida de la corriente y el contenido de cristales fueron realizados de acuerdo a los procedimientos estándar descritos en "MACU (1996)".

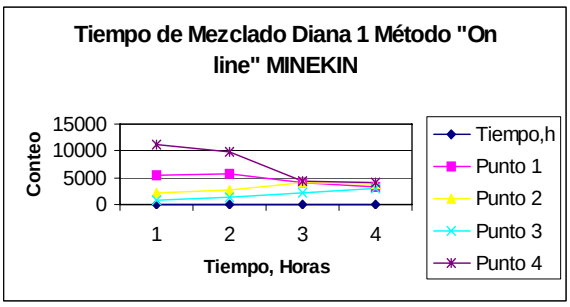
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

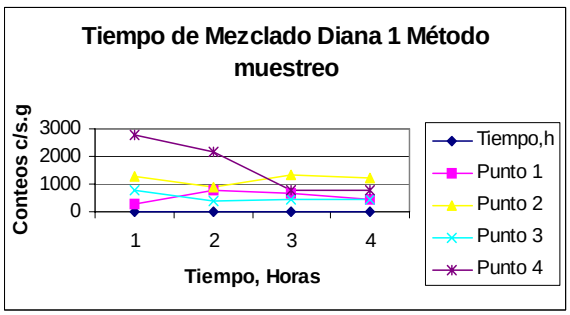
a) a) Evaluación del tiempo de homogeneización del mezclado en el receptor DIANA

El sistema de operación proyectado para este equipo es:

- - Sistema tipo Batch con agitación constante (del tipo helicoidal) para alcanzar determinado grado de homogeneización en las masas.
- - Caída de temperatura desde 72-70 °C hasta 60-58 °C en ~ 4 horas y en correspondencia con ello, una caída en la pureza de 3-4 puntos.
- - Lubricación intermitente con miel de 75-78 °Bx.

Esquemáticamente el equipo se dividió en 6 partes. Después de la descarga del tacho se inyectó una pequeña cantidad (185 MBq) del trazador radiactivo Tecnecio-99m ($T_{½}$ = 6.02 horas) perfectamente mezclado con masas de tercera en una de las secciones. Cada una hora, con la ayuda de una sonda plástica que en su interior contiene un detector de radiaciones (Sistema No.1), se realizaron mediciones del nivel de radiactividad en las cuatro secciones extremas. Paralelamente se tomaron muestras (Método discreto) en cada sección para la medición de la radiactividad con otro detector de radiaciones en otro equipo de conteo. Se realizaron mediciones de la temperatura y se les practicaron análisis a





la masa de entrada y de salida así como a la miel de lubricación.
Los resultados se muestran gráficamente en las figuras 1 y 2.

Figura.1 Tiempo de mezclado Método "On line" **Figura 2.Tiempo de mezclado Método "Discreto"**

Los resultados referentes a los tiempos de mezclado (especialmente por el método "Discreto") reflejados en las figuras.1 y 2 mostraron que al cabo de las 4 horas, aún no se alcanzaba el grado de homogeneidad esperado (igualdad de la velocidad de conteos en todo el receptor). Una segunda experiencia con resultados más o menos similares evidenció deficiencias en la operación de lubricación (alimentación manual a chorros y un brix en la miel inferior a la norma de 75-78). Tampoco se obtuvieron las caídas de pureza esperadas no obstante, a un descenso en la temperatura en mas de 6 °C. Se hizo la recomendación de sustituir el control manual de lubricación por uno automático basado por ejemplo en el consumo del motor con la viscosidad del material, y que sea precisamente "este último" que reclame en un momento determinado la cantidad de miel de lubricación que requiere para su fluidización. Para aumentar el grado de mezclado, la miel debe ser la miel debe ser inyectada en el seno de la masa cocida y a una temperatura similar a la que posee la misma en ese momento.

Evaluación Cristalizador CENFAIR

Se practicaron 3 experiencias. El objetivo principal de estas experiencias era establecer el grado de agotamiento que se alcanza en dicho equipo en función del tiempo de residencia del material dentro del mismo, parámetro este último que debía aumentar con el incremento de la altura de la compuerta de salida de la masa, manteniendo los restantes parámetros de operación constantes (flujo de aire, t°C de la masa a la entrada, flujo de masa en %, constancia en el consumo de motor, etc.).

En la primera experiencia operando con la compuerta situada a la altura normal de 400mm el tiempo de residencia estuvo en el orden de los 97-99 min. y el patrón de flujo estuvo cercano a un flujo en pistón ideal (# de tanques = 64- 68). Hubo una caída de 60°C a 43 °C en la temperatura de la masa cocida, y aunque el patrón de flujo se acercó al modelo deseado de flujo en pistón, la caída de pureza en el licor madre fue pobre (menos de 2 unidades). Por otra parte, prácticamente no hubo diferencias entre el tiempo de residencia de la masa cocida y la miel separada..

El segundo ensayo se realizó con la compuerta a 500mm (una salida más estrecha para la masa cocida). Se observó un incremento en los tiempos de residencia (110-120 min.) y el patrón de flujo estuvo cercano a un modelo de flujo disperso en pistón (n = 12-15). Se computó una caída de pureza en el licor madre en el orden de las 4 unidades. Durante el ensayo se detectó una clara diferencia entre el tiempo de residencia de la masa cocida (207 min. a su entrada a la centrífuga) y su miel separada (194 min. a la salida de la centrífuga)indicando, como en trabajos anteriores hemos señalado "Griffith(1985)" que ha tenido lugar un proceso de agotamiento en el sistema.

El tercer ensayo fue llevado a cabo sin el enfriamiento previo de la masa cocida en el receptor activo, con la compuerta a 600mm. El tiempo de residencia se incrementó aún más a 135-145 min. y el patrón de flujo estuvo alejado del modelo de flujo disperso en pistón (n=6-8) con una evidencia clara de retromezcla en el sistema. La pureza de licor madre descendió en casi 6 unidades. Este hecho también fue reflejado por la diferencia entre el tiempo de residencia de la masa cocida(216 min.) y su miel separada (198 min.) y por la dependencia exponencial del perfil de temperatura. La tabla 1 resume los resultados

principales de estos ensayos y en la figura 3. Se muestra un ajuste de las curvas DTR empleando un software destinado con estos objetivos.

Tabla 1 Patrones de Flujo y tiempo de residencia en el Cristalizador CENFAIR

Ensayo	Tiempo de residencia (experimental), min.	Tiempo de residencia (modelo), min.	Modelo de Tanques en serie (n)	Altura de la compuerta de salida (mm)	Caída de pureza en el licor madre (unidades)
1ro.	99	92	64	400	1,91
2do.	112	116	12	500	4,39
3ro.	139	149	6	600	5,87

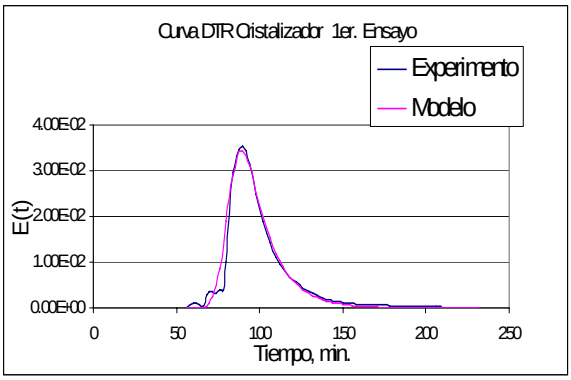


Figura 3 Curva DTR CENFAIR (1er ensayo)

Los resultados de esta 3ra experiencia muestran que la aseveración de que el patrón de flujo de un cristalizador de tercera debe comportarse según el modelo de flujo en pistón "Broadfoot (1973)" no es sostenible en este tipo de instalación. Al igual que lo reportado por ·"Tait (1999)", en ciertos casos los mejores resultados se obtienen cuando en el fluido de masa cocida se presenta cierto grado de mezclado en ambas direcciones (la radial y la axial). En este caso el patrón de flujo mostró al menos dos pasos paralelos o subsistemas con diferentes números de Peclet, uno de ellos indicando la presencia de dispersión axial en el sistema.

Finalmente una vez más, se detectó la diferencia marcada entre los tiempos de residencia de la masa cocida y el licor madre separado a la salida del equipo. La diferencia es más pronunciada a medida que aumenta la caída de pureza del licor madre y aunque aún es difícil la explicación de este fenómeno, los ensayos señalan que este hecho guarda relación con el proceso de agotamiento que está teniendo lugar dentro del cristalizador

CONCLUSIONES

a) a) Se requieren mas de 4 horas de agitación para alcanzar cierto grado de homogeneidad en el receptor activo DIANA que antecede el cristalizador CENFAIR.

b) b) El proceso de lubricación de mieles en el receptor es deficiente. Es necesario sustituir la lubricación manual por uno automático basado en el consumo del motor que acciona el agitador instalado.

c) c) Para alcanzar un adecuado grado de agotamiento en el cristalizador CENFAIR es necesario que el patrón de flujo acuse cierto grado de mezclado o retromezcla y elevar los tiempos de residencia a valores superiores a las 2.5horas.

d) d) La diferencia entre los tiempos de residencia de la masa cocida a la salida del cristalizador y su licor madre separado puede ser empleado como un indicador del grado de agotamiento que ha tenido lugar en el proceso.

REFERENCIAS

Smith, S. W., Basson, J. K.., Smith, I. A. (1977). *Int. J. Appl. Radiat. Isotopes*. Vol. 28, pp. 839-845

Díaz, R. ; Griffith, J. ; Lodos, J.; Delgado, J. (1983). Características de flujo de los cristalizadores continuos en una fábrica de azúcar utilizando el método de los trazadores radiactivos. *ISSCT Conf*, XVIII. Havana, Cuba

Broadfoot, R ., Steindl, R. J. (1997). A model of cooling crystallization of low grade Massecuite. SRI Technical Report,. p. 212

MACU (1982). Manual analítico de control unificado. MINAZ, Tomo 1, pp. 141-142

Griffith, J.; Mesa, S.; Derivet, M**.** (1987). "Método radioisotópico para la determinación del rendimiento de cristales en masas cocidas". En: Conf . Química XII. Mem. Univ. Oriente

Broadfoot R. (1973). *Proc. Soc. Sug. Cane Technol*. Vol. 40, p. 201

Tait, P. J., et al. (1998*). Proc. Aust. Soc. Sugar Cane Technol*. Vol. 20, pp. 491-497

EXPERIENCIAS EN LA GENERALIZACIÓN DE LA TECNOLOGÍA MAGNÉTICA EN LA INDUSTRIA AZUCARERA

Dunand Castellanos, Rafael
Cepero Acan, Israel
Rubio Fernández, Eugenio
Martínez Aguila, Ricardo

* ICINAZ
E.mail: director@icinaz.minaz.cu
**(CIME)

ABSTRACT

The aim this work is the presentations of the different steps in the generation of the magnetic field technology in the MINAZ and the mean results in the reduction of the sealing in evaporation system and in the chemical commsumption in thedeaning (acid and soda) in national and regional levels. It' showed the state of the ort of this technology in sugar factories. At national levels, the most important result was the reduction of chemicals commsumption in the evaporators cleaning is environ 50%.

INTRODUCCIÓN

A partir de los años 80 en nuestro país se ha trabajado tanto a escala de laboratorio como industrial en la aplicación del tratamiento magnético a la Industria Azucarera especialmente en el tratamiento de aguas energéticas y jugos de caña en la estación de calentamiento y evaporación de centrales azucareros.

El ICINAZ en las investigaciones de la aplicación industrial del tratamiento magnético de líquidos tiene un gran cúmulo de experiencias en cuanto a la aplicación de esta tecnología, fundamentalmente en los sistemas de calentamiento evaporación de la Industria Azucarera (Dunand, 1991), participando estrechamente con la Dirección de Ciencia y Técnica del MINAZ, así como con diferentes entidades productoras de dispositivos magnetizadores y centros científicos en la investigación, aplicación, evaluación y comercialización de esta tecnología (Martínez, 1999), tanto en el mercado nacional como foráneo.

En la década de los años 90 se comenzó a trabajar en la aplicación a gran escala, generalización y comercialización de esta tecnología inicialmente en los complejos agroindustriales del país (Nuevo Tecnomag, 1995) y posteriormente, producto de una cierta demanda en el mercado latinoamericano.

MATERIALES Y MÉTODOS

A partir del año 1992 en que se hace el levantamiento general de necesidades de magnetizares para la Industria Azucarera en conjunto con el Centro Nacional de Electromagnetismo Aplicado (CNEA), mediante el cual se traza como necesidades alrededor de 2500 equipos para cubrir las mismas. El MINAZ dada la importancia que reviste este programa, moviliza todas sus instituciones entre ellas la Dirección de Energética y de Ciencia y Técnica, así como al ICINAZ, con vista a apoyar la introducción de esta tecnología dentro de la Industria Azucarera.

Es de señalar que en los últimos diez años el proceso de la aplicación del TM a la Industria Azucarera se puede definir claramente en dos etapas, que se diferencian no sólo en el orden cualitativo de los fundamentos del tratamiento (los dispositivos y procedimientos empleados en los mismos) sino también el orden cuantitativo por los resultados económicos alcanzados en esta aplicación.

En los planes del programa de magnetizadores del MINAZ, en los cuales el ICINAZ ha colaborado estrechamente en estudios investigativos y asesorías técnicas para la difusión de esta tecnología se reflejan claramente las etapas transcurridas, así como las dificultades confrontadas para lo que es hoy un logro del país: La aplicación de la tecnología magnética en la gran mayoría de las fábricas azucareras del MINAZ.

Podemos definir que la aplicación del TM en la Industria Azucarera hasta su generalización ha transcurrido de la siguiente forma:

La primera etapa que finaliza en el año 1996 y que presentó un antecedente necesario estuvo vinculado a los trabajos realizados por investigadores y especialistas, los cuales emplearon dispositivos electro y ferro-magnetizadores, basados en el tratamiento magnético de volumen sobre fluidos como el agua, jugo mezclado, jugo clarificado, etc., generalmente intercalados en las tuberías donde se presentaron no pocas dificultades relacionadas con problemas de tupición y salideros entre otras, además, esta tecnología magnética, resultó relativamente de alto costo y bajos resultados económicos.

La segunda etapa, comienza con la zafra 1997 y constituyó un salto cualitativo sobre nuevas bases tecnológicas: El Tratamiento Magnético Superficial (TMS), aun en proceso de desarrollo y que debido a su factibilidad posibilitó la generalización de esta aplicación al jugo de la caña en los sistemas de evaporación con excelentes resultados en el orden económico y medio ambiental.

La novedosa tecnología magnética superficial, cuya aplicación sufrió no poca oposición de algunos investigadores y especialistas, se impuso gracias a los trabajos del grupo MINAZ-ICINAZ, en cuanto a su generalización , así como técnicos y especialistas de algunos CAI y las instituciones del SIME (DITEL y CIME).

Es incuestionable que a partir de esta concepción (TMS), numerosos especialistas e investigadores se han vinculado a los trabajos y evaluaciones en la misma medida de la generalización de esta Tecnología Magnética. Así actualmente se investigan y se aplican nuevos diseños de dispositivos basados en el TMS que abren nuevas perspectivas al Movimiento de Generalización de la Tecnología Magnética en el MINAZ.

Es de señalar que entre las Tecnologías Magnéticas mas difundidas en la Industria Azucarera se encuentran los equipos MAGUA y DIMAG para tratamiento de agua y jugo del Combinado de Componentes Electrónicos (DITEL), con imanes permanentes Internos y Externos, estos últimos del tipo unipolar para tratamiento superficial (TMS), mientras que por otra parte se encuentran los MAGCIME para tratamiento de agua y jugo del Centro de

Investigaciones Metalúrgicas (CIME), con imanes permanentes internos y externos, estos últimos del tipo bipolar para TMS, además también en menor escala se encuentran los magnetizadores del tipo MIPAZ desarrollados por el Centro Nacional de Electromagnetismo Aplicado (CNEA) para tratamiento a jugo del tipo bipolar para tratamiento a volumen.

De estas variantes los mas generalizados para tratamiento a jugo de caña en los sistemas de evaporación de los centrales se encuentran los dispositivos DIMAG Y MAGCIME con TMS, diferenciándose este último en que es ajustable a las cualidades del jugo de caña (contenido de impurezas).

En los gráficos 1 y 2 de barra que se adjuntan, se muestra las diferencias cualitativa y cuantitativamente por provincia en cuanto a la reducción de los insumos de limpieza entre los períodos con y sin tratamiento magnético, así como con relación a los promedios trazados nacionalmente. La comparación se traza en dos etapas de los últimos 12 años, referida a los años cuando todavía no se aplicaba el tratamiento magnético.

Figura 1

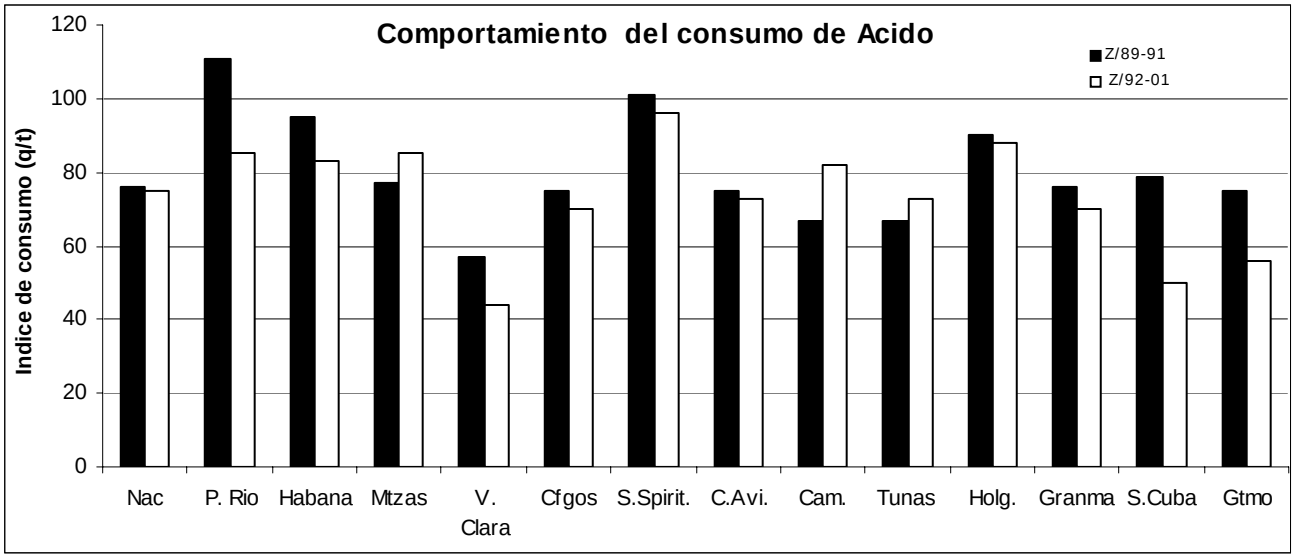
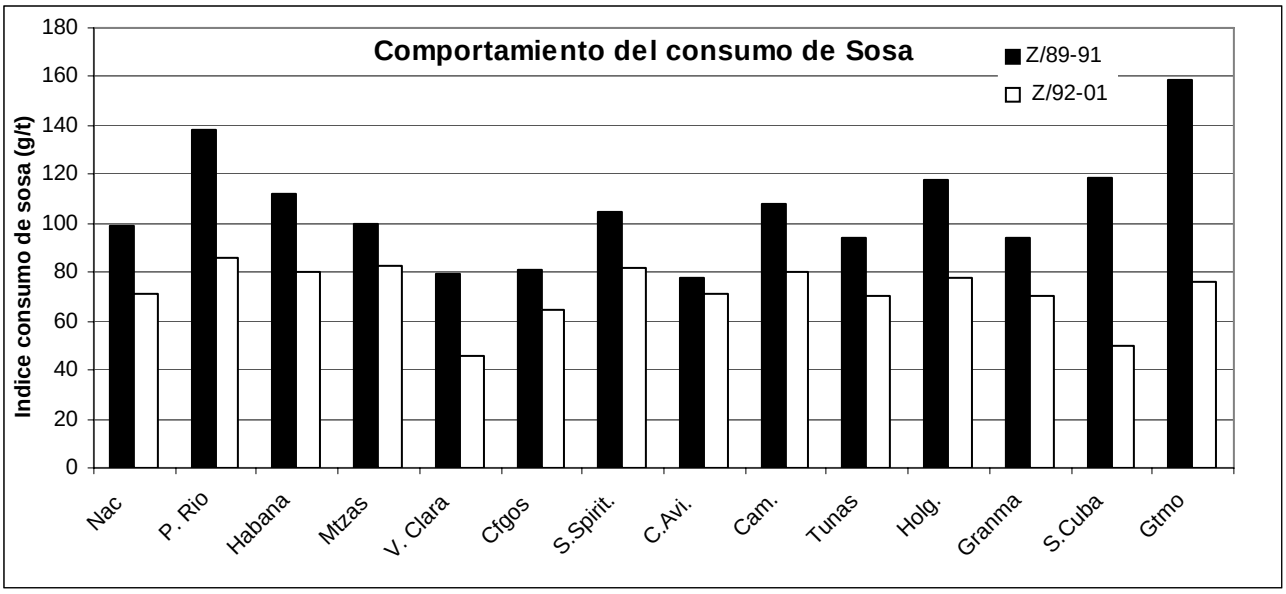


Figura 2



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Según el gráfico, entre los años 1989-1991, los índices de consumo de productos químicos (ácido y sosa) por provincias oscilaban entre 80-113 g/t para el ácido y ente 80-150 g/t para la sosa, mientras que como promedio el MINAZ a nivel nacional tenia como índices de consumo 79 g/t para el ácido y 100 g/t para la sosa. En esta etapa no se aplicaba el tratamiento magnético.

Con el uso paulatino del tratamiento magnético entre los años 1992-2001 el MINAZ llegó a reducir los índices de consumo por provincias entre 42-100 g/t para el ácido y entre 45-140 g/t para la sosa, cifras las cuales estaban en dependencia de la masividad y efectividad en que se aplicaba el tratamiento magnético en las distintas provincias del país. El consumo promedio nacional de estos indicadores se redujo a 75 g/t para el ácido y 65 g/t para la sosa. La reducción de los insumos de limpieza por provincias

Ha estado en dependencia de la masividad y efectividad en que se aplicado el tratamiento magnético en las distintas provincias del país. Los % de reducción se han comportado de la siguiente manera , entre 3-23 % para el ácido y entre 9-62 % para la sosa, destacándose las provincias de VILLA CLARA, STGO. DE CUBA, CIENFUEGOS Y LAS TUNAS y como menos destacadas MATANZAS, CAMAGUEY y. S.SPIRITUS.

Por otra parte podemos señalar como destacados en la aplicación de la Tecnología Magnética los siguientes complejos agroindustriales: “Pablo Noriega”, “Habana Libre”, “Marcelo Salado”, “Antonio Guiteras”, “América Libre” y “Manuel Tames”, donde se han obtenido muy buenos resultados en la aplicación de este tratamiento.

Se han obtenido además alargamiento en los ciclos de limpieza con relación al histórico que oscilan entre 5-20 días como promedio, así como económicamente se ha logrado reducir la importación de insumos de limpieza que se ha revertido en un ahorro de aproximadamente en unos 300 000 dólares por zafra.

CONCLUSIONES

En general podemos afirmar que la aplicación del TM en la Industria Azucarera permite ahorro y por ende disminución disminuir los costos por toneladas de azúcar producidas al ser mas eficiente la fábrica en su conjunto, según los siguientes indicadores.

- Ahorro de energía (bagazo), que se requiere para las limpiezas.
- Disminución del consumo de productos empleados en las limpiezas (ácido y sosa)
- Menor recambio de placas y tubos de calentadores y evaporadores.
- Incremento del tiempo efectivo de producción (azúcar adicional)
- Reducir tiempo de trabajo (salario).
- Reducir gastos por concepto de tratamiento dados por el vertimiento al medio ambiente de los productos residuales de las limpiezas.

Para finalizar se puede señalar que debido a los resultados alcanzados con la utilización del Tratamiento Magnético el MINAZ continua entre sus tareas priorizadas la diseminación de este tratamiento entre sus fabricas, así como lograr el perfeccionamiento junto con la mayor efectividad del mismo. Para esto en sus planes contempla medidas para cumplir cada vez mas con mayor excito estos objetivos.

Con la aplicación de la tecnología magnética en los centrales azucareros en lo fundamental se ha podido reducir el consumo de productos químicos, alargamiento del tiempo entre periodos de limpieza, menos contaminación al medio ambiente y aumento de la molida.

REFERENCIAS

Dunand, R y colaboradores (1991). “El campo magnético y su utilización como método para inhibir Las incrustaciones en las instalaciones de intercambio calórico de las fabricas azucareras*”. Industria Azucarera* No. 2.

Martínez, A.R. (1999). “Tecnología Magnética Bipolar en procesos de la industria azucarera”. En: *METANICA 99*, La Habana, Cuba.

Nuevo Tecnomag (1995). Informe Técnico, México, Distribuidor en Cuba, grupo JISA, S.A. Dirección de Ciencia y Técnica del MINAZ (1994)- Programa “Magnetizadores”

ICINAZ UN NUEVO DISEÑO DE CLARIFICADOR DE GUARAPO

Díaz García , Emilio P.
Escobar Lainque, Benigno D.

Instituto Cubano de Investigaciones Azucareras
E-mail: director@icinaz.minaz.cu

ABSTRACT

The most outstanding design and operation features of this new model of clarifier of the one-chamber type are shown.

The device is characterized by a central juice feeding system, a main inner reaction chamber for bagacillo separation and light, insoluble particle flocculation, and a thickening plate for converting vertical flow to horizontal flow, so that a safe accomplishment of Sabi's law is attained.

The flow of lamed juice with flocculant added passes through numerous mixing elements along its path inside the device before percolating through an annular layer of mud formed over the whole central diameter of the central feeder.

On account of these novelties, the device is considered as a patent object. Its technical and economic results have been duly determined. A very short residence time, a nice quality of the clarified juice, and the favorable characteristics of the clarifier mud are outstanding. The high quality of the sugar produced, the high sugar recovery achieved, and the high reliability observed on operation of the first prototype at top capacity in industrial tests conducted at the sugar factory Orlando González characterize this design as a pinch-technology device in the purification area of sugar production.

INTRODUCCIÓN

El éxito alcanzado por las nuevas versiones de diseño del equipo original SRI en sus versiones en Cuba han definido una fuente de desarrollo al perfeccionamiento de los patrones de diseño de clarificadores. El esfuerzo realizado en el desarrollo del equipo BTR fue realmente destacado por el auge sostenido en el montaje y remodelación de decenas de equipos a este modelo. La División Tecnológica del ICINAZ ha realizado estudios completos y sistemáticos sobre los patrones de flujo iniciales y actuales, consiguiendo obtener mejoras en estos en las actuales deficiencias que presentaban estos modelos de clarificadores. Se proyecta y diseña un nuevo modelo con patrón central de flujo, reactor tubular base del DTC, y un floculador cilíndrico central, con elementos sencillos de diseño para garantizar flujo anular; el uso sostenido de plato espesador define ser el elemento básico para convertir el flujo vertical en su descenso como flujo horizontal, dándole total independencia al flujo de entrada con el nivel variable de cachaza en el fondo.

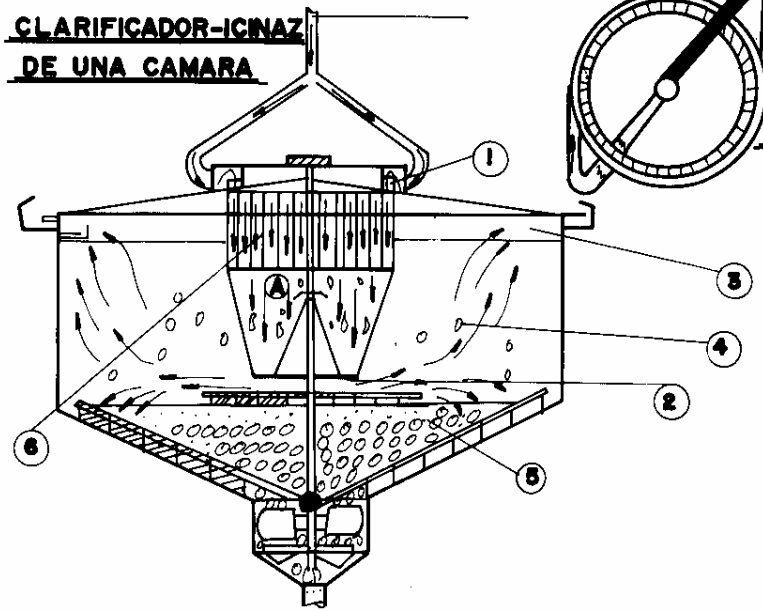
El diseño también elimina porciones de volumen muerto central de los demás diseños de flujo periférico anular, brindando máxima estabilidad al ascenso del jugo clarificado al ser periférica total su extracción.

Se ofrecen para su discusión plena los detalles y mecanismos de operación y diseño del equipo, consiguiéndose resultados altamente satisfactorios en el primer prototipo probado con éxito en el CAI Orlando González, de Ciego de Ávila.

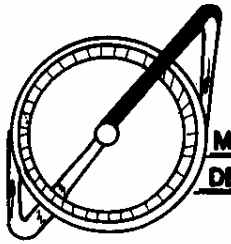
DISCUSIÓN Y RESULTADOS

En la figura anexa se presentan, a manera de resumen comparativo, los principales patrones de flujo y diseño entre el nuevo modelo ICINAZ y el diseño SRI. Los mecanismos más importantes de operación son relacionados entre sí en forma comparativa, para que puedan ser comprobadas las características novedosas del clarificador ICINAZ, así como sus fundamentos y ventajas, a criterio de sus autores.

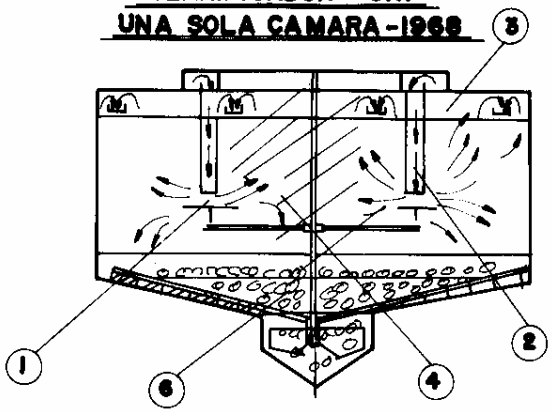
CLARIFICADOR-ICINAZ DE UNA CAMARA



MULTI REACTOR DE ALIMENTACION



CLARIFICADOR - SRI UNA SOLA CAMARA - 1968



ESTUDIO DE MECANISMOS - ICINAZ

- ENTRADA DE JUGO AL CLARIFICADOR DONDE SE AÑADE FLOCULANTE 3-5 P.P.M.
- DISTRIBUCION EN EL ANILLO 1 - MEZCLA.
- FORMACION DE MICROFLOCCILOS EN MULTIREACTOR 6.
- FLOCULACION-COAGULACION EN LA CAMARA A.
- ALIMENTACION EN LA MEZCLA JUGO CLARO - CACHAZA EN EL PUNTO CIRCULANTE SOBRE RASTRILLO, O PUNTO 2 DE IGUAL DENSIDAD - LEY DE SABI. EN ESTA INSTALACION EL PRINCIPIO SE CUMPLE 100% EN FUNCION DE LA UTILIZACION DE PLATO ESPESADOR COLOCADO SOBRE EL NIVEL DE CACHAZA 5.
- ACCESO DE JUGO CLARO SIN ZONAS MUERTAS 4, HASTA CONSEGIR ZONA DE JUGO CLARO 3 EXTRAIDO EN PUNTO MAS.

ESTUDIO DE MECANISMO SRI

- SISTEMA DE ALIMENTACION ANILLOS 2 CONCENTRICOS, QUE OPERA COMO FLOCULADOR
- ALIMENTACION 1 SOBRE EL NIVEL DE RASTRILLO. PERO EN UN AREA PEQUEÑA.
- SE LOGRA UNA ZONA DE JUGO CLARO MUY IMPORTANTE 3.
- LA EXTRACCION DE JUGO CLARO PERIFERICO TIENE BUENOS RESULTADOS.
- POSEE EL MENOR TIEMPO DE RETENCION 45 min. DE TODOS LOS CLARIFICADORES.

*LA ZONA CENTRAL DEFINE UNA PORCION. *MUERTA*.

RESULTADOS INDUSTRIALES

La calidad del azúcar obtenida en base a pol y color referida a las zafras anteriores, muy superior en todos los sentidos, así como el máximo brillo y la eliminación de insolubles, factor determinante en zafras anteriores, unido al mayor recobrado y menor pérdida de miel final, caracterizan las pruebas iniciales del equipo.

Conseguir moler a máxima capacidad con tiempo de retención menores a una hora, colocan a este equipo como tecnología de punta en la industria azucarera cubana.

INFLUENCIA DE LA EXTRACCIÓN DEL JUGO DE LOS FILTROS Y MIEL B EN LA PRODUCCIÓN DE ENERGÍA

Pérez Bermúdez., Indira
Garrido Carralero, Norge
Costales Sotelo, Raúl

Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA)
Vía Blanca 804 esq. Carretera Central. San Miguel del Padrón. Ciudad Habana.

E-mail: iperez@icidca.edu.cu

ABSTRACT

An analysis of necessary capacities process in the sugar industry is in being carrying out by MINAZ , in order to reduce not only the output production cost as well as its intermediates and final currents between them, filter juice, molasses B and bagasse among others. These currents are focused to be used in the diversification of the sugarmills valorized as raw material for feed livestock, energy production or power generation.

In the present work, a technical - economic analysis is carried out by the influence of the juice of the filters and molasses B extractions in the sugarmills, to obtain surplus of bagasse for energetic purposes or by - products production.

For a whole technical - economic analysis, a simulation program made in ICIDCA based on the use of Excel known as DAFLEX was used.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años el MINAZ está llevando a cabo un proceso de redimensionamiento y compactación de la industria Azucarera con el objetivo de disminuir los costos de producción del azúcar y sus corrientes intermedias y finales como por ejemplo el jugo de los filtros, miel B, bagazo, etc., como vía de utilizar las mismas en la diversificación de los CAIs y revalorizarlas al ser empleadas en la alimentación animal, producción de energía o en la producción de otros derivados según conveniencias técnico económicas.

En el presente trabajo se realiza el análisis técnico económico de la influencia que tienen en la economía de un CAI la extracción del jugo de los filtros y la miel B en la obtención de bagazo sobrante y la generación de energía eléctrica.

Para la realización de este estudio se utilizó como herramienta el sistema de simulación DAFLEX desarrollado en el ICIDCA.

DESARROLLO

Para el presente estudio se tomó como referencia un Complejo Agroindustrial con las siguientes características:

- Molienda: 1621 t/d
- Producción de Bagazo: 480 t/d
- Bagazo Sobrante: 0.98 t/d
- Generación Eléctrica: 1200 kw-h
- Electricidad Sobrante: 48.68 kw-h

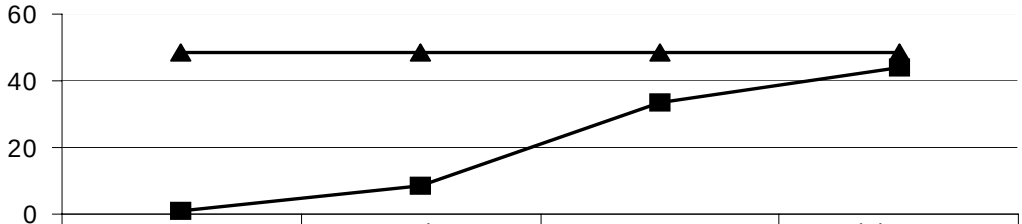
Se consideraron dos alternativas:

1. Obtención de bagazo sobrante con el mismo nivel de generación eléctrica
2. Producción de energía eléctrica con la misma cantidad de bagazo sobrante

En ambos casos se analizaron las siguientes condiciones de producción:
- Sistema actual con la extracción del jugo de los filtros.
- Producción de miel B.
- Producción de miel B y extracción del jugo de los filtros.

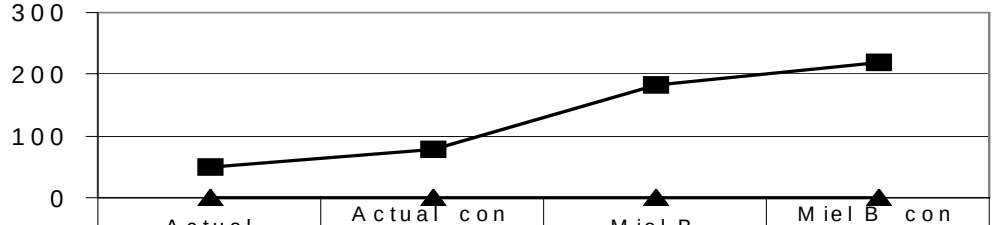
En los gráficos 1 y 2 se observa el comportamiento del bagazo sobrante y la electricidad a la venta para ambas variantes. Bajo estas condiciones se realizó el análisis económico (gráfico 3) para determinar la alternativa más factible.

Gráfico 1. Comportamiento del Bagazo Sobrante



	Actual	Actual con extracción JF	Miel B	Miel B con extracción JF
Bagazo sobrante (t/d)	0.98	8.54	33.73	44.06
Electricidad (kW-h)	48.68	48.68	48.68	48.68

Gráfico 2. Comportamiento de la Energía Eléctrica a la venta



	Actual	Actual con extracción JF	Miel B	Miel B con extracción JF
Bagazo (t/d)	0.98	0.98	0.98	0.98
Electricidad (kW-h)	48.680	79.010	182.860	219.530

Puede observarse que en cualquiera de las variantes analizadas para las condiciones actuales en el equipamiento del ingenio en el cual no se aprovecha el vapor de baja, la venta del bagazo sobrante es más rentable que la venta de la energía eléctrica sobrante y dentro de estas, la alternativa en la que se produce miel B con recirculación del jugo de los filtros al proceso, como la de mayor ganancia para el complejo aunque se debe destacar, que la producción de Azúcar disminuye en un 14.25 % compensada con el aumento en calidad por corresponderle a la misma un precio de venta mayor. Hay que destacar que la extracción del jugo de los filtros no mejora apreciablemente la ganancia del complejo.

Resulta importante señalar que como resultado de los análisis realizados no se entra en contradicciones con la política de desarrollo del MINAZ, sino por el contrario alertar a que las modificaciones introducidas en el proceso obligan a modificar la base energética del central, sustituyendo molinos de vapor por eléctricos o cambiar los turbos a contrapresión por condensantes a fin de aprovechar eficientemente la energía generada en el proceso.

CONCLUSIONES

1. 1. La extracción del jugo de los filtros no produce mejoría apreciable en la ganancia del complejo.
2. 2. El esquema en el que se produce miel B con recirculación del jugo de los filtros y se vende bagazo es el más factible económicamente.

REFERENCIAS

Garrido, N, Pérez, I (2001). Estudio de diversificación del CAI “Simón Bolívar”. ICIDCA.

Blattner, P., Ulrich ,L., Cook, K., Dyck, T., (2000), Microsoft Excel 2000. Ediciones ANAYA MULTIMEDIA. Madrid. España.

Díaz, M, Capote, O, Garrido, N, Costales, R, De Armas, C. (2000). DAFLEX: Herramienta para el análisis de procesos en la industria azucarera. ICIDCA.

INGENIERIA DE UNA CALDERA MODULAR

Rodríguez Pérez, Ricardo

Instituto Cubano de Investigaciones Azucareras
E-mail-director@icinaz.minaz.cu

INTRODUCCIÓN

Para la mayoría de los ingenios azucareros cubanos, en dependencia de sus normas potenciales de molida, la capacidad unitaria de sus calderas debería ser: 45, 60, 80 ó 120 t/h. Esto permitirá disponer de batería de calderas, de una o dos unidades, y solo en casos excepcionales de 3. En ningún caso deben concebirse baterías de más de 3 calderas. Esto permite:

- Baterías más compactas que ocupan menos espacio.
- Menor cantidad de personal de operación.
- Menor cantidad de personal de mantenimiento.
- Menores costos de mantenimiento.
- Más eficiencia al trabajar las calderas cercanas a su capacidad nominal y reducirse las pérdidas por radiación al medio exterior, así como las pérdidas con los gases de escape (menos infiltraciones.
- Menos consumo de electricidad al reducirse el número de motores.
- Menores costos por transportación de bagazo (conductores de bagazo más cortos), caídas de presión (líneas de vapor más cortas) y de temperatura.
- Economía de escala.

Por otro lado la importancia de elevar la eficiencia en la generación de vapor resulta decisiva ya que es posible:

- Generar más electricidad, cuyo excedente puede venderse a la red pública.
- Disponer de mayor sobrante de bagazo que puede utilizarse como materia prima en fábricas de derivados (tableros, papel, alimento animal, etc.)
- Operar refinerías o destilerías sin consumo de petróleo.
- Estos objetivos no pueden cumplimentarse mediante la adquisición de calderas nuevas dado su elevado costo.
- Este trabajo se inserta dentro del plan de reconversión de calderas de nuestro ministerio dado que existen mas de 200 calderas de baja capacidad y baja eficiencia que se pueden remodelar y llevar a 60 T/h de vapor y eficiencia de 85 %, *utilizando sus mismos cimientos y su estructura***.**

Otro factor de gran importancia es el aumento la presión de trabajo de 18 a 28 o a 42 Kg./cm^2.

De esta forma contaremos con un equipo con parámetros competitivos tanto técnicos como económicos.

DESARROLLO

Para lograr un proyecto de remodelación que sea aplicable a todos estos modelos de calderas al mismo tiempo e inclusive con aumento de presión nos enfrentamos a dos grandes problemas: Los domos y las estructuras.

Domos

El domo es la pieza más costosa y requiere de equipamiento muy especial para su construcción.
Los domos (tanto el inferior como el superior) han sido diseñados para las presiones de 28 y 42 Kg/cm^2
De forma tal que se puedan fabricar completamente en nuestra fabrica de calderas.
En la siguiente tabla 1 se dan las medidas principales de los domos donde: L = longitud de la parte cilíndrica.
L1 = Longitud total.
Se diseñaron los domos para estas dos presiones de forma tal que las variaciones en el resto de la caldera no varíen

Tabla 1 Tabla resumen de los domos

Presion de calculo. Kg/cm^2	DOMO	Diametro interior mm.(D)	Longitud mm.		ROLO			CASQUETE			MASA TOTAL Kg.
			L	L1	ESPESOR mm. (S)	AREA m^2	MASA Kg.	ESPESOR mm. (S1)	AREA m^2	MASA Kg.	
46	SUPERIOR	1500	9000	9884	50	43.8	17201	45	9.81	3468	20667
	INFERIOR	1000	7650	8236	36	24.9	7036	36	6.28	1775	8811
32	SUPERIOR	1500	9000	9884	34	43.4	11576	34	9.81	2618	14194
	INFERIOR	1000	7650	8236	26	25.3	5164	26	6.28	1282	6446

Estructura metálica.

Las medidas de las estructuras de las calderas seleccionadas para esta remodelación guardan cierta relación (ver la tabla 2) Si observamos las estructuras de las diferentes calderas mostradas en esta tabla notaremos que hay cierta similitud en estas.

Tabla 2

TABLA COMPARATIVA DE LAS ESTRUCTURAS.

CALDERA	CODIGO DE PLANO DE LA ESTRUCTURA.	ANCHO de eje de columna a columna.	ALTURA de la viga soporte del domo	ALTURA del domo superior	Profundidad		cantidad de calderas istaladas
					Sin incluir cal. de aire	Incluyendo cal. de aire	
RETO DE 45	CV002-20-00-00-00	8400	12600	13800	7800	10650	24
ALEMANA de 45 (I generacion)	041.909-0 (0)	8800	13000	10800*	——	10840	31
ALEMANA de 45 (II generacion)	13121-113 (0)	8800	16000	13800*	——	10840	52
ALEMANA de 25	CODIGO DE PLANO	8880	8410	9250	7990	——	55
RETAL 45	CVM2-03-00-00-00	8880	8410	9250	7990	9690	81

La variación máxima en el ancho es de 480 mm, lo que nos permite ajustar nuestra caldera para que pueda montarse en cualquiera de estas estructuras.

A lo alto no sucede lo mismo, ya que la diferencia es bastante grande. Para solucionar esto, después de un estudio minucioso tanto desde el punto de vista geométrico como de resistencia de las estructuras y los cimientos se determino diseñar 3 estructuras metálicas para aplicarla según el caso:

Una para la RETO de 45 y cuando la caldera se fabrica nueva por completo.

Una para la ALEMANA de 25 yRETAL de 45.

Una para la ALEMANA de 45 de primera y segunda generación.

El calentador de aire se diseño para un flujo de aire combinado, de forma tal que el aire frío penetra en el calentador en la zona donde los gases son mas calientes, con esto aumentamos su vida útil.

Este se diseño de forma modular, lo que permite que sus módulos pueden instalarse en cualquier modelo de caldera ya sea las citadas en este trabajo como en el resto de las calderas instaladas en nuestros ingenios.

El resto de los elementos de la caldera fueron diseño utilizando toda la experiencia acumulada por nuestros especialistas durante mas de 20 años.

Tabla 3

Tabla comparativa de los parámetros térmicos							
Tipo de caldera	**Capacidad De generación T/h**	**Presión de Vapor Kg/cm^2**	**Temp.de Vapor °C**	**Eficiencia %**	**Consumo de Combustible Kg/h**	**Índice de generación**	**Temp. De Gases salida De caldera °C**
RETO 45	45	18	350	78.44	20570	2.18	225
ALEMANA DE 45	45	28	400	81.15	19573	2.3	220
ALEMANA DE 25	25	18	260	63	13270	1.88	375
RETAL 45	45	18	340	80.85	19796	2.27	225
NUEVA DE 60	60	28 ó42	400	85	25189	2.38	160

VALORACION ECONÓMICA

Por cada caldera remodelada y llevada a este modelo modular se ahorra por el aumento de eficiencia en petróleo equivalente en una zafra de 150 días $161 568.68 USD.

El costo de inversión de esta caldera comparada con calderas del mismo nivel de capacidad y eficiencia es aproximadamente un 32 % menor.

CONCLUSIONES

1- Dados los parámetros de eficiencia y menor costo de este diseño modular flexible se recomienda su instalación en todos los ingenios cuya norma potencial sea de 4 630 a 9 260 T/dia y existan calderas de los modelos antes citados o se piense montar una caldera nueva.

2- Ya en el año 2001 se comenzó la construcción en la fabrica de calderas de los elementos y piezas para dos calderas de este tipo, una para el CAI Ciudad Caraca de la provincia de Cienfuegos Y otra para el CAI Varona de la provincia de Ciego De Avila, el montaje de dichas calderas debe concluir en este año 2002.

3- También los módulos de calentador de aire se han instalado ya en mas de 5 calderas en el año 2001.

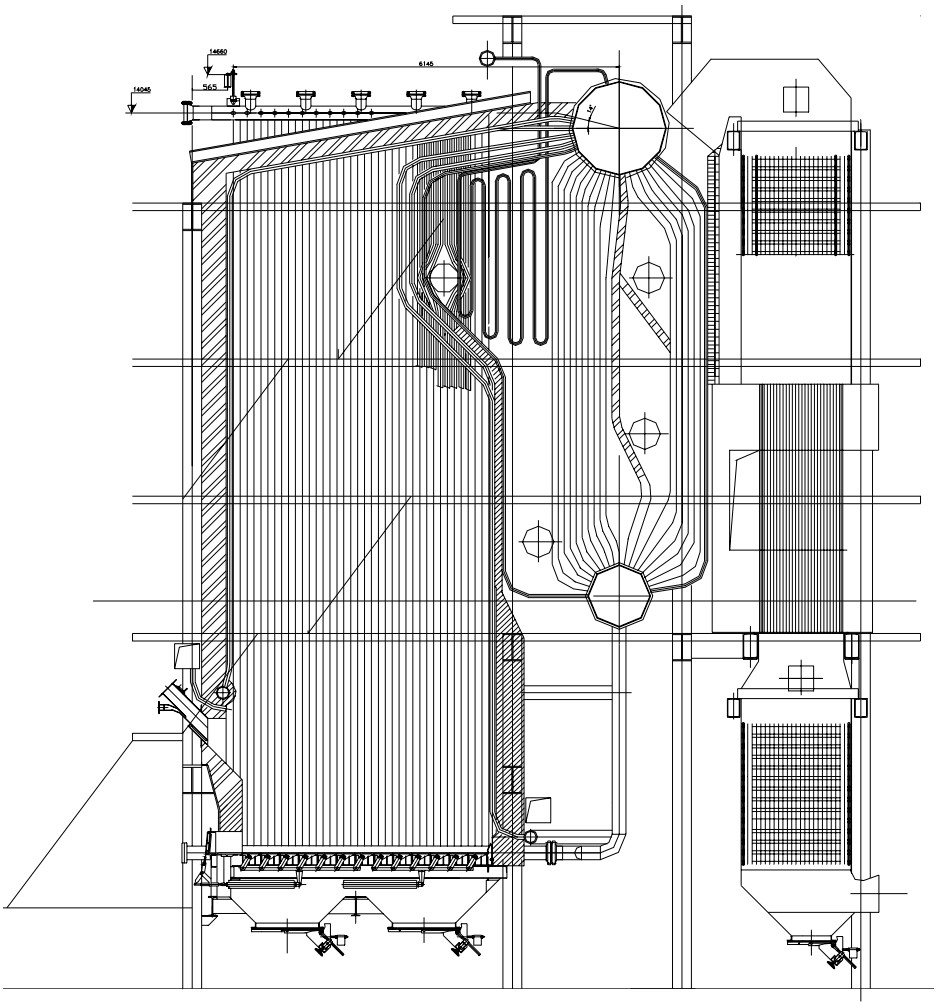
Esta caldera se adapta muy bien a las condiciones de trabajo de nuestros ingenios. Sus mecanismos no son sofisticados y no necesita personal especializado para su montaje ni para el mantenimiento.

4- Se recomienda instalar a esta caldera un microsilo para bagazo o paja que permita tener una autonomía y estabilidad en el trabajo. También esto permitirá implementar el lazo de combustión automática. Logrando la automatización completa de la caldera, lo que hasta ahora en combustión de bagazo no se ha logrado,al menos en Cuba.

REFERENCIAS

Norma de calculo térmico de calderas estacionarias (en ruso) Leningrado 1973
Norma de cálculos aerodinámicos de calderas estacionarias (en ruso) Leningrado 1977
Técnica de seguridad calderas de vapor y agua caliente (en español)
Requisitos generales para el calculo de la resistencia----NC-19-26 año 1988
Calculo del grosor de la pared de las piezas----------NC-19-27 año 1988

ESQUEMA DE LA CALDERA



INGENIERÍA PARA LA ELIMINACIÓN DE ARRASTRES DE AZÚCAR

Escobar Larinque, Benigno D
Díaz García, Emilio P.

Instituto Cubano de Investigaciones Azucareras
E-mail: director@icinaz.minaz.cu

ABSTRACT

The flow rates and other evaporation conditions presently imposed to pre-evaporators provoke sugar entrainment, so precluding the use of the resulting condensate as "make-up" on steam generators because of a high sugar content.

Studies conducted by undergraduates in the sugar factory Manuel Martínez Prieto from 1988 to 1990 have demonstrated the ineffectiveness of traditional entrainment separators based on the principles of impingement or change of direction in the presence of mist-like evaporation, where the density of very fine drops containing entrained sugar is similar to that of the vapor.

Five different models of entrainment separators were engineered, based on the principle of "adsorption in humid packed bed", aiming to ubiquitously solve this kind of problem for diverse types of equipment in a very economical fashion.

These models are able to solve even the most complex situations, which had not so far handled satisfactorily by such devices as several cyclones, considerable enlargement of the height of the evaporator body, inner baffles inside the body, etc.

These new designs attain separation efficiencies of 95 to 98 % and condensates having less than 30 ppm sugar, which amounted 800 ppm before. This allows feed water for boilers with less than 5 ppm sugar to be available, so that boiler efficiency could be raised by 3 to 5 %, and the water treatment plant could be stopped down.

INTRODUCCIÓN

La instalación de Pre evaporadores en la industria azucarera permite evaporar gran cantidad de agua antes de que el jugo pase al múltiple usando vapor a una presión relativamente alta y entregando su evaporación o parte de esta a la línea , a una presión más baja y cuyo destino puede ser el proceso de cocción de tachos, etc, permitiendo obtener por esta vía esquemas de evaporación con mayor economía a los tradicionales.

Los vapores que emanan de hacer ebullir al jugo en un pre-evaporador pueden traer con frecuencia trazas de azúcar que por imperceptibles que sean, llegan a formar en los tubos de las calderas, si sus condensados son retornados a ella, acumulaciones que se carbonizan y que resultan dañinas y peligrosas para la operación de las mismas, llamándosele a los mismos condensados contaminados. De continuar utilizándose aguas de

alimentar calderas que sobrepasen ciertos valores permisibles de azúcar en las mismas, pueden además afectarse en su funcionamiento las turbinas, al depositarse dicha azúcar en alabes y paredes, con un agravamiento en el estado de los equipos y el funcionamiento del ingenio. Debido a este alto riesgo y como solución inmediata resulta la no utilización de este tipo de aguas condensadas como relleno para alimentar calderas, no obstante su alta temperatura, afectándose sensiblemente con ello la eficiencia en la generación de vapor al sustituirla por un agua fría que generalmente hay que tratarla previamente.

Entre los factores o combinaciones de éstos que tienen una marcada responsabilidad en los arrastres de azúcar podemos citar: la forma de alimentación de jugo, la superficie calórica y distribución del vapor, la longitud y diámetro de los tubos, la altura y diámetro del cuerpo del evaporador, la temperatura de entrada del jugo, el nivel del jugo de la calandria, la temperatura del vapor alimentado y del vapor evaporado, la razón de evaporación, etc. La ebullición obtenida como consecuencia de estos factores será más o menos violenta, más o menos uniforme, con mayor o menor proyección del vapor por encima de los tubos y en consecuencia mayor o menor posibilidad de arrastres de la solución, resultando de ello que se necesiten siempre equipos auxiliares capaces de eliminar los arrastres, llamados a tal fin "Separadores de Arrastres". Basan su funcionamiento en dos principios fundamentales; cambios de dirección que provocan que las partículas de mayor masa quedan retardadas respecto al vapor e impacto contra superficies húmedas a bajas velocidades que permite la adherencia de partículas sobre ella. Estos separadores basados en principio mecánicos pierden su efectividad ante los nuevos regímenes de operación de los equipos pre - evaporadores. (1)

MATERIALES Y MÉTODOS

Se ha podido demostrar (Canales, 1998) que a medida que aumenta la razón de evaporación, disminuye la eficiencia de separación de los arrastres de los separadores de arrastres diseñados con el principio del aprovechamiento de la fuerza centrífuga y la gravitatoria para sus fines. La eficiencia en dichos equipos se hace prácticamente nula por encima de cierto valor de razón de evaporación, superior a 6 lb /pie^2 h, lo que hace imposible la utilización de los condensados como agua de alimentación de calderas.

Esto puede explicarse haciendo uso de la Teoría de la neblina según Díaz (De Bergue, 1989), " Cuando la razón de evaporación es superior a 6 lb /pie^2 h, el mecanismo de los arrastres cambia en su comportamiento físico". Las pequeñas gotas de líquido azucarado se convierten en pequeñisimas porciones de solución, con una apariencia de finísima neblina, definiendo cambios sustanciales en el llamado mecanismo de arrastres.

El menor tamaño de las partículas hace que se convierta a los efectos cinéticos como el propio gas que la sostiene.

El cambio de dirección y choque en placa húmeda deja de tener efectividad en la separación por medio de equipos sujetos a estas tecnologías.

El fenómeno que ocurre en el separador experimental de mallas (Rodríguez, 1990), puede explicarse de la siguiente forma: el vapor contaminado que asciende se pone en contacto con la malla bañada en agua suministrada a contracorriente por los atomizadores, produciéndose una trasferencia de masa del vapor contaminado por las pequeñisimas gotas de licor al agua que baña la malla, obteniéndose de esta forma un vapor limpio que va a la tubería de vaporización y unas gotas de agua contaminada de tamaño considerable que son devueltas al vaso evaporador por su propio peso.

Teniendo en cuenta la eficiencia obtenida con el separador de mallas (80% eficiencia) se instaló en el mismo lugar un nuevo separador, basado en los mismos principios, empleándose en este caso una cama empacada con relleno de virutas (de acero o bronce), buscando obtener una mayor superficie de contacto de gas - líquido y con el cual se obtuvieron los valores de 98% de eficiencia, al incrementarse la transferencia de masa del líquido azucarado al agua en las múltiples superficie de la cama mullida.

Basado en el principio de separación de arrastres de vapores en forma de neblina a través de cama empacada húmeda, demostrado y comprobado de acuerdo a lo anteriormente expresado, se desarrolla la ingeniería básica y de detalle con vistas a obtener la solución más efectiva y económica para cada situación, tomándose para ello en consideración los siguientes aspectos:

- Razón de evaporación.
- Flujo total de vapor evaporado.
- Equipo separador de arrastre existente.
- Diseño del vaso evaporador.
- Disposición de las tuberías de vapor evaporado por el vaso .
- Parámetros y resultados obtenidos por el separador anterior.
- Disponibilidad del agua para dilución.
- Instalaciones existentes en el área de evaporación.

De acuerdo con lo anterior se elaboraron 5 modelos diferentes convirtiéndose de hecho en los 5 prototipos básicos con posibilidades de adaptarse a cualquier instalación existente y su correspondiente régimen de trabajo.

1. 1. Modelo instalado dentro del vaso, en la cúpula del mismo.
2. 2. Modelo diseñado para la utilización de un separador "Webre " existente.
3. 3. Modelo vertical para instalar en la línea de vapor.
4. 4. Modelo horizontal para instalar en la línea de vapor.
5. 5. Modelo doble separador instalado en la línea.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El resultado de trabajo más importante resultó de una instalación donde el pre - evaporador tiene fluses de 32 mm de diámetro y 3000 mm de longitud con Δt de 13,3^{o}C entre vapor de entrada y salida, provocando arrastres fuertes que daban valores de 800 ppm de azúcar en los condensados. Para tratar de mejorar esta situación , dicho pre - evaporador fue sometido a infinidad de modificaciones sin resultados positivos, motivando un consumo de agua de fuentes externas de un 25 % del total para alimentar y una temperatura que no sobrepasó nunca los 80°C.

El nuevo diseño de separador de arrastre de cama empacada húmeda instalado fue un modelo doble en línea, aprovechando un separador "Webre" existente.
Los resultados obtenidos durante la zafra del año 2001 por este separador fueron los siguientes:

- • Temperatura del agua alimentar caldera 115°C (presurizado)
- • PPM de azúcar en el make-up menores a 30, obteniéndose valores inferiores a 10 ppm de azúcar en la mezcla total.
- • Bagazo entregado sin consumo de fuel-oil 1704 TM.
- • Reducción del tiempo de operación de la planta de tratamiento de un 25%.
- • Reducción del consumo de agua de fuentes externas en 0.17 m^3 / tcaña..

La dilución provocada por el agua de lavado fue del 2 % del flujo de vapor, significando ello de un gasto adicional de 0.4 de vapor % caña, contra 3.34 % de disminución en la generación de vapor % caña por mayor índice de generación .

Durante la zafra 2000 - 2001 se instalaron 4 modelos diferentes y en total los 5 modelos se encuentran funcionando con magníficos resultados.

El costo del equipo para el ejemplo fue de:

	TM	**Costo USD / TM**	**Costo total USD**
Laminado espesor 12 mm	35		729.0 2551.50
Planchuela	0.2		519.0 103.80

Angular	0.1		454.0	45.40
Bomba 2CRVL	----	327.0		327.00
Electrodo para soldar	0.03		900.0	27.00
Turbaría 25 mm diámetro	100 m	0.88 USD/m		88.00
Costo total de materiales			3142.7	

Costo de mano de obra, una brigada compuesta por:

Pailero, soldador, cortador y ayudante.Durante 45 días de trabajo esto equivale a $2700.00 MN.

La ganancia es equivalente a 1704 TM bagazo ó 340.8 TM de fuel sólo por entrega de bagazo. Esto representa 68160 USD.

CONCLUSIONES

Se recomienda la instalación de este diseño de separador de arrastres de azúcar en el vapor cuando existan razones de evaporación superiores a 6.0 libra/pie^2-hr en el pre-evaporador para conseguir con ello eliminar o disminuir tanto el agua de fuentes externas como el vertimiento al medio de agua contaminada con azúcar, el incremento de la eficiencia de las calderas, la disminución del volumen de extracciones en las calderas, etc.

REFERENCIAS

Canales García Menocal, M.M(1998) "Estudio de arrastres en pre-evaporadores del CAI "M. Martínez Prieto". *Trabajo de Diploma"*. ISPJAE

De Bergue, Licea, R. (1989). "Arrastres en pre-evaporadores, segunda parte. Ingeniería y uso de la tecnología básica para su solución". *Trabajo de Diploma*.. ISPJAE

Rodríguez, Sarabaza, José. (1990). "Separadores de arrastre, tercera parte. Ingeniería y soluciones finales". *Trabajo de Diploma*. ISPJAE

LA CALIDAD DEL AZÚCAR CRUDO Y LOS AZUCARES QUE IMPURIFICAN LA SACAROSA EN LOS JUGOS DE CAÑA

Ravelo Bravo, Susana
Ramos, Eduardo L.
Gutiérrez Sandra

ICINAZ

RESUMEN

Se presentan los resultados de estudios encaminados a determinar la influencia de los Azúcares (de bajo peso molecular) que Impurifican la Sacarosa en los jugos de caña (AIS) en la calidad de los azúcares comerciales.

En particular se determina por un lado, en azúcares seleccionados en todas las provincias de país, los niveles de dos AIS que se ha determinado ejercen una fuerte acción sobre la morfología del cristal de sacarosa. Por el otro, se determina el hábito de los cristales de esos azúcares, parámetro que describe en buena medida la calidad del azúcar, al estar relacionado con la incorporación de impurezas que dificultan la refinación de los crudos.

Se presentan las correlaciones obtenidas dándose evidencia del efecto negativo de estos azúcares en la calidad de nuestros crudos y la necesidad de incorporar el control de los niveles de estos AIS como criterio de selección de variedades y estrategia de corte de la caña.

INTRODUCCIÓN

Según los últimos estudios sobre los AIS que más influencia tienen sobre el hábito de los cristales de sacarosa se pudo comprobar que entre ellos sobresalían por su capacidad de deformadora la D-Xilosa(Ramos, 2002) y un azúcar nombrado "376", aun en estudio(Ramos, 2000, 2001). Estos azúcares hemos determinado se originan no sólo durante el deterioro de la caña sino que aparecen como resultado de sus propios procesos fisiológicos. En este trabajo se valorara la dependencia entre la calidad del azúcar crudo, medida a través del color y hábito de sus cristales, y la presencia en los mismos de ambos AIS, de manera de demostrar su influencia sobre la calidad de los azúcares cubanos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los azúcares crudos se seleccionaron de 3 CAI de cada provincia, determinándoseles a todos su contenido de CMP y polisacáridos según los métodos analíticos reportados anteriormente(Ramos, 2000, 2001). El color (ICUMSA) de los cristales se determinó luego de lavarse la capa de miel de los azúcares con un sirope saturado en sacarosa.

Determinación en los crudos de D-Xilosa y el componente "376": **Las separaciones de oligosacáridos individuales se realizaron con una columna de hidroxilapatita esférica (50-60µm) de 2.5x12 cm por elución frontal a una velocidad reflujo de 4 cm^3/min. Las muestras de todos los productos se pesaban y diluían de manera de que tuvieran un Bx alrededor de 10 ^{0}, se diluía tres cm^3 de esta solución con 17 cm^3 de alcohol absoluto y se aplicaban a la columna. Una vez transferida la solución a la columna se corría primero con alcohol al 81 % para eliminar la sacarosa y demás azúcares indeseables y luego con alcohol al 75 % hasta eluir toda la D-Xilosa, la que se recogía en un frasco de 50 cm^3, para determinar la cantidad eluída por el método de antrona-sulfúrico. Seguidamente se lavó la columna con 50 cm^3 de alcohol al 60 % para eliminar otros azúcares que no eran de interés y finalmente con alcohol al 40 % para recoger en un frasco de 50 cm^3 el componente "376", y determinar su contenido en la muestra.**

RESULTADO Y DISCUSIÓN

Según los últimos estudios sobre los azúcares que impurifican la sacarosa en los jugos de caña, se ha determinado que dos de ellos, es decir la D-Xilosa y otro en estudio nombrado como "376", son los responsables de las deformaciones del cristal de sacarosa, con la aparición de los cristales conocidos como aguja (Ramos 2000-2002).

Según estos resultados cobra un especial interés la determinación del efecto de los AIS antes señalado en la calidad de los crudos, la que pudiese ser estimada midiendo la deformación por el eje c de los cristales de los azúcares crudos comerciales. Su determinación además en azúcares seleccionados a todo lo largo del país hace más general las conclusiones sobre el efecto de los AIS estudiados. Este fenómeno se hace evidente en las figuras 1 y 2, donde se pueden apreciar correlaciones altamente significativas en ambos casos.

Figura 1

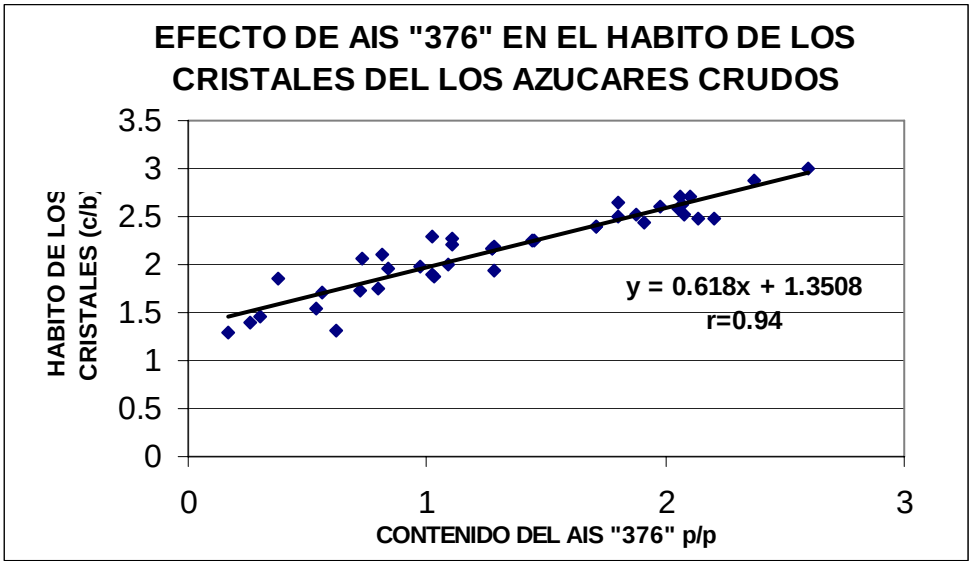
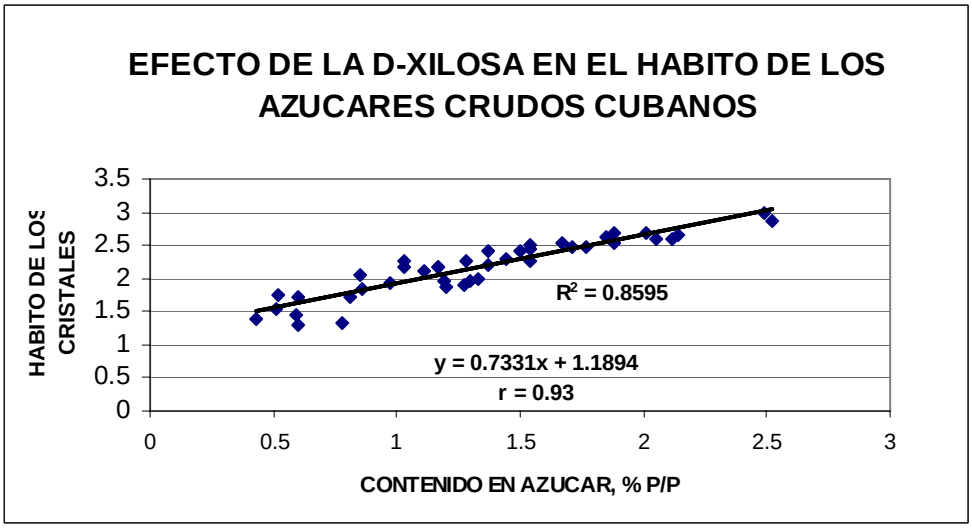
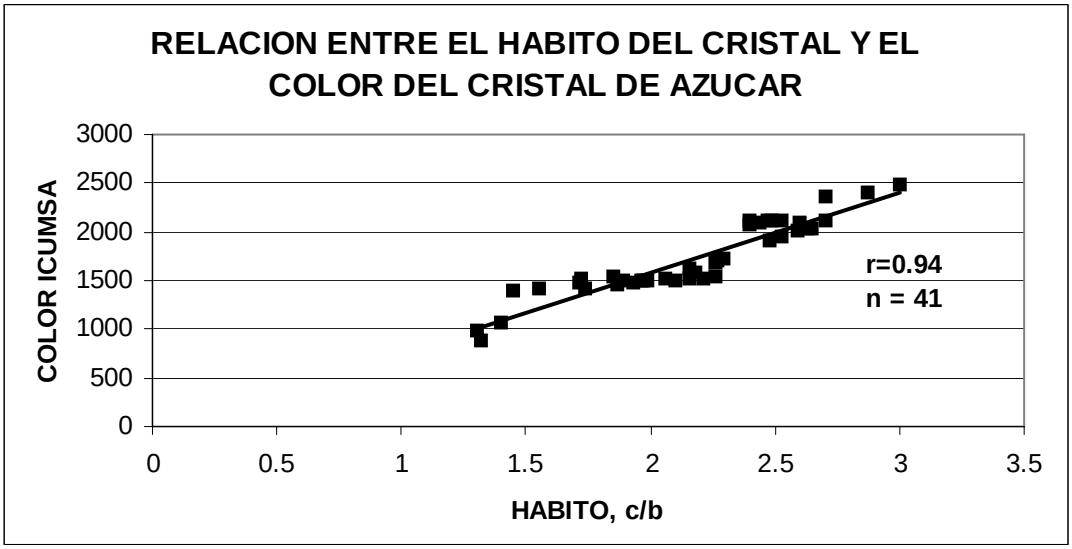


Figura 2



El efecto de las variaciones morfológicas del cristal de sacarosa en la calidad de los azúcares comerciales se hace evidente en la figura 3, donde se observa una notable correlación entre el hábito de los cristales y el color de los azúcares.

Figura 3



Estos resultados son evidencia de la necesidad de disminuir la concentración de los AIS en los jugos industriales de la caña y en especial de aquellos más asociados directamente a las deformaciones morfológicas del cristal de sacarosa, para poder elevar la calidad de nuestros crudos. Razón esta que obliga a actuar sobre factores relacionados no sólo con el deterioro de la caña sino con variables relacionados con su fisiología (Ramos, 2001), las que hemos hallado determinan la presencia de estas sustancias aun en los jugos de cañas frescas, como son: la variedad, edad y momento del corte de la caña.

CONCLUSIONES

- **Los AIS de bajo peso molecular aparecen asociado a las deformaciones del cristal de sacarosa de los crudos comerciales del país, en correspondencia con la mayor influencia que ejercen estos azúcares sobre las deformaciones morfológicas del cristal de sacarosa.**
- **Para elevar la calidad de los azúcares crudos cubanos es necesario mejorar los criterios de selección de las variedades, las estrategias de corte y disminuir el deterioro de la caña, con el fin de disminuir la presencia en sus jugos de los AIS de bajo peso molecular.**

-

-

REFERENCIAS

Ramos, E. L. y Ravelo, S. (2000). "Los Oligosacáridos y la Eficiencia Agroindustrial Azucarera Parte I, II, III, IV" *CubaAzúcar* Vol. XXIX(1-4), pp. 38-41, 62-64, 52-55, 58-62.

Ramos, E. L., Ravelo, S. (2001) "Los Oligosacáridos y la Eficiencia Agroindustrial Azucarera Parte V, VI" *CubaAzúcar* Vol. XXX(1,2)

Ramos, E. L., Ravelo, S. y Muñoz, H. (2002) "La D-Xilosa, un monosacárido relacionado con las deformaciones morfológicas del cristal de sacarosa" *CubaAzucar*, En Imprenta.

LA COGENERACIÓN Y GENERACIÓN DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA EN LAS FÁBRICAS DE AZÚCAR CUBANAS

Valdés Delgado, Antonio
Centro para el Gestión de Programas y Proyectos Priorizados. CE:

E-mail: mailto:avaldes@geprop.cu

ABSTRACT

In Cuba, since beginning of the century, electric energy is been cogenerated at the sugar industry. The sugar cane can provide biomass that can be used as fuel: the Sugar Cane Bagasse, the High Fiber Sugar Cane (HFSC), the Sugar Cane Crop Residues (SCCR), and the grinding of the whole cane (WC) are available sources of fuels from this plant. In order to achieve economical results producing electric energy at sugar factories it is necessary to work the year round: a second fuel is required. This second fuel: gas, fuel oil, coal or biomass as wood or from the sugar cane can depend of its availability. At the sugar cane industry in Cuba there are a number of factories that can be considered in order to produce electric energy the year round. There are factories that using middle steam pressure is possible to produce electric energy all the year in order to satisfy the electric energy needs of close towns or it can be supplied to the National Grid. Also using high pressure steam technology or biomass gasification is possible to achieve higher generation: as 110-200 kw-h/ton cane. Actually there are possibilities to prepare and implement projects for the production of electric energy at the Sugar Cane Industry in Cuba.

INTRODUCCIÓN

En Cuba, desde inicio del siglo, la energía eléctrica se cogenera en la industria azucarera. En 1911 una planta eléctrica se instaló con una capacidad que podría satisfacer las necesidades de la fábrica y suministrar energía eléctrica a otros consumidores. En 1925 había 76 molinos de azúcar totalmente o parcialmente electrificados con 200 turbogeneradores instalados, con una capacidad de la generación total de 162 MW, entretanto el sector público tenia instalado sólo 108 MW. Altshuler J. (1999) La energía eléctrica en Cuba se produce actualmente en una alta proporción en plantas térmicas que usan combustible fósil, la biomasa de la caña de azúcar ofrece amplias posibilidades para producir esta energía con resultados ambientales positivos.

LA BIOMASA DE LA CAÑA DE AZÚCAR

La caña de azúcar puede proporcionar diferentes biomasa para ser usada como combustible, tal es el caso del Bagazo que se obtiene en la propia fábrica. La Caña de

Azúcar de Alta Fibra (CAAF), los Residuos de Cosecha de la Caña de Azúcar (RAC), y la Molida Integral de la Caña (MCI) son otras fuentes de combustible que pueden estar disponible de esta planta.

La mezcla entre la Saccharum Officinarum y la Saccarum Spontaneum, produce una caña de azúcar con alta fibra (CAAF), denominándose caña energética. Normalmente tiene más de 22-24 % fibra, significando que tiene prácticamente el doble de biomasa que la caña de azúcar ormal y puede usarse principalmente como combustible.

Se señalan rendimientos agrícola superiores a las 100 ton/ha que si cosecha en forma integral puede aumentar el rendimiento en 15-20 %, puede cosecharse a los 10 a 12 meses de edad y presenta una resistencia alta a la sequía. Peña (1999) Zabala (1998)

La caña de azúcar tiene -además del tallo - otros componentes: las hojas verdes y secas y el cogollo (RAC), - ellos representan alrededor de los 25 % del peso de la caña entera. Su cosecha indica una separación del 50 % de estos componentes, en Cuba otro 25 % se separa en los centros de limpieza en seco y el resto va a la fábrica de azúcar con la caña sido conocido en ese momento como las materias extrañas. Una fábrica de azúcar que procese 1000 toneladas de caña por día puede disponer de 76 toneladas de RAC como un combustible adicional, las otras 76 se quedan en el campo. Por cada millón de ton de azúcar producida se obtiene más de tres millones de ton de este combustible estando alrededor de 750 000 ton disponible directamente.

El procesamiento de la Caña Integral indica la posibilidad de un aumento directo de la cantidad de bagazo. Un tema de discusión entre los tecnólogos es que la caña entera, por efecto de los no azucares presentes se produce aumentos en las pérdidas de las mieles finales También puede aumentar el contenido de almidón en el azúcar producido. Un análisis realizado entre las pérdidas en las mieles y el aumento del bagazo por el aumento de la biomasa procesada y los precios del azúcar y del combustible indicaron que puede ser económicamente factible el proceso de la MCI. Valdés (2001) No obstante es necesario hacer una prueba industrial para obtener una información más exacta.

ESTUDIO DE UN CASO

Para lograr resultados económicamente viables de la generación de la energía eléctrica en las fábricas de azúcar y poder operar todo el año, es necesario usar un segundo combustible, desde el punto de vista medioambiental la biomasa es la primera alternativa. Los datos considerados para el caso en estudio son como sigue: Caña molida: 292 t/hr; Bagazo% caña: 28; Residuos disponibles de la cosecha: 575 t/dia Número de calderas y capacidad instaladas: 4 calderas de 45 toneladas de vapor por hora Presión de vapor: 42 kg/cm2; Consumo de vapor en proceso: 420 kg/ton caña Índice de la generación: 2.2 toneladas de vapor/ton de bagazo; Número y capacidad de turboalternadores instalados: 3 turboalternadores de 4 MW cada uno con un 70% de eficacia. Consumo energía eléctrica: 30 kW-h/ton caña

La energía eléctrica cogenerada

La generación de la electricidad es de 11.8 MW-hr que usa tres calderas, el consumo de fábrica de azúcar es de 8.7 MW y hay un sobrante de 3.1 MW-hr. La cantidad total de energía que puede proporcionarse a la Red Nacional durante la campaña de azúcar por la cogeneración es de 11.2 GW-hr.

La energía eléctrica generada

a) Durante la campaña de azúcar.

La cantidad del bagazo disponible durante el periodo de molida y la capacidad y presión de vapor de las calderas instaladas son suficientes para los requisitos de la fábrica.

Haciendo una inversión en un turbogenerador del tipo condensante, es posible generar 10 MW con la infraestructura energética instalada. La cantidad total de energía que podría proporcionarse a la RED Nacional durante la campaña de azúcar por la generación es de 36.0 GW-hr.

b) Durante la etapa posterior a la cosecha.

Usando el turbo-alternador condensante a su capacidad nominal, se generará alrededor de 43.2 GW-hr. En tabla 1 se muestra la cantidad total de energía eléctrica que puede proporcionarse a poblaciones cercanas o a la RED Nacional.

Tabla 1 Cantidad total de energía eléctrica que se puede proporcionar a poblaciones cercanas o a la Red Nacional. en GW-hr.

Periodo operación	**Generación**	**Cogeneración**	**TOTAL**
Zafra	36.0	11.2	47.2
Posterior a la zafra	43.2	0.0	43.2
TOTAL	79.2	11.2	90.4

En la tabla 2 se describen las alternativas para el segundo combustible.

Tabla 2 Alternativas para el segundo combustible a partir de la biomasa azucarera.

	Cantidad (t/h) *		
Biomasa	**Disponible**	**Necesaria**	**Sobrante**
Bagazo caña fabricas cercanas **	---	84672	---
Residuos agrícolas de la cosecha	86250	84672	1578
Bagazo molida caña integral	136500	84672	51828
Caña con alto contenido fibra **	---	169344	---
Caña con alto contenido fibra integral ***	---	134400	---
Leña a 25% humedad	---	41700	---

* Toda la biomasa azucarera se considera a 50 % de humedad.
** Se necesita una superficie agrícola de 1700 ha para un rendimiento de 100 ton/ha.
*** Se necesita una superficie agrícola de 1300 ha para un rendimiento de 100 ton/ha.

Tomando en consideración 55 fabricas que presentan las mejores condiciones para modificar su base energética y propiciar mayores producciones de energía eléctrica se pueden alcanzar valores altos de esta energía según el tipo de tecnología empleada. En la tabla 3 se muestran valores potenciales que se derivan de este análisis, se ha considerado una cantidad de caña molida de 80 000 000 toneladas.

Tabla 3 Valores potenciales de energía eléctrica a generar en fabricas de azúcar seleccionadas. * Anon (1994) ** Odgen (1990)

Tecnología	**Índice Generación (kw-h/tc)**	**Cantidad generada por año (GW-h)**	**Cantidad generada comparada con la generación del país en 1990 (%)**
Mediana presión vapor	25	1150	10
Alta presión vapor *	100	4590	42
Gasificación-ciclo combinado **	200	9180	84
Gasificación-ciclo combinado incluyendo la molida de toda la biomasa **	400-800	18360-36720	167-334

CONCLUSIONES

Existe un alto potencial para producir energía eléctrica en la Industria de Azucarera Cubana, siendo posible preparar y ejecutar proyectos para la generación y cogeneración de esta energía. Estudios de casos prácticos para determinar la viabilidad técnica y económica para las alternativas diferentes durante y después de la cosecha pueden ser realizados

REFERENCIAS

Altshuler, J. (1999), Las fases de electrificación en Cuba. Tercera parte. Energía y tú. Octubre-Diciembre, p.13

Anon. (1994). “Información sobre la planta de potencia en la fábrica de azúcar Bois Rouge de La Isla Reunión Junio

Odgen, J., Williams R. et al. (1990). Aplicaciones de la cogeneración de Biomasa.Gasificación/Turbinas de Gas *Memorias del Instituto Tecnológico de Massachussets*. Marzo

Zabala, R. (1998). Las variedades de la caña energética. Instituto Nacional Investigación de La Caña de En: *Taller Ministerio de Azúcar y Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambient*e. La Habana.

Valdés, A., Fiandor, H. (2001). “Ventajas y desventajas del procesamiento de la Caña Integral “*ATAC* Enero/Junio p. 10

LA COMPOSICIÓN DE CARBOHIDRATOS DE LOS JUGOS DE CAÑA Y LA PUREZA DE LAS MIELES FINALES

Ramos, E. L
Ravelo, S.
Gutiérrez, S.

ICINAZ
E-mail: estquiv@quivican.esihabana.cu

RESUMEN

Partiendo del conocimiento acumulado sobre los Azúcares que Impurifican a la Sacarosa (AIS) en los jugos de caña y la capacidad de alguno de los mismos de alterar la morfología del cristal de sacarosa con formación de cristales conocidos como aguja (alargados por su eje "C") se analiza los cambios que se han producido en las últimas décadas en las purezas de las mieles. Se presenta y discuten los factores que determinan los niveles de concentración en los jugos industriales de dos de los AIS con mayor capacidad de deformar los cristales de sacarosa, resaltándose en especial el efecto del deterioro de la caña después del corte y la edad de la caña. Finalmente se demuestra la influencia de ambos AIS en la elevación de la pureza de las mieles, la que resulta asociada no a variaciones de la solubilidad de la sacarosa sino al aumento del escape a las mieles finales de microcristales alargados.

INTRODUCCIÓN

Según los resultados de nuestros estudios (Ramos, 2000, 2001), las altas purezas de las mieles pueden ser provocadas por las alteraciones morfológicas del cristal de sacarosa producto de la acción de determinados azúcares de bajo peso molecular que impurifican la sacarosa(AIS). En Cuba se ha hallado en diferentes variedades de cañas y sus productos: la D-Xilosa(Ramos, 2002), la 1-Kestosa y otro azúcar hasta ahora no identificado que llamamos "376" (Ramos, 2001). En este trabajo se valora el efecto en la pureza de las mieles finales de los AIS que con más intensidad provocan cambios en la morfología del cristal de sacarosa.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las cañas seleccionadas fueron de la variedad: CANALPOINT 5243, CUBA 120-78, CUBA 232-68, JARONU 60-5, BARBADO 77-418, MAYARY 55-14, CORBATORES 997, TAYABITO 86-28, sembradas en las áreas del central "Pablo Noriega". Se seleccionaron cuatro muestras diarias de jugo mezclado en el propio ingenio, determinándosele a cada una

el contenido de polisacárido y de los AIS(D-Xilosa y “376”), reportándose el promedio de los resultados. Las mieles finales se seleccionaron al azar, dos veces a la semana, utilizándose ambas inmediatamente para la determinación del contenido de cristales en suspensión y las purezas.

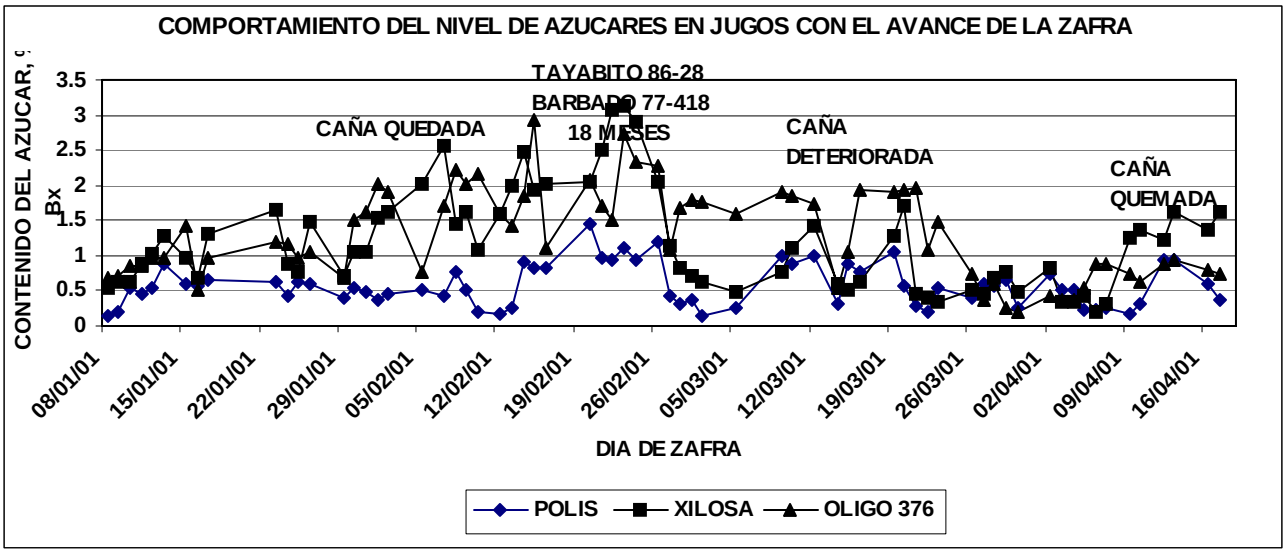
Métodos Analíticos

La determinación del contenido de cristales en suspensión en las mieles así como de los Compuestos de Mediano peso Molecular (CMP), AIS y polisacáridos se realizó según los métodos reportado en anteriores trabajos (Ramos, 2000, 2001).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

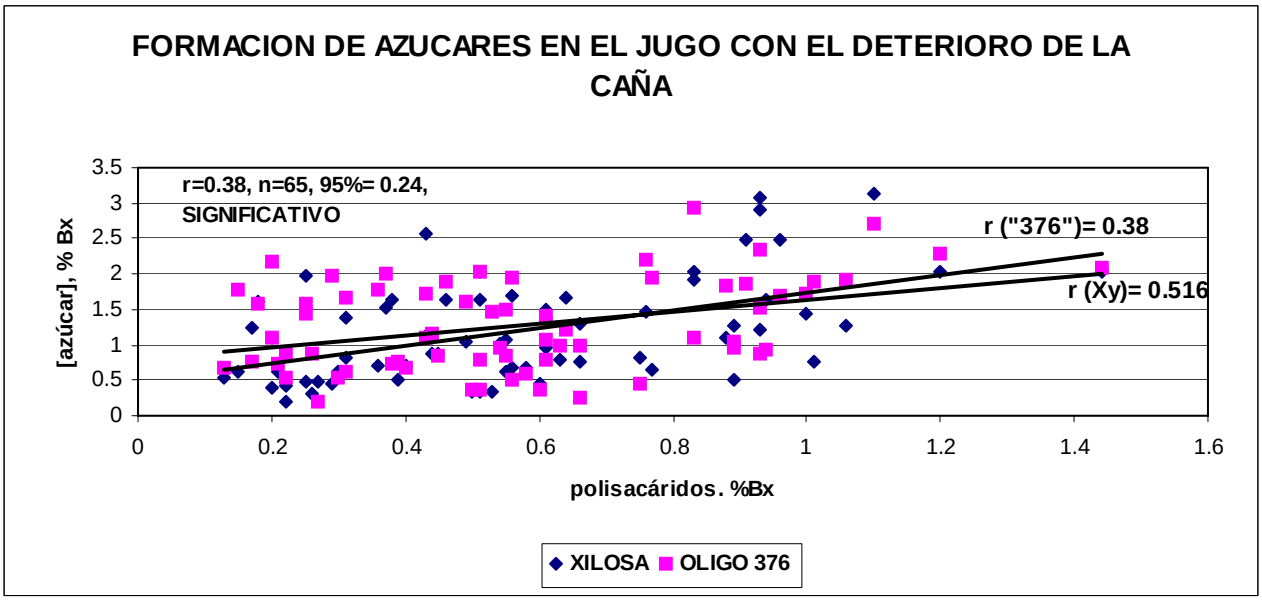
En la figura 1 se puede observar el nivel de concentración de los AIS en estudio durante todo el desarrollo de la zafra, en el ingenio Pablo Noriega. Como se puede notar estas sustancia incrementan su concentración cuando se muele cañas quedadas, deteriorada o quemada.

Figura 1



En la figura 2 se hace evidente en que medida el contenido de estos dos azúcares en los jugos industriales está determinado por el deterioro de la caña, obsérvese la dependencia entre la presencia de D-Xilosa o del componente "376" y la concentración de polisacáridos(dextranas), parámetro este último relacionado con el deterioro de la caña.

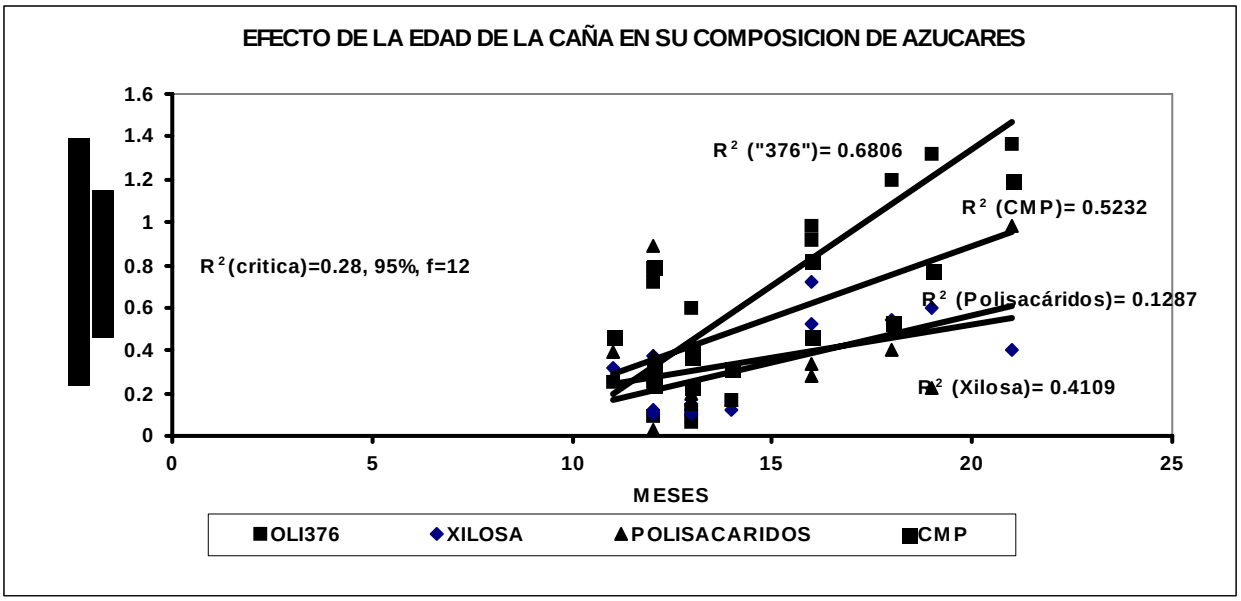
Figura 2



El efecto de la edad de la caña se hace evidente al estudiar los niveles de estos azúcares en cañas frescas de 8 variedades distintas con diferentes edades cada una. Los resultados que se pueden observar en la Figura 3 son sorprendentes, independientemente de las variaciones provocadas por las características varietales, existe una dependencia significativa entre la edad de la caña y los niveles

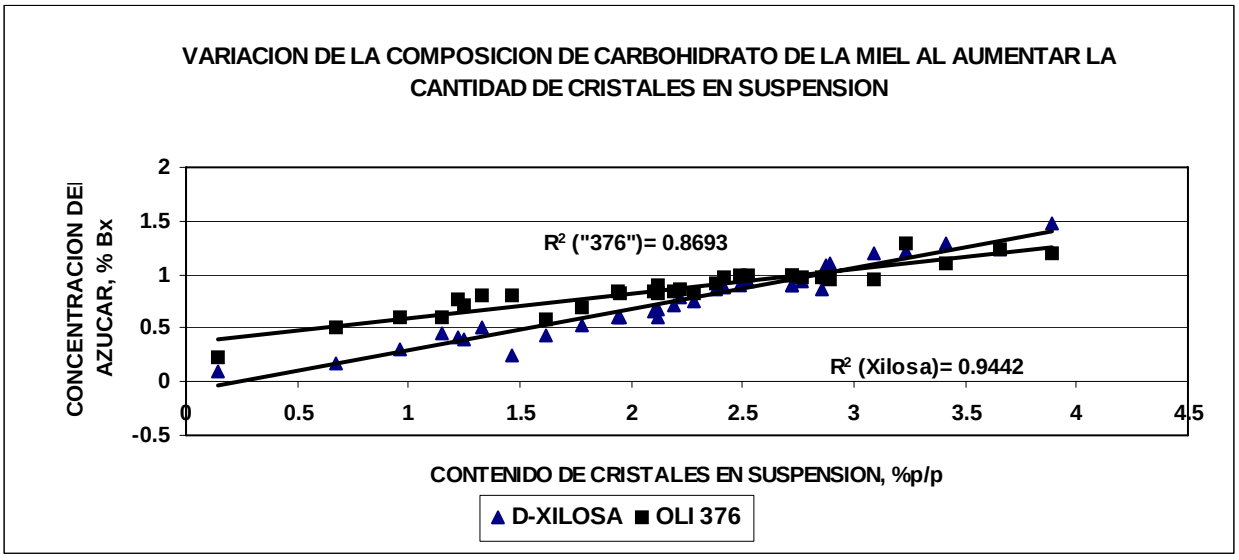
concentración de los AIS estudiados. Resultados semejante se observan al considerarse los azúcares de mediano peso molecular(CMP).

Figura 3



En la figura 4 se puede observar que la cantidad de cristales de sacarosa suspendidos en las mieles, correlaciona altamente con su contenido de D-Xilosa o del azúcar "376", evidenciando que son estos dos azúcares los causantes fundamentales del aumento de las purezas de las mieles por escape de cristales.

Figura 4



CONCLUSIONES

- **El aumento de la concentración de la D-Xilosa y el azúcar nombrado "376" en los jugos de caña está determinado tanto por el grado de deterioro de la caña como por sus mecanismos fisiológicos, entre los que se destaca la edad de la misma.**

- Los AIS antes señalado elevan la posibilidad de escape de microcristales de sacarosa alargados a las mieles, provocando la elevación de su pureza.

REFERENCIAS

Ramos ,E. L. y Ravelo, S. .(2000). " Los Oligosacáridos y la Eficiencia Agroindustrial Azucarera ", Parte I, II, III, IV .*CubaAzúca*r, Vol. XXIX(1- 4)

Ramos, E. L. y Ravelo S. (2001) CubaAzúcar "Los Oligosacáridos y la Eficiencia Agroindustrial Azucarera Parte V, VI" *CubaAzúcar* Vol. XXX (1, 2)

Ramos, E. L., Ravelo, S. y Muñoz, E. (2002)" La D-Xilosa. Un monosacárido asociado a la deformación del cristal de sacarosa" *CubaAzúcar*, en imprenta.

LAS PUREZAS DE LAS MIELES Y SU RELACIÓN CON LA EFICIENCIA INDUSTRIAL

Hormaza, Josefa V.*
Támbara,Yanet **
Lines , Gloria *
León , Ana *
Ramírez, Marta *
Montero-Sanchez Yatali*

*Instituto Cubano de Investigaciones Azucareras (ICINAZ), Ciudad de la Habana, Cuba.
E-mail: jhormaza@hotmail.com
**División Química-Física, Centro de Ingeniería Genética y Biotecnología. Apartado Postal 6162.
Ciudad de la Habana,Cuba.

-

RESUMEN

Las mayores pérdidas de azúcar en el proceso azucarero se producen en las mieles finales dadas por los valores de purezas altas.

Como todo problema real, la alta pureza de la miel final puede ser provocada por causas muy diversas. Algunas de ellas probablemente surjan desde mucho antes, en la caña, su cultivo y cosecha. Otras son posteriores, del propio proceso de fabricación de azúcar.

El problema requiere una atención especial, no sólo por el monto de lo que se pierde, sino también por su complejidad causal, lo que está dificultando encontrar respuestas y soluciones por las vías de investigación y ejecución práctica que habitualmente se emplean y cada dato que se encuentra plantea múltiples interrogantes y estimula diversos criterios.

Los autores ofrecen un resumen de estudios realizados por ellos que atañen a algunas de esas causas, las cuales han sido consideradas por la mayoría de los especialistas como muy significativas.También, se muestran las características de las mieles en diferentes CAI del país en las ultimas zafras.

ANTECEDENTES

En el estudio del fenómeno de las purezas de las mieles finales se propuso introducir métodos análiticos que puedan ser utilizados para conocer qué sucede con los diferentes carbohidratos en el proceso de fabricacion de azucar para definir las causas que pueden aumentar las purezas de las mieles (Hormaza,1996). En dependencia de los resultados que se vayan obteniendo en cada paso del proceso se hara necesario tomar diferentes medidas. Así por ejemplo, la necesidad de disminuir el tiempo entre corte y

molida, disminuir el por ciento de caña quemada, atacar la infección del tándem entre otros. Estos resultados tienen que ser introducidos en cada CAI acorde a sus características y no como una solución global.

Ahora bien, ¿qué peso tiene la pérdida en miel final respecto a la

Figura 1 Diagrama de Pareto de perdidas en fabrica

Se expresa por el diagrama de Pareto, que consiste en un gráfico de barras en el cual se ordena, de mayor a menor, el peso porcentual de cada uno de los factores contribuyentes. Contiene además una curva quebrada suprapuesta, con la que se inscriben acumulativamente los porcentajes de influencia de cada factor. Como se observa la perdida en miel final es la mayor.

Restringiendo nuevamente la discusión al problema específico de la alta pureza en miel final, vale reconocer que no toda la pérdida depende de la pureza, sino de la cantidad de miel (galonaje) que se produce en el proceso. Sin embargo, se debe considerar que la influencia relativa del galonaje respecto a la pureza es difícil de analizar, pues ambos parámetros se reportan sobre bases distintas.

En última instancia, ambos problemas están tan ligados que debieran atacarse de modo paralelo, aunque cada uno exigiría su propio tratamiento

Como todo problema real, la alta pureza de la miel final puede ser provocada por causas muy diversas. Algunas de ellas probablemente surjan desde mucho antes, en la caña, su cultivo y cosecha. Otras son posteriores, del propio proceso de fabricación de azúcar.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó un análisis cromatografico por HPLC determinándose el contenido de sacarosa real, glucosa, fructosa, oligosacáridos, polisacáridos utilizando una columna de intercambio catiónico BioRad Aminex HPX-87N 300 x 7.8 mm i.d.,como eluente solución de sulfato de sodio 0.01 M a 0.5 ml/min,

Viscosidad en un viscosimetro rotacional Reostet 2.

Brix, pol, pureza aparente por el Manual de Control Unificado (1996)

Contenido de lodos y cristales segun Lodos 1998

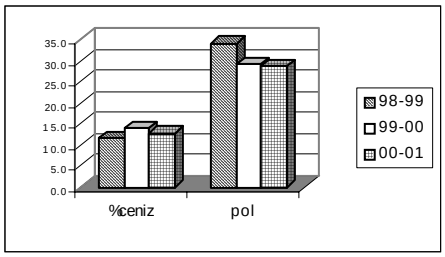
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

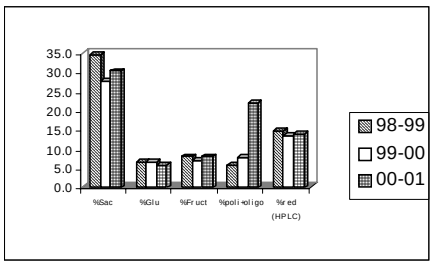
La industria azucarera necesita tener un control riguroso de su proceso industrial así como de la calidad de los productos finales con vistas a mantener una eficiencia económica adecuada Este aspecto puede materializarse por :

- Caracterización las mieles finales cubanas.
- Promover un análisis comparativo entre mieles del país y comprobar su comportamiento en las pérdidas de azúcar y purezas.
- Las mieles cubanas podrían ser comercializadas por su calidad con favorables resultados económicos y además ayudaría a definir qué parámetro presenta valores aceptables y así poder actuar adecuadamente donde sea necesario en la industria

Estudios sobre la calidad de las mieles

Es importante señalar que en este aspecto hay variantes de análisis, por ejemplo, se puede investigar cómo se ha comportado los parámetros en





Una fábrica por zafras

Figura 2 Calidad de las mieles de un central

Como se puede observar los parametros medidos para la fabrica mostrada los niveles de polisacaridos aumentaron en la ultima zafra, mientras que los contenidos de reductores fue similar

Una provincia durante una zafra y/o entre zafras

Este resultado es muy interesante pues se pude valorar como se ha comportado las diferentes fabricas de la provincia y como respecto al resto de las provincias del pais

El país en una zafra y/o entre zafras

La informacion que brinda esta comparacion nos da un resultado valioso pues es un indice de la efiencia industrial del pais senalandonos las posibles causas de las altas purezas en las mieles

Definir qué parámetro es determinante para la calidad

En los análisis realizados de los resultados podemos dar algunas correlaciones que son interesantes y que dan valores significativos:

La pureza aparente tiene relación directa con

- la viscosidad de la miel
- los microcristales que están presentes en la miel

La pureza aparente tiene relación inversa con

- los reductores que contiene la miel
- la fructosa que contiene la miel
- los lodos como insolubles en las mieles

Estos resultados confirman la importancia del trabajo en fabrica para lograr materiales de proceso con contenidos de reductores altos, poca viscosidad, evitar la presencia de microcristales y de lodos.

Resultados obtenidos para la zafra del 2001

En la zafra del 2001 comenzamos a introducir el parametro de pureza esperada que se utiliza en la literatura (Vercellotti, 1996) que representa la cantidad de sacarosa que debe quedar , esto es, la sacarosa que representa la solubilidad en las condiciones de trabajo.

En la tabla 1 se muestran los resultados obtenidos para cada uno de los parametros que se midieron como PE es la pureza esperada, la diferencia obtenida de la pureza aparente (pol/brix) PA-PE, y la diferencia con la pureza real (sacarosa por HPLC/brix) PR-PE.

Los valores de la tabla nos indica que las diferencias entre las purezas aparante y real con respecto a la pureza esperada es un pararmetro que es directamente proporcional a la eficiencia industrial. Se puede comprobar que hay fabricas donde se extrajo la cantidad de sacarosa posible , a pesar que las purezas son altas.

Tabla 1 Resultados analiticos de la zafra 2001

	Brix	ceniz	Pol	% sac	% gluc	% Fruct	Pur R	Pur A	Visc
promedio	83.28	10.95	31.42	33.26	5.25	7.24	37.25	35.13	200.06
STD	22.64	3.06	8.74	9.21	2.79	3.70	10.33	9.73	134.36
min	2.04	1.34	3.17	3.23	2.30	2.91	3.52	3.35	58.17
max	92.60	14.70	41.08	43.11	14.63	19.63	48.53	45.54	525.77
	% poli+olig	redHPLC	% lodos	% crist	F+G)/Ceni	F/G	Pur Esp	PA-PE	PR-PE
promedio	18.74	12.51	0.58	10.11	1.08	1.32	31.47	3.55	5.68
STD	7.59	6.47	0.43	5.70	0.54	0.36	8.43	3.85	4.22
min	4.76	5.16	0.09	2.84	0.47	0.13	1.76	-1.84	-0.32
max	40.52	34.27	1.63	20.65	2.87	1.66	35.55	12.13	15.12

-

-

-

CONCLUSIONES

- La información obtenida a través de la caracterizaciónde las mieles nos brinda la posibilidad de realizar un estudio de sus calidades por CAI, por provincias y en el país
- El análisis de las mieles nos permite conocer las pérdidas de sacarosa y relacionarlo con la eficiencia del proceso, así como para poder introducir una tecnología y para decidir el destino de las mieles.
- La caracterización de las mieles es de interés para la industria azucarera pues se reportan parámetros de composición e industriales que sirve para crear una base de datos adecuada
- Las técnicas y metodologías utilizadas en esta investigación sirven como herramienta para el estudio de variantes en las tecnologías utilizadas en las fábricas de azúcar.

-

REFERENCIAS

Hormaza, J, E Casanova,. E González, Y Tambara, G Lines, M López, P Anzardo, A León ,M Díaz, C Castillo, E Ramos , J I. Rodríguez , P Gutierrez *"Altas purezas en la miel final: el problema continua"* Premio Logro Academia , *Cuba,*1996

Austin, C. Schultz and Les, A. Edye, Sugar Research Institute, Australia Sugar Industry Technologists, 2000 Meeting : New Orleans, USA *"An investigation of sucrose solubility and molasses exhaustion using nuclear magnetic resonance spectroscopy"*

James, S. Rauh, James A. Cuddihy, Jr. and Robert, N. Falgout; Midland Research Laboratories, Inc., USA Sugar Industry Technologists 1999 Meeting: Estoril, Portugal "*Analyzing dextran in the sugar industry: a review of dextran in the factory and a new analytical technique "*

Vercellotti , J. Conf Sugar Processing Research Institute 1996 "*Components of molasses I-Sugarcane molasses : Factory and seasonal variable" pp.,321-349*

Schäffler, K. J. and De Gaye , M.T.D., (2000) Proc. 71st Ann. Congr. S.African Sugar Tech. Assoc. Pp.153-160, "*Rapid Near Infra-Red estimation of multi-components in mixed juice and final molasses: the possibility of day-to-day control of raw sugar factories using by* NIR- IR"

Clarke, S. J. (2000) Paper presented at the 59thAnn. meeting of Sugar Industry Technologists Inc., New Orleans, USA, *Application of X-ray fluorescence to sugar processing*

James ,A. Cuddihy, Jr., Porro, Miguel E., and Rauh, James S. ,http\ www.Sugaronline.com\ news May2001 Midland Research Laboratories, Inc.,10850 Mid America Avenue Lenexa, Kansas 66219, USA "*The presence of total polysaccharides in sugar production and methods for reducing their negative effects"*

Morel du Boil, P.G. (1998). Proc Sugar Research Institute, pp. 176-201 "*A South African perspective on oligosaccharides and cane sugar processing"*

Martine Decloux Proc Sugar Research Institute,2000,322-376 *Literature survey on molasses Exhaustion*

MODELOS MATEMÁTICOS PARA LA DETERMINACIÓN DE LA VISCOSIDAD EN MIELES FINALES Y MASAS COCIDAS DE TERCERA

Riera González, Guido.

Facultad de Ing. Química, CUJAE.
E-mail**:** **guido@quimica.ispjae.edu.cu**

ABSTRACT

One of the sucrose losses in the sugar industry is in the final molase, this they are closely bound to the exhaustion that is achieved in the crystallization stage by cooling of the cooked masses " C ". Among the factors that affect this operation he/she is the viscosity for what to end up knowing their value to be able to act on her and to influence in the process had great importance.

In this work a mathematical model is presented to determine the viscosity of the honeys and another for that of the cooked masses, that of the honeys is in function of the brix and the temperature and that of the masses cooked besides the previous ones the yield in glasses

The Models were obtained using the professional Program STATGRAPHICS. These Models were introduced in a leaf EXCEL with the purpose and to offer facilities to the users.

INTRODUCCIÓN

Debido a que la cristalización por enfriamiento es una de las operaciones más importantes del proceso de producción azucarero, se han dedicado muchos esfuerzos al estudio del agotamiento de las mieles, sin que puedan extraerse conclusiones definitivas. En esto influye grandemente diversos factores como la calidad de la materia prima, condiciones de operación, tipos de suelos y otros.

Muchos investigadores se han esforzado en dar respuesta a estas interrogantes tratando de explicar por diversas teorías, los factores que inciden en el agotamiento de las mieles finales. La mayoría de ellos coinciden en que la velocidad de cristalización de la sacarosa en el proceso tecnológico se encuentra determinada por diferentes factores entre los que se encuentra la viscosidad.

Lodos (1998) establece la influencia decisiva que tienen en esta operación los altos brix, el contenido en cristales y la viscosidad y concluye que sólo el cambio de la naturaleza físico química de las mieles podrá mejorar su agotamiento.

Saily (2000), en su tesis de grado realiza un estudio del comportamiento reológico de las mieles y las masas cocidas y demuestra la dependencia de la

viscosidad de las mieles de la temperatura, las impurezas y el brix. Para el caso de las masas cocidas de la temperatura el brix y el contenido en cristales.

En resumen, la viscosidad es una propiedad especialmente importante en la etapa final de la fabricación de azúcar, el manejo de materiales de alta viscosidad resulta complejo, los gastos en consumo de potencia para su movimientos son altos, además la difusión de la sacarosa es lenta lo que provoca altos tiempos de cocción con sus respectivas consecuencias.

Debido a la problemática planteada con anterioridad, consciente de la necesidad que existe de conocer de forma rápida y confiable la viscosidad de la miel final y de las masas de tercera y aprovechando las ventajas y facilidades que brinda el uso de la modelación matemática y la computadora nos proponemos obtener modelos matemáticos con alta precisión para la determinación de la viscosidad de la miel final y las masas cocidas de tercera.

MATERIALES Y MÉTODOS

Este trabajo se desarrolla a partir de información reportada por Zumalacárregui (1997), Saily (2000) y del trabajo desarrollado por Méndez (1994), Riera (2000). En este último trabajo se obtuvieron modelos matemáticos para la obtención de la viscosidad efectiva en pulpas de frutas y de mieles finales.

Esta información presenta el brix, la temperatura y la viscosidad aparente para el caso de las mieles y para el de las masas cocidas además de las ya señaladas el rendimiento en cristales.

La información fue organizada como se muestra en la tabla 1 para las mieles y en la tabla 3 para las masas cocidas, en forma de ejemplo, para ser procesada estadísticamente mediante el Programa profesional STATGRAPHICS.

La validación de los Modelos también se hizo con este programa, mediante pruebas de Hipótesis entre los valores medios de datos experimentales obtenidos en el Laboratorio y los resultados que brindaron los Modelos determinados.

Tabla 1 Ejemplo. Algunos datos experimentales para el procesamiento estadístico. Miel.

Temperatura (°C)	Brix (%)	Viscosidad (Pa-s)
40	**73**	**0.6**
42	**75**	**2.3**
50	**80**	**2.8**
63	**82**	**2.8**
65	**85**	**2.8**
70	**90**	**2.4**

Tabla 2 Correlación para las mieles finales. Resultados del ajuste del modelo.

Variables Independientes	Coeficiente	Error Estadístico	t	Nivel de Significación

Constante	**512.45000**	**24.00900**	**20.53**	**0.0000**
B	**13.31810**	**0.06150**	**-21.65**	**0.0000**
T*B	**-0.05369**	**0.01612**	**-33.30**	**0.0000**
B^2	**0.10490**	**0.00380**	**27.28**	**0.0000**
T^2	**0.03612**	**0.00128**	**27.85**	**0.0000**

$t_{crit.}$ = 2.02

Análisis de varianza

	Suma de Cuadrados.	Cuadrado Medio	F	P
Modelo	**4365.99**	**1091.5**	**2305.67**	**0.000**
Residual	**31.7176**	**0.4733**	**-**	**-**

Coeficiente de Correlación (R) = 99.98
Fcrit = 2.16
Error estándar de estimación = 0.68

Tabla 3 Ejemplo. Algunos datos experimentales para el procesamiento estadístico. Masa Cocida.
Resultados del ajuste del modelo

Variables Independientes	**Coeficiente**	**Error Estadístico**	**t**	**Nivel Significación**
Constante	271.105	44.5040	10.60	0.0000
T^2	0.04971	0.7486	-10.82	0.0000
B	-4.9043	0.01039	11.56	0.0000
T*B	-0.6585	0.0086	-11.84	0.0000
RC^2	0.00397	0.00069	5.75	0.0000
t.crit.			2.02	

Análisis de varianza

	Suma de Cuadrados.	Cuadrado Medio	F	P
Modelo	**1907.22**	**476.80**	**97.78**	**0.000**
Residual	**268.24**	**4.87**	**-**	**-**

Coeficiente de Correlación (R) = 99.23
Fcrit = 2.16
Error estándar de estimación = 0.84

Análisis de resultados

El procesamiento estadístico de la información nos permitió obtener modelos matemáticos para masas cocidas "C" y mieles finales.

Para las mieles el modelo fue obtenido para un rango de brix entre 73 y 91 % de sólidos, y temperaturas entre 40 y 70 grados Celsius. En masas cocidas se estudiaron concentraciones entre 80 y 100 % de sólidos solubles totales, para una temperatura entre 30 y 70 grados Celsius y rendimiento en cristales entre 20 y 40 %. El valor de Coeficiente de correlación múltiple en ambos casos fue superior a 98 y en todos los casos el error estándar de estimación presenta la primera cifra significativa en la centésima. En el análisis de los residuos se observó siempre una distribución uniforme.

Los resultados obtenidos para ambos productos brindaron buen ajuste estadístico tanto en las pruebas de significación de los parámetros como para el modelo. A modo de ejemplo se presenta en tablas los resultados obtenidos para las mieles finales.

Como se pueden observar las variables significativas fueron el brix y la temperatura lo que corrobora lo planteado por diferentes autores. Para las masas cocidas además de las variables mencionadas con anterioridad tiene influencia el rendimiento en cristales.

Con el propósito de facilitar y agilizar los cálculos y que los modelos obtenidos sean empleados para realizar estudios se elaboró un programa en hojas EXCEL.

Este programa posibilita la solución rápida y eficiente de tareas o problemas que se presentan tanto en las industrias como en centros de investigación o proyectos donde se hace necesario conocer la viscosidad de estos productos ya sea para obtener mejores agotamientos como para realizar algún cálculo relacionado con el transporte por sistemas de Bombas-tuberías. Esto tiene implicaciones económicas, pues el personal técnico puede tener respuesta a un problema en un corto tiempo el cual requiere de varios días de trabajo.

CONCLUSIONES

- Se obtuvieron modelos matemáticos para la determinación de la viscosidad de las mieles finales y las masas cocidas "C" con buen ajuste estadístico.
- Se elaboró un programa en EXCEL que permite el cálculo de la viscosidad con facilidad.
- El programa elaborado permite realizar estudios de la variación de la viscosidad con la temperatura, el brix y el rendimiento en cristales para las masas cocidas, de forma tal de encontrar las mejores condiciones para obtener un buen agotamiento.

REFERENCIAS

Méndez, O. (1994). "Metodología para el diseño de sistemas tuberías- bomba en la Tecnología de Alimentos". En: *Memorias CICTA*-4. Ciudad Habana.

Riera, G. y Méndez, O.; (2000). "Modelos matemáticos para calcular la viscosidad efectiva y su aplicación en el diseño y evaluación de redes de tuberías". En: *Taller sobre herramientas de cálculo para Ingeniería en Alimentos*. Puebla, Abril 2000.

Armas Mirabal, S. (2000). “Modelación matemática del comportamiento de la viscosidad de los sistemas azucarados”. *Tesis de grado*, ISPJAE, Julio de.

Lodos, J. et al. (1978). “La influencia de la temperatura sobre la cristalización de las masas cocidas finales”. *Cuba azúcar*, Vol. 3, La Habana,

Lodos, J. (1998). Causas industriales de las altas pérdidas en las mieles finales. *ATAC*, Cuba.

MOTOR HIDRÁULICO HÉRCULES, DE ALTO TORQUE Y BAJAS REVOLUCIONES

Arias Polo, Guillermo M. Sc

Instituto Cubano de Investigaciones Azucareras
E-mail: mailto:director@icinaz.minaz.cu

RESUMEN

La presente invención es un nuevo tipo de motor hidráulico con una alta densidad de **torque/peso**), para las aplicaciones llamadas de alto torque y baja velocidad de rotación donde, como característica, no es necesario interponer algún escalón de reducción de velocidad entre el motor y el equipo a ser movido.

Las ventajas que se reportan en este tipo de motor son las siguientes: Poco peso, pequeñas magnitudes, baja inercia de sus componentes que conlleva a facilidad de vencer torque bajo carga, cambio de velocidad sin escalonamiento, movimiento reversible con facilidad, no se necesita cimentación, protección sencilla contra la sobrecarga, mantenimiento simple y alta fiabilidad, facilidad en automatización para lograr una alta eficiencia, su construcción es accesible a nuestras fábricas de construcción de maquinarias, los costos de inversión son muy competitivos, etc.

Es un mecanismo formado por tres cilindros hidráulicos de doble efecto montados en un bastidor que convierte el movimiento lineal en circular.

Se dispone de un prototipo que paso exitosamente las pruebas funcionales y durante la presente zafra 2001 2002 pasará las pruebas de explotación en un ingenio. Se espera presentar los resultados en este evento.

Se podrá aplicar, además de los cristalizadores, en las esteras de caña, los tachos de circulación forzada y más perspectivamente en los molinos de caña.

INTRODUCCIÓN

A mediados de la década del 70 la firma sueca “Hagglunds” introdujo en el MINAZ los motores hidráulicos de alto torque y baja velocidad de rotación, conocidos por sus siglas en inglés de HTLS (*High Torque, Low Speed*). Ya entonces se reportaba que hacía algunos años se aplicaban estos motores en Sudáfrica. Se aplicaron en cristalizadores de azúcar, movimiento de transportadores de caña, tachos de circulación forzada, winches de carros, molinos de paja, tornos de masa y hasta para el movimiento de molinos de caña.

Todavía en la actualidad funcionan gran parte de aquellos equipos atendidos nacionalmente solo por un escaso personal técnico.

Las principales ventajas que se reportan de la aplicación de estos motores en la industria azucarera son:

- Montaje directo en el eje motriz de los equipos sin necesidad de escalones de reducción (reductores de velocidad, transmisiones por cadenas, coronas, etc). Esto trae los siguiente beneficios:
  - Bajos costos de montaje y facilidad de realización del mismo. No se necesita cimentación.
  - Disminución de pérdidas de potencia en la transmisión.
  - Disminución considerable del espacio requerido. Alta densidad de torque/peso propio.
- Facilidad de arranque bajo carga. El momento de inercia de las masas en movimiento es cerca de un 1 % de las transmisiones convencionales. Los cristalizadores de azúcar, los grandes transportadores de caña, los tachos de circulación forzada y los molinos de caña en particular, demandan continuamente el arranque con carga donde estos equipos trabajan cómodamente.
- Ahorro de energía cuando se combina con un sistema automático que entrega solo la energía necesaria de la carga. La sencillez en la regulación automática de los parámetros de funcionamiento, reporta un aumento significativo en la eficiencia del trabajo en los procesos donde se ha aplicado.
- La larga vida útil de los sistemas hidráulicos, su alta fiabilidad técnica y el requerimiento de un exiguo mantenimiento, hacen altamente atractivos estos sistemas hidráulicos.
- Facilidad en la variación de velocidad sin escalonamiento y velocidad reversible.
- Insensibilidad a las cargas de impacto. Las sobrecargas se controla por una sencilla válvula de alivio.

Ya son cientos las fábricas de azúcar en el mundo azucarero que aplican de forma importante los accionamientos hidráulicos en los equipos tecnológicos ante mencionados, no obstante, la falta de la generalización de estos equipos ha estado limitada por su *alto costo de inversión y de las piezas de recambio.*

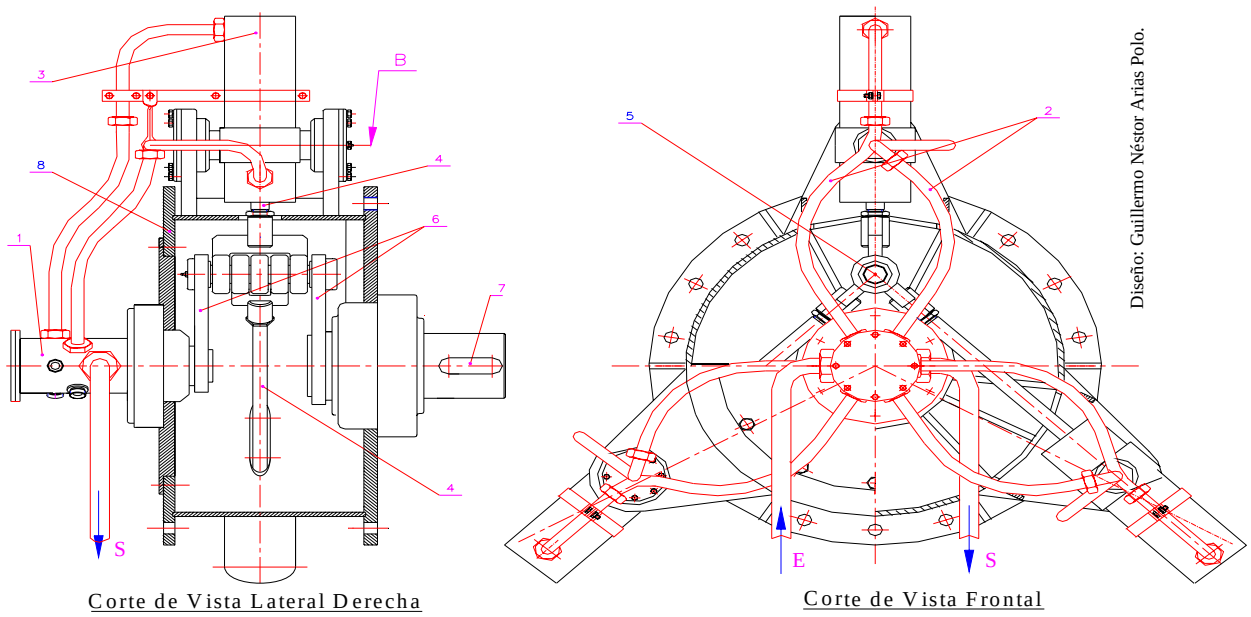
El desarrollo de estos equipos a un bajo costo, abriría la perspectiva de aplicación de este tipo de accionamiento en prácticamente todos los espacios antes mencionados.

El objetivo del presente trabajo consiste en lograr un motor hidráulico de alto torque y bajas r.p.m. desarrollando un mecanismo de giro mediante la utilización de varios cilindros hidráulicos de movimiento rectilíneo armoniosamente dispuestos (ver figura 1). Lo más importante en el mencionado motor es que utiliza recursos materiales de fácil disponibilidad en el país, tanto para su construcción como para su reparación y mantenimiento. Sus indicadores económicos son superiores a otras soluciones tanto en su costo inicial como para los gastos de explotación.

MATERIALES Y MÉTODOS

La presente invención es un nuevo tipo de motor hidráulico formado por varios componentes que en su conjunto logran un equipo con una alta densidad de *torque/peso* (≈200 N·m/kg), para las aplicaciones llamadas comúnmente de alto torque (5 000 N·m/ 840 000 N·m) y baja velocidad de rotación (0-200 r.p.m.)

A continuación se muestra la descripción de la solución adoptada la cual de todas las analizadas *resulta las mas compacta (mayor relación torque/peso)* con las consiguientes ventajas de ahorro de material, espacio y peso, así como los ahorros en cuanto a los costos que se derivan debido a la disponibilidad de los principales elementos de máquina.



Corte de Vista Lateral Derecha

Corte de Vista Frontal

Figura 1. Motor Hidráulico Hércules de Alto Torque y Bajas r.p.m.

La figura 1 es un dispositivo compuesto por un mecanismo de pistón-biela-manivela triple con un eje común.

El flujo proveniente de una bomba penetra en un distribuidor de flujo rotatorio del motor por la entrada E. Este distribuidor es el que garantizará la secuencia y sincronización del trabajo de los pistones 3 para lograr un movimiento giratorio continuo de un eje de salida 7.

Este flujo entra y sale a los tres cilindros 3 a través de las líneas conductoras 2. Con la llegada del flujo a los cilindros se produce el desplazamiento de los vástagos 4.

Los extremos de los vástagos se articulan en 5, produciéndose la rotación de las manivelas 6. El otro punto o eje de fijación B se encuentra en una posición de la camisa exterior del cilindro, donde también se articula. De esta forma el movimiento de traslación de los émbolos dentro de los cilindros se convierte en movimiento circular de la manivela.

Una característica esencial de la invención que se propone, es que se logra el trabajo útil de los pistones en los cilindros hidráulicos en *ambos sentidos de su recorrido* de una forma sencilla.

RESULTADOS

El resultado obtenido consiste en el diseño, construcción de un prototipo y realización de pruebas funcionales exitosas de un equipo como el descrito en el epígrafe anterior.

Se desarrolló para ser aplicado inicialmente en un cristalizador de los llamados "rápidos" muy difundidos en la industria azucarera cubana. Esto no quiere decir que sea su única aplicación, sino que se toma como banco de pruebas donde se puede fácilmente variarle la carga.

Fue construido en TANACEN una fabrica cubana donde se desarrolló también una tecnología de fabricación accesible a nuestras condiciones, lo que garantiza a su vez el suministro de las piezas para el recambio.

Los parámetros técnicos son los siguientes:

Parámetros técnicos

- Torque específico = 470 N·m/bar
- Presión de trabajo máxima = 100 bar
- R.p.m. nominal = 2,5 (pueden variársele la de acuerdo al flujo que se le envíe)
- Flujo de la bomba para 2,5 r.p.m. = 118 L/min
- Peso propio 1100 kg

En la tabla 1 que se anexa, se presentan los principales indicadores económicos comparativos entre la nueva técnica y la utilizada actualmente. Como se puede apreciar, existe una amplia ventaja económica a favor de la nueva tecnología con respecto a la tradicional.

Tabla 1 Estimado de costos de inversión para el movimiento de los Cristalizadores de Azúcar rápidos
(en Miles)

Accionamiento hidráulico (nuevo desarrollo)

CONCEPTO	Motor eléctrico (18 kW)			Bomba Válvulas y filtro (120 L/min)			Motor hidráulico (nuevo desarrollo)			TOTAL		
	USD	MN	Total	USD	MN	Total	USD	MN	Total	USD	MN	Total
a) Costo de equipos.	0.96	-	0.96	0.80	-	0.80	1.69	2.60	4.29	3.45	2.60	6.05
b) Montaje, indirectos, contingencias y otros.	-	0.21	0.21	-	0.12	0.12	-	0.15	0.15	-	0.48	0.48
Total de Costos fijos	0.96	0.21	1.17	0.80	0.12	0.92	1.69	2.75	4.44	3.45	3.08	6.53

Accionamiento mecánico (solución actual)

CONCEPTO	**Motor eléctrico (18 kW)**			**Reductor (i = 40)**			**Cadenas y ruedas dentadas**			**TOTAL**		
	USD	**MN**	**Total**	**USD**	**MN**	**Total**	**USD**	**MN**	**Total**	**USD**	**MN**	**Total**
a) Costo de equipos.	0.96	-	0.96	3.49	-	3.49	6.2	-	6.20	10.65	-	10.65
b) Montaje, indirectos, contingencias y otros.	-	0.21	0.21	-	4.36	4.36	-	4.60	4.60	-	9.17	9.17
Total de Costos fijos	0.96	0.21	17	3.49	4.36	7.85	6.2	4.60	10.80	10.65	9.16	19.82

CONCLUSIONES

- Se dispone de un prototipo de motor hidráulico HTLS que pasó exitosamente las pruebas funcionales. En la Zafra 2001-2002 se le realizarán las pruebas de explotación.
- La tecnología de construcción es accesible a nuestras fábricas.
- Los costos de inversión son comparativamente más ventajosos que los tradicionales
- El campo de aplicación en nuestra industria es amplio.

REFERENCIAS

Arias, P. "Motor Hidráulico de Alto Torque y Bajas Revoluciones". *Patente de invención* presentada on el No. 148 el 29/septiembre/99.

Hagglunds Drives, Catálogo (1996) "In Sugar".S-890 42 Mellansel. Sweden

Cameco Industries. (1997). *Revista Sugar Journal*. Pag. 15. Octuber.

Groupe Fives-Lille, Vertical Continuos Crystallizers. FCB Sugar Division.. París. DSU-21150-94.

DDS Crystallizer, Engineering Division. DK-1001 Copenhagen K. 1995

Foster, K. W. (1977). Multi-lobe cam for hydraulic piston and cylinder machines., *United States Patent*. Patent Number:4 040 337. Aug. 9,.

Komiya, M., (1982). "Radial cylinder hydraulic motor". *United States Patent*. Patent Number: 4 320 692. Mar. 23,.

Apgar, W. J. (1990). "A Hydrocyclic Motor". *United States Patent*. Patent Number: 4 974 496. Dec. 4,.

Hagglunds, Power of Drives. Superior Mill Driving System for the Cane Sugar Industry., 1997.

Per-Owe,T. (1981). Transmisiones Hidráulicas de Hagglunds en industria azucarera cubana

Hugot, E., (1986) Lasucrerie de cannes. Editorial Elsevier.

“NUEVA METODOLOGÍA PARA LA REPARACIÓN DEL BANCAZO Y VIRGEN DEL TREN DE MOLIENDA DE CENTRALES AZUCAREROS”

Gómez Estévez ,Andrés*,
Marín Ruiz, José Mariano**
Dopico Paz, Migdalia MsC
Rodríguez Padrón, Arelys
García González, Jorge Luis*,
Rodríguez Dorrego, María Elena*
Sosa Pérez, Pablo*.

*Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar, ICIDCA. Dpto. Polímeros,
E-mail:agomez@icidca.edu.cu
** CAI Amancio Rodríguez, Las Tunas.

ABSTRACT

In this paper is stands out a new method of recovery form or maintenance of the bancazo and virgin of the mill train that it allows to carry out the same one in located, without requiring of the one rectified mechanic of the surfaces like finish. The technique is based in the SCIENCE OF ADHESION, using as material of adhesive national products, this constitutes a novelty scientist - technique. It doesn't exist report or similar publication to this application in the world. The technical and economic advantages of this application in comparison with the traditional methodology are of consideration. For the new method the piece can be recover many times, the surfaces are protected from the corrosion, it lengthens the maintenance cycle notably. After THREE CONCLUDED HARVESTS there is not difference for waste neither apparent damage. A technology was developed that doesn't overcome in costs to 30% the Traditional one and in time the THIRD part.

INTRODUCCIÓN

Es común que durante la molienda el guarapo y partículas de bagazo fluyan y en ocasiones penetren entre las superficies de apoyo del bancazo y la virgen. Este fluido y la sílice que acompaña a la fibra de bagazo ejercen una acción corrosiva y erosiva que afecta la superficie de contacto entre ambas piezas provocando el desnivel y por ende se pierde la alineación y esto genera:

- Guijo partido por el collarín
- Cuadrado del guijo dañado
- Coplin redondeado
- Destrucción de chumaceras

Estas afectaciones representan gastos no previstos por parada en tiempo de zafra, que aumentan a la larga el costo de producción del azúcar. Una rotura en tiempo de zafra de estas piezas equivale para este Central una parada de CINCO DIAS con GASTOS del orden de $ 250 000.00 (fijos y en afectación a la producción). Es cierto que este desnivel entre bancazo y virgen no se produce todos los años, al menos de forma alarmante como para reparar y rectificar las superficies, pero esta presente la acción corrosiva y erosiva que provocará a la larga el desnivel. La tecnología de reparación actual es trabajosa, requiere de tiempo, personal, izaje, movimiento de estas piezas pesadas a un torno o recortadora para rectificar y lograr el asentamiento nivelado entre las piezas, además no permite realizar esta reparación como máximo en más de tres veces, por el efecto que el calor provoca dañando las propiedades de la pieza.

La industria moderna requiere cada vez más de sistemas de mantenimiento, reparación y protección eficientes, rápidos, económicos y de fácil aplicación, que no necesiten de mano de obra o equipamiento tan especializados. Es por ello que en los últimos años, los polímeros y compuestos poliméricos han ido ocupando un lugar importante en este sentido, desplazando a los sistemas de reparación por soldadura, rociado de polvos metálicos, tratamientos térmicos y otros, hacia aquellas aplicaciones donde sean absolutamente necesarios. Gómez, A. y colab. (1994)(1996)1999)(1999a)

El objetivo del presente trabajo es lograr una tecnología de nuevo tipo que enfrente la reparación del bancazo y la virgen de forma eficiente y rápida, con un mínimo de recursos y sin necesidad de trasladar estas piezas fuera del tandem.

MATERIALES Y MÉTODOS

La tecnología desarrollada se soporta en los principios de la CIENCIA DE ADHESION, Suárez, J. C.; López, F. (2000), empleando como adhesivo a un sistema basado en productos nacionales, como refuerzo y en sustitución de láminas de metal para incrementar el espesor perdido se empleó fibra de vidrio matt de gramaje 300 g/m^2.

Disciplinas que conforman la CIENCIA DE LA ADHESIÓN:

Física, *Química*, *Superficies*, *Mecánica* } **CIENCIA DE LA ADHESION** { *Materiales Poliméricos*, *Ciencia de las*, *Diseño de la Unión*

Las uniones adhesivas se diseñan para aplicaciones concretas, como en este caso para restaurar el espesor perdido, incrementar la resistencia a la corrosión y lograr el acabado superficial requerido en sito.

Una unión adhesiva adecuada requiere:

- Uso de materias primas de primera calidad
- Cuidadoso control de calidad de los materiales a unir
- Exhaustivo y cuidadoso control de todas las etapas necesarias para realizar la unión adhesiva
- Respetar los tiempos necesarios para realizar la unión

- Trabajar en condiciones adecuadas de espacio, ventilación, etc. Seguir escrupulosamente la normativa vigente tanto en el ámbito técnico como medio ambiental

La selección del adhesivo más adecuado al sustrato y a la aplicación deseada se llevó a cabo atendiendo los siguientes aspectos:

A Capacidad de adhesión inherente al sustrato

B Condiciones de uso de la unión adhesiva:

- ♠ Esfuerzos(tensión, cizalladura, fatiga, impacto, etc.)
- ♠ Factores químicos:
  - Externos: Disolventes, ácidos, álcalis
  - Internos: Migraciones, reacciones

C Medio ambiente de trabajo de la unión adhesiva

D Requisitos especiales

E Restricciones de producción (estabilidad, método de aplicación)

F Precio

G Factores de salud y seguridad

Por las razones antes expuestas se empleo como adhesivo estructural un sistema basado en productos nacionales:

- Recubrimiento Impregnante FURAL-Ri, para que al cubrir la superficie de la pieza con este producto se garantice el agarre del adhesivo al sustrato.
- Soldadura metálica en frío de hierro FURAL-H, como adhesivo de recargue y unión, reforzando e incrementando espesor con tejido de fibra de vidrio adireccional MATT.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este punto pasamos a relatar de forma general la metodología llevada a cabo:

Defectación: Se realiza de forma exhaustiva para poder definir que técnica de recuperación y productos a emplear.

Preparación de la superficie*:* Después de defectadas las piezas se proceden a fijar las mismas convenientemente para el trabajo, el bancazo puede ser reparado en su lugar, la virgen se puede colocar de cabeza en el extremo del tandem, asegurando que la misma quede a plomo, o sea quede su superficie de apoyo hacia arriba y nivelada. En sentido general se puede plantear que los pasos a seguir para cumplir este aspecto tan importante, son:

1-Limpieza de grasa, polvo y suciedades, así como revestimientos existentes.

2-Limpieza de oxido superficial.

3-Creación de superficies de agarre (poros, ranuras, etc.).

4-Desengrase final.

El sistema de preparación con el que se obtienen los mejores resultados es el chorro de arena (sand blast), el cual además de eliminar todas las partículas de óxidos, deja una superficie rugosa llena de microporos, los cuales propician una buena adherencia para un recubrimiento posterior. Otros equipos pueden ser: lijadora radial, cepillo eléctrico, piedra abrasiva y pistola de agujas. En el caso de las tres últimas, se debe tener en cuenta abradir las superficies en sentido longitudinal y transversal y además cuidar que la superficie no quede pulida, sobre todo en el uso del cepillo. En el caso de grietas, superficies picadas o

porosas, deberán utilizarse escariadores, fresas y piedras de formas, tratando de crear una especie de bolsa o cola de milano en la profundidad del agujero o grieta, ver figura 1, asegurando una magnífica adherencia del producto.

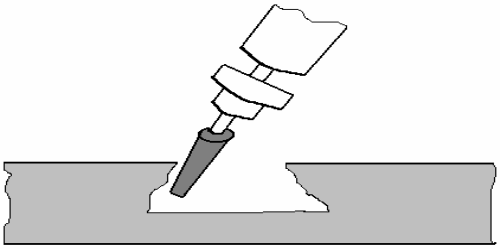


Figura 1

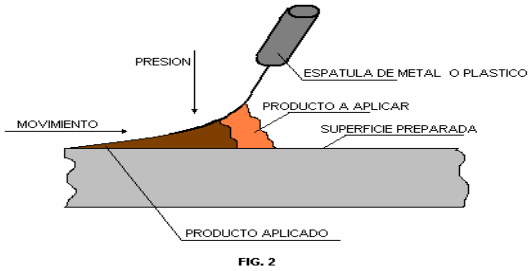


Figura 2

El desengrase deberá realizarse con acetona o tricloroetileno, mediante trapos los cuales deberán ser renovados cada determinado tiempo, para así evitar la propagación de suciedades e impurezas. En el caso de superficies con poros, grietas e inclusive en superficies preparadas mediante chorro de arena, se recomienda aplicar el desengrasante con bocha o pincel de pelos cortos. En todos los casos se debe cuidar la contaminación de la superficie con pelos de brocha, hilos de tela, etc.

Aplicación del adhesivo: Se aplica una capa de recubrimiento impregnante FURAL-Ri para que al cubrir la superficie de la pieza con este producto se garantice el agarre del adhesivo al sustrato.

Los productos pastosos como las soldaduras metálicas en frío, deberán aplicarse con espátula flexible de metal o plástico, cuidando que el ancho sea el adecuado para la superficie en cuestión. El producto luego de mezclado se depositará sobre la superficie, expandiendo el mismo con presión hacia la misma, para lograr que este penetre en los poros e intersticios de la preparación superficial realizada ver figura 2.

Cuando sea necesario reconstruir o recubrir una pieza, con espesores mayores que 3 - 5 [mm], se recomienda aplicar el producto en varias capas, aplicando cada una sobre producto endurecido. En este caso de espesores muy grandes se utiliza tejidos de fibras de vidrio MATT y ROVING para asegurar una mayor tenacidad o disminuir la fragilidad del recubrimiento.

Acabado de la superficie: Para el bancazo se puede emplear una lamina de acero de superficie pulida preferentemente, cuyas dimensiones cubran la superficie del bancazo, a esta lamina se le aplica una emulsión de cera y se pule para que no se adhiera el adhesivo, en su defecto se puede emplear una lamina de acetato o polietileno bien extendida, sin pliegos, o grasa en última instancia. La lamina se coloca sobre la superficie del bancazo restaurado con el sistema adhesivo, colocando sobre ella pesos que compriman al adhesivo y haga botar por los bordes el excedente. La lamina debe quedar a nivel, al igual que el bancazo para lograr la linealidad y quede la superficie rectificada, para este trabajo se debe auxiliar con niveles. Para la virgen se emplea en lugar de una lamina metálica, al bancazo recuperado, de esta forma quedan casadas ambas superficies de apoyo. En todo momento se debe velar por que las superficies queden niveladas.

Consideraciones Económicas: Para realizar toda la recuperación se requieren:

GASTOS DIRECTOS:

Materiales:	*Cantidad:*	*Valor:*
FURAL-Ri	500 g	$ 6.85
FURAL-H	6 kg (12 kit de 500g)	$225.00
Fibra de vidrio MATT	300 g	$ 1.00
SUBTOTAL	6.8 kg	$232.85
Mano de Obra:	*Cantidad (h):*	*Valor:*
Soldador A.	4.0	$ 6.04
Ayudante de soldador.	4.0	$ 2.88
Especialista de Molino.	4.0	$ 7.72
Operador de Cepillo.	2.0	$ 2.48
Operador de grúa .	1.0	$ 3.33
SUBTOTAL	***15.0***	***$ 22.45***

GASTOS INDIRECTOS (1.6 % del Salario): $ 35.92

COSTO TOTAL DE LA TECNOLOGIA PROPUESTA PARA BANCAZO Y VIRGEN: $ 291.22

COSTO TOTAL DE LA TECNOLOGIA TRADICIONAL PARA VIRGEN (ACTUAL): $ 922.25

AHORRO POR SUSTITUCION DE TECNOLOGÍA: MAYOR DE $ 631.03

El *EFECTO ECONOMICO* debe calcularse teniendo en cuenta el ahorro por la sustitución de la tecnología, el ahorro por lograr la recuperación indefinida de las piezas, por el alargamiento de los mantenimientos, por incremento de la resistencia a la corrosión – abrasión, debe también considerar el ahorro que implica la no rotura por desnivel de estas piezas en zafra, que representa para este CAI ***$ 246 005.00.*** En otras palabras este *EFECTO ECONOMICO* debe estar por el orden de los *$ 250 000.00* al año.

CONCLUSIONES

- Se desarrolló una nueva tecnología de recuperación para el bancazo y virgen del tren de molida, que se soporta en los principios de la CIENCIA DE ADHESION**.** La tecnología desarrollada emplea como adhesivo a un sistema basado en productos nacionales, como refuerzo y en sustitución de láminas de metal para incrementar el espesor perdido se empleó fibra de vidrio matt de gramaje 300 g/m^2
- La tecnología de nuevo tipo enfrenta la reparación del bancazo y la virgen de forma eficiente y rápida, con un mínimo de recursos y sin necesidad de trasladar estas piezas fuera del tandem.
- El costo de la tecnología no supera en costos al 20 % la Tradicional y en tiempo de aplicación la TERCERA parte.
- La aplicación permite la recuperación de por vida de la pieza al no aplicarse calor sobre la misma. El *EFECTO ECONOMICO* es del orden de los *$ 250 000.00*.
- La aplicación de tecnologías como estas permite elevar la eficiencia y el nivel científico técnico de la actividad de mantenimiento.

REFERENCIAS

Gómez, A., Castillo, J., Padrón, A., Bermello, A., Cabrera, Del Valle, M., (1994). *Patente Cubana*. Certificado N°. 22 355,6

León, M.; Gómez, A. y A. Bermello. (1996). Estudio de síntesis y caracterización de resinas furano-epoxídicas; *Trabajo de Diploma* Universidad de la Habana, Facultad de Química.

Gomez, A., Dopico, M. Y Colab. (1999). "Composiciones poliméricas para el mantenimiento de la industria azucarera" *Informe Final Proyecto CITMA* 001.03.018

Gomez, A., y Colab. (1999). "Aplicaciones de polímeros en diferentes técnicas de conservación prolongada" *Informe Final Proyecto CITMA* 030.012

Suárez, J. C.; López, F. (2000). "Uniones Adhesivas Estructurales"; Cyted Red Tematica Viii.D, Universidad Politecnica De Madrid, E.T.S. Ingenieros Navales, España

NUEVOS AZÚCARES

Delgado, Marta
Pérez, Juana R
Chanfón, Juana M.

ICINAZ, Carretera M. M. Prieto Km 2 1/2 Boyeros. C. Habana.
E-mail: mailto:director@ icinaz minaz cu

ABSTRACT

For the first time in Cuba, people are realijing demonstrative productions of three different tipes granulated sugar like white sugar, golden crystal sugar and white fortificated sugar it means vitamine A. This proyect presents all the tecnology and its cost. These tecnologies are compatible with the enviroment and they respond to the diversyfication of the political industrial cuban sugar.

INTRODUCCIÓN

Diversificar la industria azucarera cubana es una necesidad real, si se tiene en cuenta los precios actuales y futuros del azúcar en los mercados internacionales, lo que conlleva a la producción de otros tipos de azúcares, granulados o líquidos, que sirven de alternativa ante esta situación y que permitan disminuir los costos y (o) incrementar el valor agregado.

Se debe contar con fábricas flexibles capaces de adaptarse a las condiciones cambiantes del escenario económico en que deben realizar sus producciones.

Para lograr este objetivo se plantea la introducción de nuevas tecnologías para las producciones de azúcar blanco instantáneo, azúcar cristal dorado y azúcar blanco fortificado, considerandos como producciones demostrativas por el MINAZ para evaluar sus posibilidades de mercado.

MATERIALES Y MÉTODOS

Azúcar Blanco Instantáneo

Es un producto microcristalino que se obtiene mediante un proceso de cristalización, a partir de licores o siropes de refinería, previamente concentrados a presión atmosférica y a altas temperaturas.

El proceso se realiza de forma discontinua en un evaporador abierto a la atmósfera, concentrando el material hasta 93 - 94 ^{o}Brix, a temperatura entre 120 - 124 ^{o}C. Se descarga a un mezclador circular con agitación mecánica (35 - 40 rpm) donde por enfriamiento de la

masa ocurre la cristalización. El azúcar es secado hasta 0.1 - 0.3 % de humedad y alcanza una coloración de 3 U.C.H.

El azúcar blanco instantáneo es de rápida disolución y puede ser empleado para uso doméstico o industrial.

El precio de la tonelada de este azúcar es de uno 313 USD. La refinería M.M.Prieto es la encargada de este producción.

Azúcar Cristal Dorado

El azúcar cristal dorado posee características especiales por el tamaño del grano (3 - 4 mm), su color ámbar y su brillantes dada por la calidad de la materia prima que se utiliza. Parte de un azúcar crudo, obtenido por doble semilla, con un grano de aproximadamente 1 mm y un color máximo de 10 U.C.H

El proceso se realiza en tachos con agitación mecánica y se emplean licores o siropes de refinería para la masa cocida. Cuando el material esta saturado se introduce la cantidad de cristales necesarios para su desarrollo. La operación demora más de 10 horas para obtener un grano entre 3 - 4 mm. Este azúcar va dirigido p.e.al turismo y (o) la exportación.La tonelada de este producto se comercializa a unos 00 USD.La producción de este azúcar se realiza en la refinería José Martí.

Azúcar Blanco Fortificado.

La producción de un azúcar fortificado con vitamina A garantiza los niveles que el organismo requiere de este nutriente y que su carencia conlleva a enfermedades severas sobre todo en la población infantil.
La fabricación de este tipo de azúcar consta de dos etapas

- Elaboración de una premezcla que incluye la homogeneización de los productos siguientes: palmitato de retinol (vit. A), aceite vegetal, antioxidante y azúcar, de igual calidad a la que se va a fortificar.
- Adicción de la premezcla al azúcar blanco, la que se realiza en cualquier etapa del proceso desde las centrifugas hasta las tolvas de envase. Se comprobó que su aplicación a la entrada del secador garantiza un contenido adecuado de la vitamina en el azúcar.

La relación premezcla: azúcar es de 1:1000 y se obtuvo un contenido promedio de 15 µg de retinol por grano de azúcar .

Este valor puede variar en función de las necesidades de la población a la cual va dirigido el producto.

Esta producción se realiza en las mismas instalaciones donde se elabora el azúcar, sólo requiere de un dosificador para la aplicación de la premezcla. Su precio en el mundo puede estar por encima de los 590 USD. Se fortifico azúcar blanco en la refinería M.M.Prieto alcanzando la calidad requerida.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la pruebas realizadas en la refinería M.M.Prieto para la producción del blanco instantáneo se ha presentado dificultades con la materia prima y con algunos equipos por lo que la calidad del azúcar ha variado, pero esto se puede solucionar para garantizar una puesta en marcha exitosa de la planta que permita una producción con la calidad requerida para ser suministrada a la población.

La producción de cristal dorado en la refinería J. Martí se realizó adecuadamente y su calidad se enmarcó dentro de las normas de un azúcar de alta calidad. Su producción es solicitada por países de la región.

El azúcar fortificada se produjo en la refinería M.M.Prieto y se comprobó las posibilidades de su elaboración en cualquier fábrica del país.

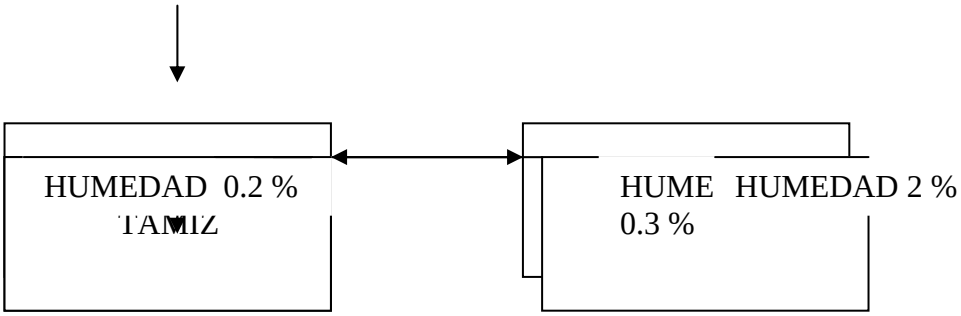
CONCLUSIONES

Se comprobó que éstas azúcares pueden ser elaboradas en nuestras fábricas y brindan un beneficio tanto a la población como al país.

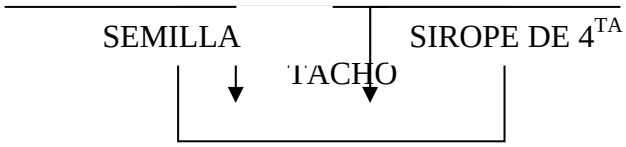
DIAGRAMA DE FLUJO PARA LA PRODUCCIÓN DE:

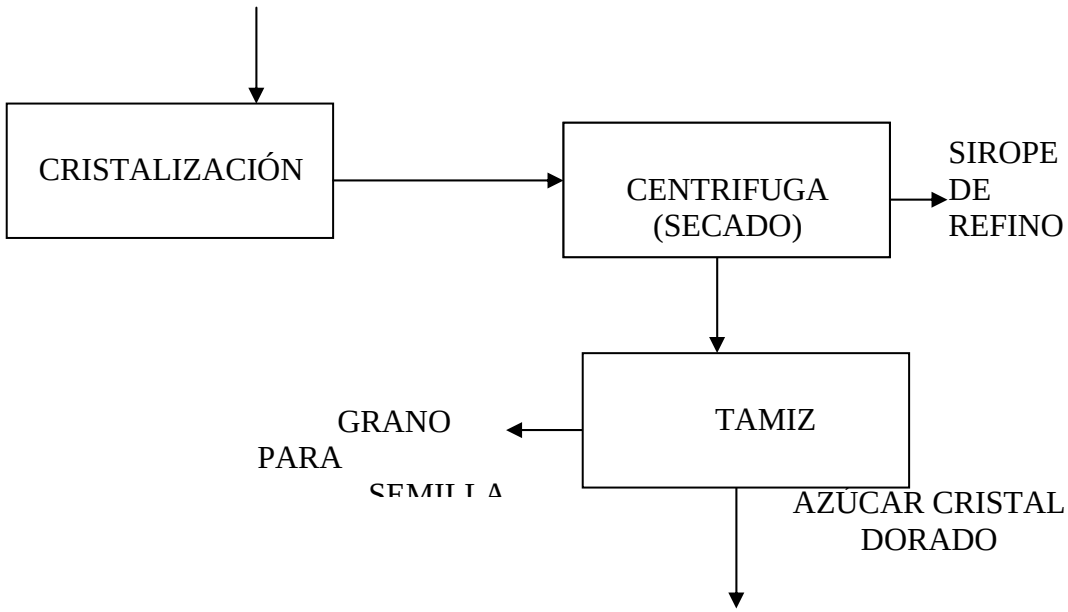
BLANCO INSTANTÁNEO.

LICOR CONCENTRADO

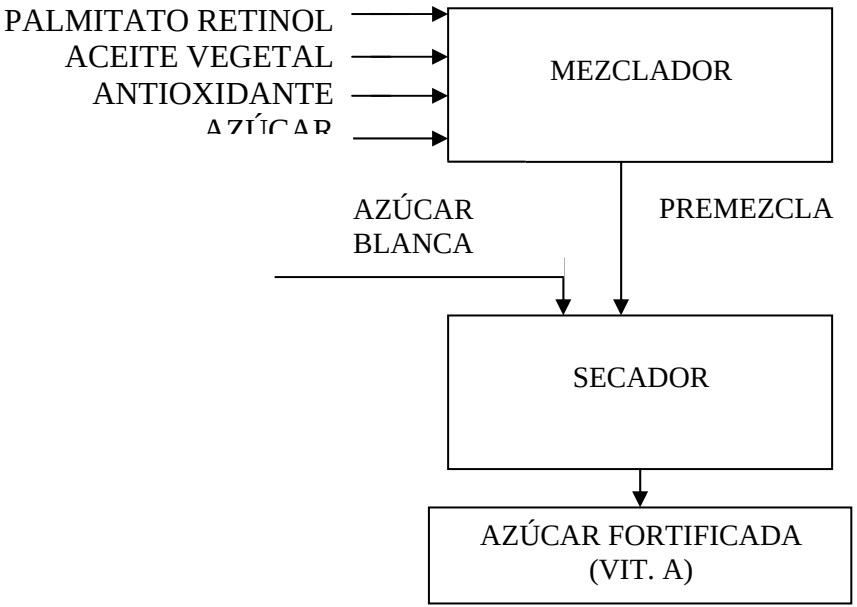


AZUCAR BLANCO INSTANTANEO





CRISTAL DORADO
BLANCO FORTIFICADO



PIRÓLISIS DE LA BIOMASA CAÑERA: OPORTUNIDAD Y RETO TECNOLÓGICO

Alonso Pippo ,W.
Del Rey Ocampo, J.

Instituto de Materiales y Reactivos Universidad de La Habana. Calle Zapata S/n Esq. a G. Plaza, CP 10400 C. Habana. Cuba.
E-mail : pippo@imre.oc.uh.cu

ABSTRACT

The search of energy alternatives sources is a constant objective since middle of past century. Nowadays it is very important for the developed as well as for undeveloped countries. The sugarcane producer countries have in the sugarcane residues energy use a great source of renewable energy. Sugarcane Biomass Residues (bagasse and trash) has an extraordinary potential for biofuel and electricity supply of rural areas and far communities, but rather do it, diminishing the CO_2 emission, which could help to achieve the sustainable development. In general, Biomass Thermochemical Conversion Technologies have been encouraged last years as result of environmental concern around the world. Flash Pyrolysis is one of the most important biomass conversion types, because of its possibility to obtain around 70% of feedstock mass as bio-oil .The bio-oil can be used as fuel, to make chemical and other high value commodities. Among its several advantages liquid energy carrier can be stored and used out of milling season, without additional infrastructure investments. However, a commercial Flash Pyrolysis technology for sugarcane biomass residues is not available. Most of Biomass conversion technologies have been elaborated by the developed countries based on another kind of biomass like wood and forest residues. This way many aspects on feedstock requirement, fluidized bed process characteristic and "know how "requirement, should be determined experimentally. To build and operate a Flash Pyrolysis fluidized bed reactor continue being one of the challenge of Cuban Sugar Agro industry

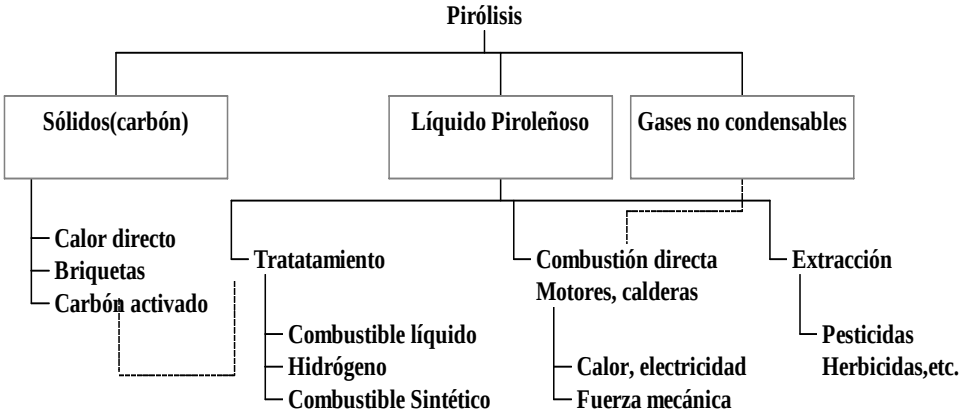
INTRODUCCIÓN

El uso energético de la biomasa cañera tiene una larga tradición en la industria azucarera mundial, sin embargo, la baja eficiencia, junto al hecho de que solo se pueda disponer de energía en el período de molienda constituyen limitaciones fundamentales para el más racional aprovechamiento de este preciado recurso. Las necesidades del desarrollo exigen cada vez mayores cantidades de energía y junto a esto la disminución de emisiones de los gases de efecto invernadero. La posibilidad de disponer de $2.5.10^6$ toneladas de bagazo (45TJ) y 620.10^3 toneladas de paja de caña (4.8TJ) por cada millón de tonelada de azúcar Font(2000), constituye una riqueza irrenunciable para la agroindustria azucarera en

el contexto energético del siglo XXI. De lo que se trata es precisamente de hacerlo de una manera eficiente y factible para las condiciones de entorno de Cuba.

Aún cuando se puedan económicamente desarrollar tecnologías de alta eficiencia de conversión de la biomasa en electricidad, como la CEST o BIG/STIG.William & Larson (1992), se mantiene el inconveniente de la generación fuera del período de molienda, o en otras palabras su almacenamiento.

La pirólisis de la biomasa en general ha sido objeto de estudios en muchos países debido a que los residuos agrícolas de producciones como el aceite de oliva, los vinos etc. producen también grandes cantidades de residuos. La pirólisis de la biomasa cañera en particular es objeto de estudio en países productores de azúcar y alcohol para la producción de energía y más importante aún de portadores energéticos con una mayor densidad energética, que pueden ser utilizados sin necesidad de inversiones adicionales en la infraestructura. Ello se explica porque como resultado de la pirólisis de la biomasa cañera, a diferencia de las tecnologías de gasificación se obtienen portadores energéticos sólidos, líquidos y gaseosos. Figura 1**.**



Tecnologías de Pirólisis

Durante las últimas décadas del pasado siglo, en Cuba, debido a la situación de doble bloqueo a que se vio sometido el país, se llevaron a cabo una serie de experiencias para el uso energético de la biomasa cañera. Del Rey (1995), como combustible para el uso en vehículos de transporte, equipos agrícolas, plantas de generación eléctrica etc. Este proceso dio lugar a que se construyeran gasogeneradores que, empleaban carbón vegetal y constituyeron una variante de pirólisis en retorta sueca con caldeo exterior. Estos eran reactores de lecho fijo. También se llevaron a cabo experiencias de pirolización y briqueteado de la paja de la caña y su uso como combustible de los gasogeneradores. Menéndez (1995). Sin embargo, la tecnología de pirólisis usada hasta ahora no permite los máximos rendimientos en la obtención de portadores energéticos líquidos, que desde el punto de vista de su manipulación y costos de operación resultan los mas convenientes. Para obtener estos resultados es necesario introducir la llamada “Fast” o “Flash”Pirólisis. En la tabla 1 se muestran las características de los principales tipos de pirólisis de biomasa. Bridgwater, (1996)

Tabla 1 Rendimientos típicos en los principales productos con relación a la biomasa

Portadores energéticos	Flash Pirólisis	Pirólisis Lenta(tradicional)	Pirólisis presurizada
Líquido piroleñoso	60-80 %	30-35%	25-30%
Gases no condensables	12-20%%	25-30%	20-25%
Sólidos	5-15%	20-35%	40-45%

Desde el punto de vista fisicoquímico el líquido piroleñoso que se obtiene por un método u otro tiene distintas características, entre las que se destacan el contenido de agua, separación de fases, composición química y asentamiento de los productos mas pesados durante el almacenamiento. En la tabla 2 se muestran las características de los tipos de pirólisis. Es evidente que lograr los regímenes de transferencia de calor necesarias para lograr la conversión hacen de la flash pirólisis un proceso de tecnología de avanzada. La realización de estos procesos pirolítico ha recibido suma atención a partir de las preocupaciones ambientales y de carencia de combustibles fósiles.

Tabla 2 Características de las tecnologías de pirólisis de biomasa. Bridgwater(1991)

Tecnología	Tiempo de residencia	Temperatura máxima	Tiempo de enfriamiento
Carbonización	Horas-días	400^0C	Lento
Tradicional	5-30 min.	600^0C	Menos lento
Flash	<1 seg.	$<650^0$C	Violento
Ultra rápida	<0,5 seg.	1000^0C	Ultra rápido
Al vacío	2-30seg.	400^0C	Inmediato

La forma concreta de realización de estas tecnologías depende del tipo de reactor. En los últimos años hay en funcionamiento varios tipos de reactores, pero el más sencillo y por lo tanto el mas difundido sigue siendo el reactor de lecho fluizado burbujeante. En la figura2 se muestra un típico esquema de funcionamiento

Tecnología	Tiempo de residencia	Temperatura máxima	Tiempo de enfriamiento
Carbonización	Horas-días	400^0C	Lento
Tradicional	5-30 min.	600^0C	Menos lento
Flash	<1 seg.	$<650^0$C	Violento
Ultra rápida	<0,5 seg.	1000^0C	Ultra rápido
Al vacío	2-30seg.	400^0C	Inmediato

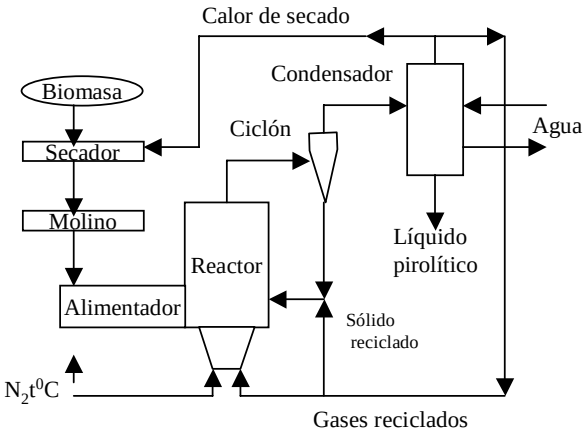


Figura 2 Esquema de un lecho fluizado para la flash pirólisis

La biomasa cañera, barreras tecnológicas en su uso, y el líquido piroleñoso

Las consideraciones y aspectos tratados arriba tienen como referencia, en la mayoría de los casos, biomasa forestal o residuos agroindustriales de los países desarrollados. De hecho no existe una tecnología de conversión a combustible líquido, comercializable, para la biomasa cañera, (bagazo y paja de caña). Las barreras tecnológicas a la vista se pueden dividir en tres aspectos: cantidad y calidad necesaria de la biomasa cañera; requerimientos tecnológicos del proceso.

Biomasa cañera. El producto final depende fundamentalmente de tres aspectos:

- Homogeneidad de la biomasa
- Granulometría
- Contenido de humedad

Cualquiera de los tres puede cambiar no solo los rendimientos sino la calidad del producto. A eso se puede agregar que las experiencias de fluidización del bagazo no arrojaron los resultados esperados. Del Rey(1999) Por último es importante significar que para obtener resultados es importante desde la manipulación primaria del bagazo, hasta su

utilización en el reactor observar una adecuada disciplina tecnológica. Sin referirnos a la paja de caña, donde es más difícil lograr lo anterior.

Barreras tecnológicas. El problema aquí se resume a que los componentes de la biomasa cañera se degradan a diferentes velocidades y mediante diferentes mecanismos. La hemicelulosa y la celulosa se degradan rápidamente en un estrecho rango de temperatura, mientras que la lignina comienza a degradarse a bajas temperaturas, pero a muy baja velocidad, por lo que cuando ya otros elementos se degradaron ella aún no. Los parámetros del proceso por lo tanto y el diseño del reactor tienen gran influencia en la calidad del producto final. Por otra parte vencer la barrera de la velocidad de transferencia de calor a un elemento como el bagazo que no es buen conductor se pude lograr solo mediante la disminución del tamaño de la partícula, lo cual encarece extraordinariamente el costo de la materia prima. Otro problema y de máxima atención es la velocidad de enfriamiento de los gases en el condensador. Si la velocidad de enfriamiento no alcanza un gradiente suficientemente alto ocurre la depolimerización excesiva y no se logra el producto deseado y por el contrario surgen cantidades apreciables de aerosoles indeseados. En resumen, aunque se realice el cálculo preliminar los parámetros del proceso hay que fijarlos experimentalmente y posiblemente hay que ajustarlos en cada ocasión a la característica de la biomasa de que se trate

Líquido Piroleñoso. El resultado del proceso, el líquido piroleñoso deseado para combustible debe tener, aproximadamente, las características mostradas en la tabla 3 Bridgwater(1999)

Tabla 3 Características principales del liquido piroleñoso de la madera

Propiedades físico-químicas	Valores típicos
Humedad	15-30%
pH	2.5
Gravedad específica	1.20
Análisis elemental (base seca) C	56.4%
H	6.2%
O (por diferencia)	37.3%
N	0.1%
Cenizas	0.1%
HHV (depende de la humedad)	16-19MJ/kg (3821-4538 kcal/kg)
Viscosidad (40^0C y 25% de humedad)	40-100 cp

CONCLUSIONES

- Mientras las tecnologías de combustión directa y gasificación tienen el inconveniente de producir electricidad, vapor y fuerza mecánica durante el período de

zafra, las tecnologías de pirólisis permiten obtener altos rendimientos en la producción de portadores energéticos líquidos y sólidos que tienen la ventaja de que no necesitan nuevas inversiones en la infraestructura y también de elaborar estrategias descentralizadas, más flexibles, de abastecimiento para las labores sociales y agrícolas de regiones o localidades con condiciones para ello.

- La experiencia de tecnologías de avanzada como la Flash Pirólisis en lechos fluizados, en Cuba, es muy reducida y se limita a aisladas experiencias de laboratorio. Existe una cultura de aprovechamiento de los residuos de la biomasa cañera, pero bajo condiciones de baja eficiencia, que debe ser sustituida simultáneamente con la introducción de tecnologías de alta eficiencia como la flash pirólisis.

REFERENCIAS

Font, Gilberto, et al.(2000). "Potencialidades energéticas de la caña de azúcar" En: *Seminario Internacional "Energía en la Agroindustria de la Caña de Azúcar*". Palacio de las Convenciones C. Habana 7,8 y 9 de noviembre.

Williams, RH. Larson, ED (1992). "Advanced Gasification-Based Biomass Power Generation". Eds. Johansson B: J:, Kelly, H.,Reddy, A:K:N.,Williams, R.H., Renewable for fuels and Electricity, Island Press, Washington D.C. pp. 729-786

Menéndez Blanco, C.; Llerena Álvarez, R., Del Rey Ocampo, J. y otros. (1995). "Indicadores Técnico-Económicos de la carbonización de la paja de caña". *Ponencia Premiada en la Universidad de La Habana*.

Del Rey Ocampo, J., Alonso Pippo ,W. and others. 91995). "Energetic utilization of vegetable biomass in tropical lands". In: *Conference Biomass for Energy Development and Environment*." Havana

Del Rey Ocampo, J, Medina Benítez, L, Menéndez Blanco, C y otros. (1995). "Sugar Cane Trash Briquet-Former Machine". In: *Earth Conference on Biomass for Energy Development and Environment*. Habana

Bridgwater, A.V. (1996). "Thermal biomass conversion and utilization" – Biomass information system published by office for official publications of the European Community. EUR16863 EN

Del Rey Ocampo, J, Alonso Pippo ,W.(1999). "Estudios de fluidización de bagazo". Departamento de Ingeniería Química Universidad Politécnica de Barcelona.

Bridgwater, A. V(1999). . "A Guide to Fast Pyrolysis of Biomass for Fuels and Chemical" Pyne Guide. March . *Especial review. Aston University UK.*

PRODUCCIÓN DE FLOCULANTES PARA LA INDUSTRIA AZUCARERA

Monduí, Rubén
Angulo, Elier
Hernández Barajas, José
Villarreal, Zobeida

E-mail: mailto:director@icinaz.minaz.cu

RESUMEN

Se estudió la síntesis de poliacrilamidas en emulsión invertida hasta nivel de planta piloto para su empleo en la floculación de jugos de caña, seleccionándose las variantes de polimerización mejor adaptadas a las condiciones cubanas.
Los floculantes producidos fueron evaluados a nivel de laboratorio y posteriormente empleados en el proceso industrial de producción de azúcar crudo en el CAI "Pablo Noriega" por más de 15 días de operación continua con resultados satisfactorios y similares a los obtenidos con floculantes sólidos comerciales.

Se realiza una evaluación técnico-económica de la producción a escala industrial y se concluye la factibilidad de su implementación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La industria azucarera ha empleado desde hace tiempo polielecrolitos con el fin de perfeccionar los procesos de purificación. De este modo se emplean en la sedimentación de jugos con el objetivo de incrementar la velocidad de sedimentación y la compactación de la cachaza, en concentraciones entre 2 y 10 ppm.

La generalización de la tecnología de clarificación rápida, con clarificadores monocelulares, hace imprescindible esta práctica, lo que condiciona la importancia de poder contar con vías alternativas de producción ante un mercado que está controlado por pocas firmas. Una posible producción en Cuba de floculantes, por otra parte, podría tener acceso a un mercado nacional amplio por cuanto se conoce del empleo de los mismos en las industrias metalúrgicas, de tratamiento de aguas residuales, de cosméticos, de papel, textil, etc.

En el proceso de refinación de crudos se utilizan también en la flotación, para obtener licores claros con menos color y más puros, en concentraciones cercanas a 10 g/tonelada de refino producido. En ambos casos se recomiendan polímeros aniónicos.

Durante el segundo tratamiento del proceso de refinación se han empleado polímeros de tipo catiónico en concentraciones entre 200 y 300 g/tonelada de refino en la decoloración de los licores, lo que podría también resultar una alternativa prometedora para los floculantes con posibilidades de ser sintetizados.

Los poliacrilamidas han resultado los polímeros más ampliamente empleados. Para el caso de los jugos se ha determinado un mejor comportamiento en la medida en que se incrementa el peso molecular y se recomienda en la literatura la alternativa de contar con una variedad de floculantes para enfrentar jugos refractarios en diferentes momentos de la zafra, pero esto ha sido poco atendido en la práctica productiva. El empleo de mezclas de floculantes no ha demostrado ser una solución viable en estas situaciones.

Los floculantes aniónicos se producen a partir de la polimerización de radicales libres entre el acrilato y la acrilamida; proceso exotérmico con un calor de reacción cercano a las 20 kcal/mol. Los catiónicos se producen al sustituir el acrilato por un monómero catiónico tal como cloruros de alquil amonio, alquilacrilatos de alquilaminas (DMAEA), etc. En ambos casos se emplean iniciadores del proceso de polimerización que pueden ser inorgánicos (pares redox, etc.) u orgánicos (azocompuestos, etc.) y otros aditivos como el cloruro de amonio (anticongelante), el alcohol isopropílico (para evitar excesivo peso molecular), EDTA (para secuestrar calcio), etc. pero en todos los casos en cantidades pequeñas y sin incidencia importante en los costos totales.

La síntesis de estos productos requiere un control estricto de la ausencia de oxígeno, de la temperatura y en general de la marcha del proceso para garantizar pesos moleculares finales apropiados, bajos niveles de monómeros residuales y rendimientos factibles.

En la actualidad se comercializan estos polímeros en tres formas diferentes:

- en emulsión
- en solución acuosa
- sólidos

Polímeros en emulsión: El proceso sintético se lleva a cabo en una emulsión invertida en la que existe una fase continua orgánica (*oil*) y una fase discontinua acuosa. En esta última fase ocurre la polimerización que resulta por esta razón más fácilmente controlable. Este proceso requiere de los gastos que presupone la fase orgánica (i.e. exxol) y de cantidades apreciables de surfactantes (tensoactivos) primeramente para lograr esta emulsión invertida y finalmente para invertirla y lograr una emulsión de fase continua acuosa con fase discontinua orgánica, lista para su utilización.

La preparación de las soluciones para su empleo final resulta relativamente fácil por disponerse de un producto líquido aunque relativamente viscoso y con una concentración de principio activo entre 25 y 40 %. En el mercado internacional de floculantes, cerca del 60 % se comercializa en forma de emulsión.

Polímeros en solución acuosa: La síntesis se lleva a cabo en solución acuosa con lo que se elimina el uso de fase orgánica y de tensoactivos por lo que resulta más barata, sin embargo, el control del proceso se hace muy difícil por las altas viscosidades que se producen de modo que sólo es posible y no sin dificultades, obtener concentraciones del principio activo inferiores al 15 %. El producto final puede ser un gel cuya manipulación resulta dificultosa.

Floculantes sólidos: Resultan de la eliminación del agua y de la mayoría de los compuestos no-activos en cualquiera de los productos finales anteriores. Este proceso además de requerir cierta cantidad de energía para evaporar el agua, es un proceso difícil al entrañar la manipulación de un producto con características muy especiales para lo que se requiere de equipamiento también especial. En el mercado internacional estos floculantes alcanzan

precios entre 3000 y 4000 USD/t y a pesar de no ser el tipo de floculante que más se comercializa en el mundo es el que casi exclusivamente se ha empleado en la Industria Azucarera.

Los costos de producción están muy influidos por los costos de las materias primas que constituyen el elemento más importante del costo total y dependen en gran medida de las cantidades, lo cual provoca que las ventajas económicas de la producción se incrementen notoriamente al aumentarse la producción. En la tabla 1 se muestran las partidas más importantes del costo de producción para el floculante aniónico, sintetizado en forma de emulsión invertida y demuestra la factibilidad técnico-económica de la producción.

Con el conocimiento hasta el presente y teniendo en cuenta las condiciones de Cuba, los precios actuales de las materias primas y de los floculantes sólidos y su accesibilidad en el mercado, la variante de polimerización en emulsión invertida parece la más factible, aun cuando sea necesario enfrentar las dificultades inherentes al elevado contenido en su formulación de surfactantes de relativo alto precio en el mercado.

Tabla 1 Partidas más importantes del Costo de Manufactura de un floculante aniónico producido en emulsión invertida.

Materias Primas	**834,05**
Fase acuosa	480,00
Fase orgánica	158,00
Iniciador	1,70
Emulsionadores	156,35
Otros	38,00
Servicios	**279,06**
Agua	30,00
Electricidad	132,00
Gas inerte	66,00
Vapor	50,00
Aire	1,00
Mantenimiento	**100,00**
Mano de Obra	**59,63**
Total Gastos Directos	**1272,78**
Gastos Indirectos	**60,00**
Depreciación	**400,00**
Total de Gastos de Manufactura	**1732,69**

Se realizaron síntesis en emulsión invertida a nivel de planta piloto de poliacrilamida para su empleo como floculante aniónico en la sedimentación de jugos de caña para su purificación. Para estos fines se escogió una variante de síntesis que resultó más apropiadas para las condiciones cubanas con iniciador redox (metabisulfito de sodio - bromato de potasio) adicionado en forma continua y creciente a lo largo del tiempo de reacción que resultó de seis horas y siguiendo la evolución de las polimerizaciones mediante permanganometría. El protocolo de la síntesis incluía así mismo el ajuste del pH

de la fase acuosa a 7.00 y el empleo de un emulsionador para homogeneizar ambas fases. Toda la reacción se lleva a cabo en ausencia de oxígeno, lo cual se logra con el burbujeo constante de Argón. En la formulación final se eliminó la adición de anticongelante, por motivos obvios.

La figura 1 muestra la evolución de una síntesis típica en la que se logra cerca del 20% de rendimiento (medido mediante permanganometría) en cada hora de reacción, especialmente en las primeras horas.

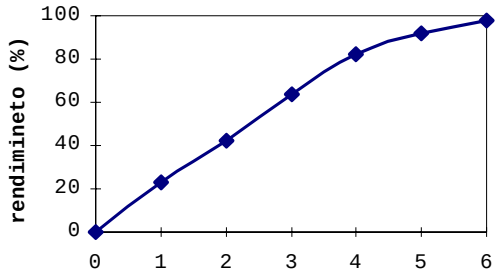


Fig. 1.-Evolución de una síntesis típica

En la figura 2 se muestra la cinética de la sedimentación de jugo de caña del CAI "Pablo Noriega" con la adición de floculantes y se demuestra que estos floculantes satisfacen las necesidades del proceso tecnológico en la purificación del jugo de la caña.

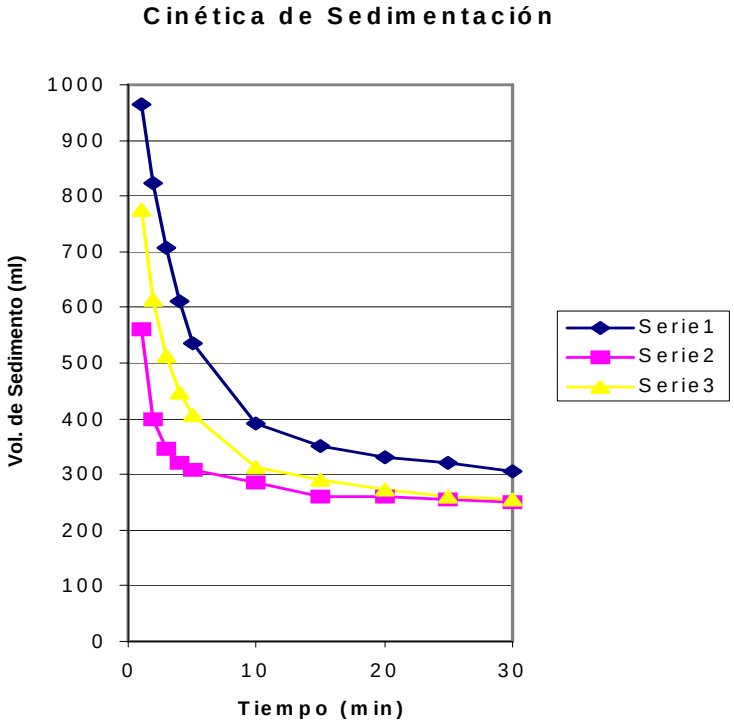


Figura 2 Cinética de la sedimentación del jugo de caña sin floculante (serie 1);

con un floculante comercial (serie 2) y con el floculante sintetizado (serie3).

Se realizaron pruebas industriales por más de 15 días de operación en el CAI "Pablo Noriega" con resultados satisfactorios que permiten avalar el comportamiento de este floculante a escala industrial al mantenerse los valores de la velocidad de sedimentación S_k por encima de 3 cm/min y los del volumen de sedimento a los 30 minutos V_{30} por debajo de 30 %.

De cualquier modo es importante el dominio nacional de los tres procesos sintéticos, no sólo por las razones apuntadas previamente sino también por los vaivenes del mercado que pudieran inclinar coyunturalmente la factibilidad de la producción hacia cualquiera de ellas. Por esta razón se realizó la síntesis de unos 30 Kg en solución acuosa de un floculante aniónico (similar al sintetizado en emulsión invertida), con un 15% de activos, que también fue incluida en la evaluación industrial con resultados satisfactorios.

CONCLUSIONES

- Se cuenta con la tecnología para la obtención de floculantes para la industria azucarera y se escogió la variante más factible bajo las condiciones cubanas
- Estos floculantes son similares a los comercializados y emplados en la industria azucarera cubana
- Su producción es factible desde el punto de vista técnico-económico.

REFERENCIAS

Hunkeler, D. y Hernández-Barajas, J. (1997). "Polyacrylamides" In" *Handbook of Thermoplastics*. Marcel Dekker, O. Olabisi Ed.

Gupta, B. and Singh, H.. (1992). "Polymerization in microemulsion systems" .*Polym.-Plast. Technol. Eng* Vol. 31 (7-8) pp. 635-658

Hernández-Barajas, J., Renken, A.; Hunkeler, D.. (1998). "Reaction engineering of acrylic water-soluble" *Polymers. DECHEMA Monographs* Vol 134 Wiley-VCH Verlag GmbH

Mortimer., D.A. "Synthetic Polyelectrolytes -A Review". Polymer International 0959-8103/91/$03-50©1991 SCI. Printed in Great Britain.

American Cyanamid Company. "Chemistry of Acrylamide". USA. 64 pp. (1969)

Crees, O. L.; Whayman, E. and Willersdoff, A. L. . (1977). "Further studies on flocculation". In: *Conf QSSCT*, 44 Bundaberg Queensland. pp.. 225-33

Bango, J. C. (1999). "Evaluación de polielectrolitos empleados como floculantes en la clarificación de bajo tiempo de residencia (rápida)". *ICINAZ. Informe* CITMA Dic.

Morales, S. (1987). "Estudio y utilización más efectiva de los floculantes en la producción de azúcar crudo de caña". *Tesis en opción al grado científico de Candidato a Doctor en Ciencias Técnicas*. UCLV.

PRODUCCIÓN DE PROTECTOR UN RECUBRIMIENTO TEMPORAL PARA EVITAR LA CORROSIÓN

Menéndez, Gladys
Ing. Mondui, Rubén
Lic: Angulo, Elier

Instituto Cubano de Investigaciones Azucareras
E-mail: director@icinaz.minaz.cu

ABSTRACTS

In the search for development and improved use of resources to solve existing problems of sugar industry, corrosion among them, which greatly affects numerous items of equipment, steel building structures and agricultural machinery, ICINAZ developed e technology to obtain a temporal coating preserver from by products of the main sugar process, such as cain wax resin and crystal oil, which comes to be very effective for protection of items exposed to very corrosion outdoor environments called Protektor.

This paper shows the technological process and equipment used for this production, which does not impact the environment and is economically advantageous, since it can replace imports and lends itself as an exportable item

INTRODUCCIÓN

La industria azucarera cada día tiende a buscar un mayor desarrollo y aprovechamiento de los subproductos, con vistas a solucionar problemas existentes entre los que se encuentra el fenómeno de la corrosión, talón que afecta grandemente por poseer la industria muchas instalaciones, equipamientos, almacenes de materiales y maquinarias agrícolas metálicas.

Desde hace años en el Departamento de Corrosión del Instituto Cubano de Investigaciones Azucareras (ICINAZ) se comenzó a estudiar la posibilidad de obtención de recubrimientos temporales para la protección de los metales contra la corrosión ambiental a partir de materias primas nacionales, teniendo en cuenta la agresividad del clima cubano y la carencia de medios nacionales para combatir ésta.

Surgió un primer producto al que se denominó Protéktor con magníficas cualidades (ICINAZ, 1997). Posteriormente, y debido fundamentalmente a la disponibilidad de las materias primas y a las necesidades particulares de los usuarios surgen otras variantes del mismo (Ladrón de Guevara, 1983; Ladrón de Guevara**,** 1994) además de continuarse los estudios de evaluación de estos preservos en diferentes esferas de la economía nacional bajo diferentes circunstancias (Monduí, 1997).

La continuación de estos trabajos hasta el presente ha señalado que Protéktor, más que un recubrimiento constituye una línea de productos y fundamentalmente una estrategia

de lucha contra la corrosión ambiental caracterizada por ser capaz de dar respuesta efectiva a la protección en función de la disponibilidad de materias primas y de las condiciones bajo las cuales debe efectuarse esta protección, además de poder lograrse productos competitivos desde el punto de vista técnico-económico y de calidad aparente.

En la producción de las diferentes variantes estructurales de Protéktor se han empleado dos tipos fundamentales de sustancias: un endurecedor (10-20 %) y un vehículo o fase fluida. En la siguiente tabla se muestran los endurecedores y vehículos empleados:

Endurecededor	Vehículo
Cera cruda de caña	Aceite quemado
Cera refinada	Spindle
Resina de cera	Cruda Cristal
Parafina	Aceite de cera
Cal	Petróleo crudo

El recubrimiento temporal puede ser enriquecido adicionalmente con diferentes aditivos para usos específicos (jabones, pasivadores, etc.) según los requerimientos particulares del uso al que se destine.

Adicionalmente, en dependencia de la agresividad corrosiva del ambiente del que se quiera proteger a las estructuras metálicas, el producto obtenido puede ser diluido en nafta hasta un 50 % en peso; y ser aplicado a través de una de las siguientes variantes:

- Inmersión en frío
- Inmersión en caliente
- Spray (mochila)
- A brocha o estopa
- Con rodillo

En este trabajo se muestra la tecnología y el equipamiento para esta producción, que no provoca impacto en el medio ambiente y resulta favorable desde el punto de vista económico ya que puede sustituir importaciones y constituir un renglón exportable.

METODOLOGÍA.

El proceso de elaboración de la línea de recubrimientos temporales “Protéktor” es muy simple y consiste en la adición en un reactor de la cantidad apropiada del vehículo y calentarlo hasta 80ºC, momento en el cual se adicionará el endurecedor manteniéndose la agitación durante media hora. El producto debe ser envasado en caliente para que fluya.

“Protéktor 2” específicamente, se obtiene por la mezcla de aceite cristal o quemado (utilizado) y la cera cruda de la caña o su resina en las condiciones requeridas.

El reactor con sistema de agitación y calentamiento por serpentín se carga con las cantidades requeridas del aceite y la resina. Esta operación se realiza de modo manual y por gravedad. Se mantiene la agitación a 70^0C hasta lograr la total homogenización. En este momento se pueden añadir los aditivos si fuera el caso.

Una vez finalizada la operación, la mezcla se envasa directamente en latas de boca ancha de 5 galones, ya que este producto fluye con facilidad en caliente.

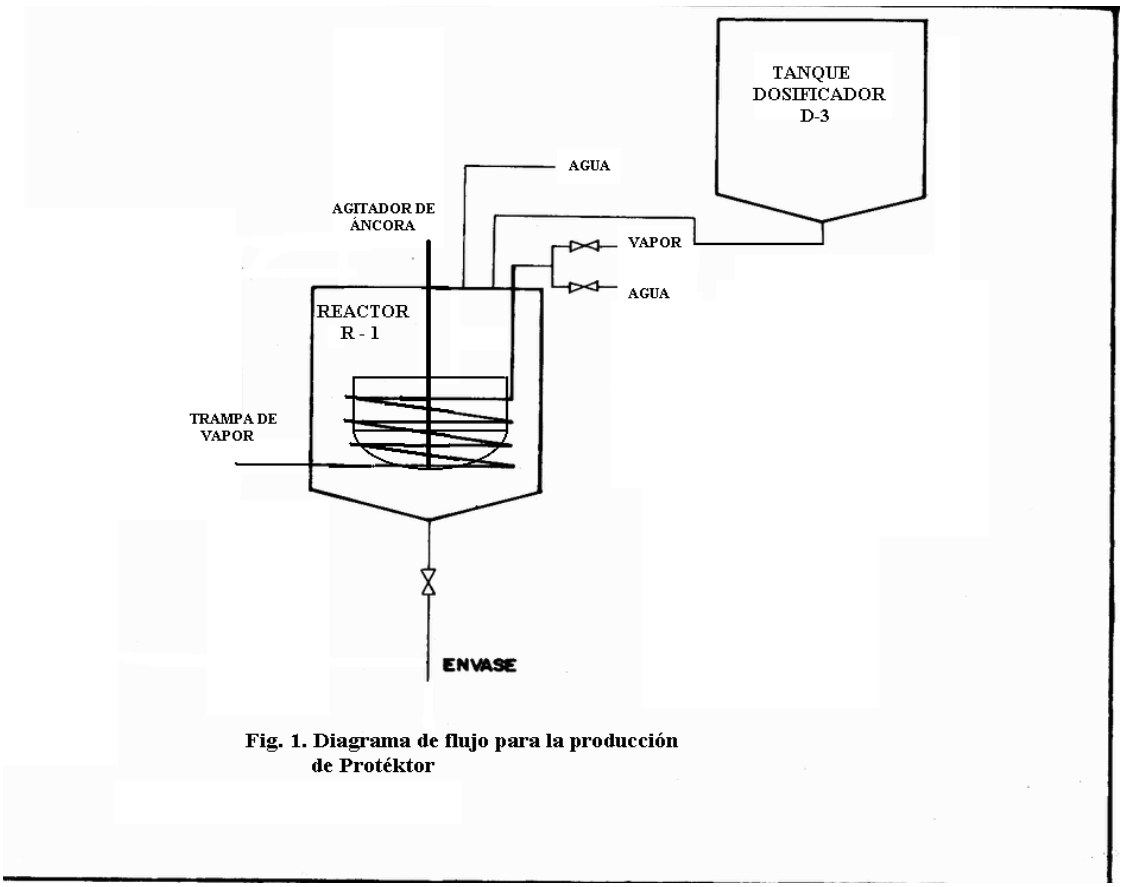


Fig. 1. Diagrama de flujo para la producción de Protéktor

CARACTERÍSTICAS DEL PRODUCTO

En la tabla 1 se muestran las características más importantes de los productos de esta línea y los resultados de su evaluación en probetas situadas en panelarios según la Norma Cubana (NC 12-04-0, 1981).

Como dato relevante de la tabla se destaca la protección que se logra con estos productos que no cede ante los mejores recubrimientos temporales que se ofertan en el mercado para las condiciones climáticas cubanas

Tabla 1. Características de los productos y resultados de la evaluación en probetas de aceros situadas en panelarios.

Características	Concentrado	Diluido (50% p/p)
Aspecto en el envase	Masa semisólida que fluye al calentarse, oscura, con diferentes tonos según el endurecedor	Líquido oscuro muy poco viscoso que puede aplicarse como spray (incluso con mochila)
Aspecto del recubrimiento	Capa homogénea, gruesa, oscura y brillante	Capa homogénea, fina, oscura y brillante
Poder cubriente (kg/m^2)	0.40-0.65	0.10-0.25 *

	según el tipo de aplicación y las materias primas	según la aplicación y las materias primas
Densidad (g/cm^3)	0.90-1.00 según las materias primas	0.80-0.90 según las materias primas
Desconservación	Con estopa y nafta: con facilidad	Con agua caliente a presión: con facilidad; con estopa y nafta: con mucha facilidad
Protección	6 meses en las peores condiciones climáticas (ambiente marino, verano, etc.)	Más de un año bajo techo y con paredes.
Temperatura de goteo (ºC)	38-68	---

* Referido al concentrado

El equipamiento que se requiere es sencillo .

- Tanque dosificador .
- Reactor

Tanque dosificador. Este tanque almacenará el aceite Cristal para alimentar el reactor directamente por gravedad, tiene un volumen de 2.88 m^3 y el material es de acero común.
Reactor Es un tanque cilíndrico con posibilidad de calentamiento y/o enfriamiento a través de un serpentín interior de cobre de 2 pulgadas y 6 vueltas, 4 bafles y sistema de agitación con un impelente tipo áncora, control automático de la temperatura en el reactor y la presión de vapor empleada para el calentamiento y aislado térmicamente .La descarga se realiza por el fondo para el envase que se realiza directo y en caliente.

El volumen es de 3.88 m^3, la velocidad de 80 r.p.m. y un motor de 3 Kw, el material es acero común.
Trampa de Vapor .
Capacidad = 1,3 m^3/h
Presión de trabajo = 3 kgf/cm^2
Material = Acero común.
Las tuberías para la instalación deben ser de 3 y 4 pulgadas.

RESULTADOS

Se definió como obtener el recubrimiento temporal, su caracterización y forma de aplicar. Se elaboró el Anteproyecto para la producción de este Protéktor y otros correspondientes a la línea.

Un proyecto que permitiría la producción de 1200 toneladas por año (trabajando un turno) tiene un costo de inversión estimado en 90 000 USD, . El costo de producción se calcula entre 340 y 440 USD/t en dependencia de las materias primas empleadas.

La producción de un recubrimiento de este tipo redundaría en cuantiosos ahorros debido a las disminución de las grandes pérdidas que ocasiona la corrosión en un ambiente tan agresivo como el de nuestro país, lo cual ha sido ampliamente cuantificado en la literatura nacional e internacional que trata estos problemas.

CONCLUSIONES

- Se desarrolló la tecnología y el equipamiento para la producción de una línea de recubrimientos temporales Protéktor y a la vez esta sirve para otros tipos de productos anticorrosivos.
- Se elaboró el Anteproyecto para una planta de producción de este producto.

REFERENCIAS

ICINAZ. (1997). Ficha técnica de los productos a producir

Ladrón de Guevara, M. E.; J. L. García (1983) "Experiencias en la formulación de recubrimientos temporales" *Informe Interno* ICINAZ

Ladrón de Guevara, M. E. (1994) "Diversas alternativas de Protektor" En: *Fórum de Ciencia y Técnica*, IX

Monduí, R. Angulo, E; Villarreal, Z (1997) "Diseño de nuevos productos anticorrosivos" *Informe I*nterno ICINAZ

NC 12-04-01 (1981) "Método de ensayo de la corrosión atmosférica en las estaciones ambientales"

RECUBRIMIENTO TEMPORAL ANTICORROSIVO PARA LA CONSERVACIÓN DE ESTRUCTURAS DE ACERO

Angulo Acosta, Elier
Monduí González , Rubén
Villarreal Lemes, Zobeida

E-mail: mailto:director@icinaz.minaz.cu

RESUMEN

La conservación de estructuras metálicas siempre ha tenido un peso importante dentro del mantenimiento en la industria azucarera, por otra parte, el ICINAZ ha desarrollado la línea de recubrimientos temporales "Protéktor" (Monduí, 1997) destinados a ese fin a partir de subproductos u otros materiales idóneos que satisfagan las condiciones de conservabilidad solicitadas por los usuarios. Tradicionalmente se han empleado como endurecedores productos relativamente caros tales como cera de caña, resina, parafina etc.

Con el objetivo de reducir los costos de estos productos, mejorar la adhesividad a la superficie, su eficiencia como recubrimiento y teniendo en cuenta algunos antecedentes (Caro, 1982), se ha estudiado el empleo de la cal como endurecedor dentro de la formulación de un recubrimiento empleando diferentes spindles lo cual indudablemente disminuye de manera importante los costos de producción al ser la cal hidratada un producto relativamente barato y de producción nacional y con un mercado tradicionalmente establecido en la producción de azúcar al constituir un importante producto auxiliar en el proceso.

Se tomaron el aceite quemado y el Crudo Cristales en proporciones definidas con tres concentraciones de cal y se determinaron las características físicas de los productos y sus condiciones como recubrimientos a la intemperie y bajo techo durante cinco meses, paralelamente se comprobó su facilidad de desconservación empleando petróleo o keroseno con estopa

Las mejores variantes se mantuvieron en ensayo durante períodos prolongados de tiempo y se reportan los resultados exhibidos, así como un análisis de la factibilidad de su producción.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se simultaneó el estudio de dos formulaciones compuestas de cantidades de óxido de calcio en tres niveles con igual contenido de aceite Crudo Cristales en un caso (33, 43 y 50% p/p de cal) (I-II-III respectivamente) y Aceite Quemado en el otro (50, 55,6 y 60% p/p; teniendo en cuenta la consistencia obtenida en las mezclas) (IV-V-VI respectivamente).

Se prepararon probetas de acero común a las cuales les fueron aplicados en caliente estos recubrimientos empleando técnicas de inmersión o adición mediante rodillo.
Todas las probetas fueron colocadas en panelarios a la intemperie según la Norma Cubana (NC 12-04-01) y se comenzó un estudio en el tiempo mediante observación visual del estado y comportamiento de los recubrimientos, así como su facilidad de desconservación con petróleo o keroseno con estopa, más la capacidad protectora de cada formulación sobre la superficie metálica. Este estudio se programó cronológicamente o inmediatamente después de ocurrir algún fenómeno climatológico.

Se determinaron propiedades físicas de ambas formulaciones o recubrimientos y además se prepararon soluciones al 50% en peso de las formulaciones con mayor contenido de cal y petróleo para probar su solubilidad en ese solvente y aplicarlas a otras probetas por inmersión en frío, colocándolas en condiciones controladas (bajo techo) para vigilar su comportamiento.

Transcurrido un tiempo de ensayo de aproximadamente cinco meses, se prepararon nuevas probetas para ser colocadas a la intemperie con las composiciones con mayores cantidades de cal de ambos recubrimientos y ensayar en el tiempo su capacidad protectora y facilidad de desconservación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las diversas formulaciones preparadas fueron seguidas teniendo como base la observación visual del estado de conservación de las probetas y su facilidad de desconservación, los resultados obtenidos se muestran a continuación:

Tabla 1 Comportamiento de las diversas formulaciones ensayadas en el tiempo

Formu-lación	Modo de aplicación	SEMANAS				
		1ra	3ra	4ta	5ta	21ra
I	Rodillo	Cuarteado pero en buen estado	Duros al tacto, no manchan pero se chorrean	Idem 3ra semana	Buenas condiciones y fácil desconservación	En buen estado, con brillo y fácil desconservación
II	Inmersión	Cuarteado pero en buen estado	Duros al tacto, no manchan pero se chorrean	Idem 3ra semana	Buenas condiciones y fácil desconservación	En buen estado, con brillo, más adherida a la placa, aunque la superficie externa tiene óxido
III	Rodillo o inmer sión.	Cuarteado pero en buen estado	Duros al tacto, no manchan pero se chorrean	Idem 3ra semana	Buenas condiciones y fácil desconservación	Buen estado, con brillo y fácil desconservación
IV	Inmer-sión en caliente	Abultados o como salpicados	No se cuartean ni se chorrean	Idem 3ra semana	Magníficas condiciones y fácil desconservación	En perfecto estado con brillo y fácil de desconservar.
V	Inmersión encaliente	Abultados o como salpicados	No se cuartean ni se chorrean	Idem 3ra semana	Magníficas condiciones y fácil desconservación	En buen estado pero debido a la superficie rugosa presenta puntos de corrosión.Fácil de desconservar.
VI	Inmersión en caliente	Abultados o como salpicados	No se cuartean ni se chorrean	Idem 3ra semana	Magníficas condiciones y fácil desconservación	En buen estado con algunos puntos de óxido en partes rugosas. Tienen brillo y son fáciles de desconservar.

En la sexta semana se realizó una observación adicional después e torrenciales lluvias y las variantes I, II y III se encontraban en peores condiciones que las IV, V y VI.

Los resultados de las propiedades físicas determinadas a ambos recubrimientos según las metodologías establecidas para tales fines, se compilan en la tabla 2.

Tabla 2 Propiedades Físicas de los recubrimientos con mayor concentración de sus componentes

Propiedad	Formulación III	Formulación VI
Espesor	-	25 mm
Densidad	18.61 g/cm^3	17.10 g/cm^3
Poder cubriente	0.02 g/cm^2	0.06 g/cm^2

Los resultados de la prueba de las formulaciones diseñadas con el mayor contenido de cal y los aceites, comparadas con el Protéktor tomado como patrón, se presentan a continuación:

Tabla 3 Comportamiento en el tiempo de las formulaciones diseñadas comparadas con el "Protéktor" tomado como patrón.

Formula-ción	**Modo de Aplicación**	**2 semanas**	**15 semanas**	**26 semanas**	**52 semanas**
III	Inmersión en caliente	Buen estado a pesar de escasas lluvias	Buen estado con algún trabajo para desconser-var	Condiciones peores que con Protéktor de referencia, aparece óxido en la placa, principalmente en la cara expuesta a la intemperie.	Presenta una fina corrosión genera-lizada en la cara más expuesta a la intemperie, la otra cara está en bastante buen estado
VI	Inmersión en caliente	Buen estado a pesar de escasas lluvias	Buen estado desconserva mejor que la III	Perfecto estado con brillo y fácil de desconservar con petróleo o keroseno	Perfecto estado, con brillo y fácil de desconservar con petróleo o keroseno
Protéktor de referencia	Inmersión en caliente	Buen estado a pesar de escasas lluvias	Buen estado y fácil desconser-vación	Estado regular porque hay óxido en los bordes, pero en el centro no. Mantienen brillo metálico después de desconservar	En buen estado, con brillo metálico en la superficie y fácil de desconservar

CONCLUSIONES

- Las formulaciones diseñadas con cal en su composición permiten la conservación de estructuras metálicas tanto a la intemperie como en interiores.
- La formulación con aceite quemado arroja los mejores resultados de conservación hasta un año a la intemperie.
- En todos los casos la desconservación con petróleo o keroseno aplicada con estopa es de fácil ejecución lo que representa una ventaja adicional.
- Los nuevos recubrimientos formulados no difieren en efectividad de otros "Protéktor" de ésta línea, al menos en un período de hasta un año de conservación por lo que su producción y empleo resulta más conveniente desde el punto de vista económico para la mayoría de los usos, que los recubrimientos precedentes

REFERENCIAS

Monduí, R., Ladrón de Guevara, M. y Angulo, E. (1997) “La Línea de Recubrimientos Temporales “Protéktor” para la conservación de estructuras metálicas”. En: Fórum de Piezas de Repuesto, XII

Caro, R.; Monduí, R.; Bango, J: C; Quintero, R. (1982) “La Corrosión y la Industria Azucarera” Editorial Científico-Técnica. Ciudad de la Habana. 229 pp.

NC 12-04-01.(1981) "Método de ensayo de la corrosión atmosférica en las estaciones ambientales"

SIMULACIÓN DINÁMICA PARA UN CLARIFICADOR SIN BANDEJAS

Briceño, C. O.
Zambrano, F. y Gil, N. J.

Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia, CENICAÑA
A.A. 9158, Cali, Colombia, South America
E-mail: cobricen@cenicana.org

ABSTRACT

The Colombian Sugar Industry has to deal with high extraneous matter contents during the rain season. This situation has forced to install several wet and dry cane cleaning stations, but they have adverse consequences as water expense, sucrose losses, air and effluents contamination. CENICAÑA has proposed some actions to improve the operativity and efficiency of the mixed juice clarification process. As a contribution in this objective, the Factory Processes Program of CENICAÑA has developed a dynamic simulation model for a trayless experimental clarifier, which facilitates the calculations of lime and floculants requiered and establishes guidelines to manage the clarification process, handling the gradientes of change for process variables in function of the time.

This work deals with the establishment of a dynamic simulation model for a trayless experimental clarifier designed by CENICAÑA (BRICEÑO et al 1999). For this purpose its operation zones were divided in small layers. For each layer it was formulated a mass balance represented by a differential equation whose form change depending on the zone where the layer is located. To make agile the solution of the differential equations system, the SIMCLAR software was developed (dynamic simulation of clarification).

To collect data and validate the model, the experimental clarifier was installed in the Providencia Sugar Mill in parallel with commercial clarifiers during six months. It was observed a strong correlation between the behavior of the experimental clarifier and the industrial clarifiers (R^2 = 97%), so it is considered that the obtained model can, with certain adjustments, simulate the clarification process and facilitate its automatization.

INTRODUCCIÓN

En los tres últimos años CENICAÑA ha efectuado seguimientos paralelos entre clarificadores clásicos, clarificadores rápidos y el experimental lo que ha llevado por escalamiento al establecimiento de procedimientos operativos más regulares en los procesos industriales de clarificación, un manejo más controlado de la preparación de jugos diluidos y una mejor operatividad que cuando se utiliza la tradicional prueba de jarras o datos de operación de los clarificadores industriales.

Como etapa inicial en el proceso de modelamiento y simulación de la estación de clarificación de jugos de caña se adelantó un seguimiento a una de las estaciones de clarificación con mayor eficiencia en el sector azucarero Colombiano (Ingenio La Cabaña). Los resultados permitieneron llegar a un modelo estadístico que constituye una herramienta útil. Sin embargo su limitada aplicación al espectro total de las características de los jugos manejados por los ingenios indicó la necesidad de emprender el desarrollo de modelos mecanísticos que ofrecieran una mayor cobertura de predicción (CAICEDO, D., et al., 2000)

Con el propósito de establecer un modelo dinámico del comportamiento de los clarificadores se escogió como punto inicial de estudio la unidad experimental desarrollada por CENICAÑA. De esta forma con una aplicación de este tipo se conseguirá entender mejor los procesos físico químicos inherentes a la estación de clarificación y facilitaría la revisión del diseño del clarificador experimental, se desarrollarían los cálculos y diseño de la instrumentación para su operación y control y se facilitaría el manejo de clarificadores industriales tipo rápido existentes en el sector.

MATERIALES Y MÉTODOS

Estructuración y Desarrollo del Modelo Matemático

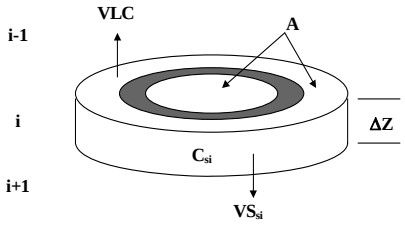
Para la estructuración y estudio correspondiente se tuvieron en cuenta los siguientes elementos: El clarificador experimental tipo rápido diseñado y construido por CENICAÑA, las ecuaciones fundamentales de flujo de fluidos y del proceso de decantación, el ajuste secuencial de los efectos de las variables de operación en el jugo con sólidos insolubles y posteriormente con el lodo y el jugo clarificado (se utilizaron relaciones de balances de masa), el kit de sedimentación del Sugar Research Institute, para establecer los rangos de operación y más específicamente el comportamiento del jugo industrial.

Supuestos básicos del modelo

- Un patrón de flujo ideal, es decir que no hay formación de remolinos.
- La separación de los sólidos del jugo se realiza en la zona de alimentación.
- El flujo de jugo por encima de la zona de alimentación es unidireccional. Así mismo, las partículas sólidas por debajo de la zona de alimentación continúan su curso hacia abajo y salen los lodos.
- Las corrientes ocasionadas por convección térmica se consideran sin mayor valor.
- Los procesos de difusión son regularizados por las condiciones del jugo.
- El jugo ha sido preparado a un pH dado y una temperatura predeterminada.

Modelamiento de las zonas del clarificador

Para efectuar las aproximaciones fisicomecánicas en las diferentes zonas del clarificador se propuso el establecimiento de un elemento diferencial mediante el cual se estableció la masa de sólidos por unidad de tiempo:



(Siglas)

A	Area transversal. [cm²]
C_{si}	Concentración de sólidos de la capa i [g/ cm³]
FVA	Flujo volumétrico del alimento. [cm³/s]
FVC	Flujo volumétrico del jugo clarificado. [cm³/s]
FVL	Flujo volumétrico de los lodos. [cm³/s]
M_i	Masa de sólidos en la capa i [g]
VLC	Velocidad lineal ocasionada por el flujo ascendente (de jugo clarificado). [cm/s]
VLL	Velocidad lineal ocasionada por el flujo descendente (de lodos). [cm/s]
VS_{si}	Velocidad de sedimentación de los sólidos insolubles, si el líquido estuviera en reposo. [cm/s]

Fig. 1. Balance de materia en un elemento diferencial de la zona de clarificación.

Las ecuaciones de trabajo para cada zona fueron :

Zona de clarificación: $$\frac{dM_i}{dt} = Cs_{i+1}(VLC - VS_{i+1})A_{i+1} - Cs_i(VLC - VS_i)A_i$$

Zona de compactación (lodos): $$\frac{dM_i}{dt} = Cs_{i-1}(VS_{i-1} + VLL)A_{i-1} - Cs_i(VS_i + VLL)A_i$$

Zona de alimentación: $$\frac{dMa}{dt} = FC_F - G_w A_w - G_c A_c$$

Integración de los modelos resultantes para cada zona

La concepción del modelo dinámico se fundamenta en el comportamiento de un elemento dado (en este caso las partículas en suspensión) a través de un conjunto de operaciones secuenciales que tienen lugar en diferente tiempo y que por lo tanto se deben considerar dependientes entre sí por los efectos fisicoquímicos que va sufriendo este elemento a través del tiempo. El flujo volumétrico que entra al clarificador es igual al flujo que sale, debido a que el clarificador opera completamente lleno.

FVA = FVL + FVC entonces, FVC = FLA – FLL

Pruebas experimentales relacionadas a la velocidad de sedimentación

La velocidad de sedimentación que todavía es tema de estudio para muchos investigadores (CHHABRA. R., 1995; DARBY. R., 1996) se ve afectada por múltiples factores. Para el caso específico de la caña de azúcar, se destacan la composición del jugo, su método de tratamiento (forma de adición de la cal) y la adición de floculante (cantidad y tipo de floculante).

Con el fin de establecer una relación cuantitativa de la velocidad de sedimentación de las partículas y los parámetros anteriores se realizaron unas pruebas de sedimentación con tres valores diferentes de pH (7, 7.5 y 8.0) que cubren el rango común de trabajo en la industria colombiana. Para cada uno de éstos valores se utilizaron tres dosificaciones diferentes de floculantes (4, 12 y 20 ppm). Con los resultados obtenidos de las pruebas experimentales se efectuó un análisis estadístico que señaló la siguiente expresión para definir la velocidad de sedimentación:

$$Vs_i = 1.072509 - 0.009223*CJ_i^2 + 0.000341*CJ_i^3 + 0.000905*DF*PH^2 - 0.000127*DF*CJ$$

Donde: Cj es la concentración de sólidos insolubles en gramos por litro.

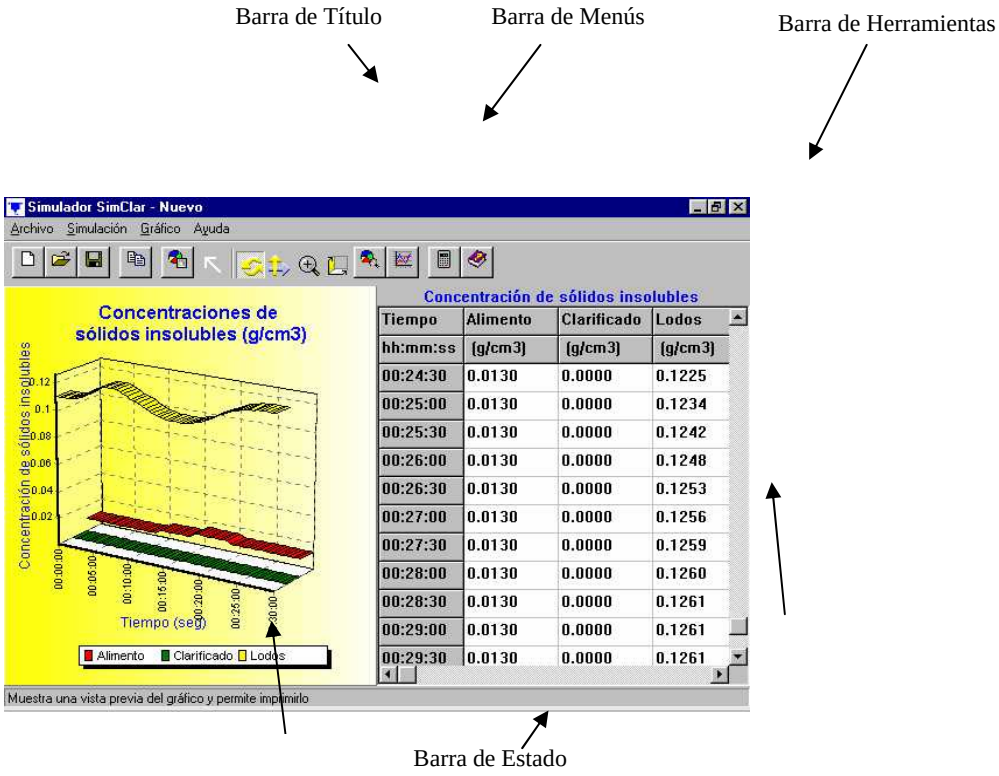
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Elaboración del Programa de Simulación para el Proceso de Clarificación

Resolver el sistema de ecuaciones diferenciales utilizando el método de Runge-Kutta (BRICEÑO. C., et al 2001). Requiere una gran cantidad de cálculos que solo es práctico resolver utilizando como herramienta el computador. Por este motivo se desarrolló el programa SIMCLAR (Simulación dinámica de clarificación) que realiza los cálculos necesarios para la solución del modelo de una manera transparente al usuario del programa.

Presentación del programa

El programa de simulación se desarrolló en Delphi 4.0 y utiliza la plataforma gráfica de Windows 3X y 9X, sigue las normas estándar de Windows en cuanto al manejo de menús, sistema de ayudas y manejo de los cuadros de diálogo y presenta una interfaz gráfica (Figura 2). El usuario debe especificar las dimensiones físicas del clarificador, los flujos volumétricos de alimentación y salida de lodos, concentración del alimento, pH de jugo encalado y dosificación de floculante.



SISTEMA EXPERTO EN TIEMPO REAL PARA EL PROCESO AZUCARERO”

Consuegra, Ramón
Cruz , Gil
Toledano , Sergio
Izquierdo, Jesús

ICINAZ,.
E-mail: consuegra@icinaz.minaz.cu
**ISPJAE. ; ***ICINAZ,

ABSTRACT

Main characteristics of software GRACIL, which is used por control and supervision of industrial process are described. Requierements for experts systems applications are established and, in addition, some aspects related with a program that was designed for this objective at real time, based on GRACIL, is exposed.

Primary results for simulation studies of the system in the sugar industry are described as a demonstration of its technical viability.

INTRODUCCIÓN

El programa GRACIL para el control supervisorio del proceso azucarero ha sido explotado de forma satisfactoria, en un importante grupo de fábricas azucareras cubanas y en el exterior, según Consuegra (2001). Esta situación constituye una buena base para desarrollar un sistema experto en tiempo real para la dirección del proceso.

La inteligencia artificial nació con el fin de desarrollar Sistemas Inteligentes capaces de ejecutar actividades consideradas propias e inherentes a los seres humanos, siendo uno de sus objetivos principales desarrollar herramientas que le permitan a las computadoras realizar funciones consideradas inteligentes; Rodríguez. A. (1998).

El fundamento de las relaciones entre la inteligencia y la computación hay que situarlo en la formulación matemática del razonamiento lógico y entre las ramas de la inteligencia artificial se encuentran los sistemas expertos.

Las empresas se enfrentan a un problema importante: ¿Cómo conservar el cúmulo de conocimientos y experiencias adquiridas?. Las bases de conocimientos son una vía para ello y por este motivo en los últimos años los sistemas expertos constituyen uno de los mas utilizados. Estos son instrumentos adecuados para la conservación de conocimientos lo que facilita el proceso de toma de decisiones; Frenzel. L. (1990).

En el presente trabajo se realiza la incorporación de un sistema experto al GRACIL, para lograr una alta seguridad y rapidez en la toma de decisiones, brindando la posibilidad

de detectar problemas que se presentan en el proceso y elaborando un grupo de recomendaciones destinadas a resolverlos o atenuarlos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Al programa GRACIL le fue incorporado el sistema GRECAIL diseñado para implementar sistemas expertos. GRECAIL es configurable para cualquier proceso y permite la incorporación del conocimiento del experto a través de un procedimiento de creación de bases de conocimientos que contemplan los siguientes aspectos:

— — Configuración de las variables del proceso (tiempo real o no).
— — Configuración de las causas que dan lugar a anomalías en el comportamiento de las variables como es el caso de la desviación respecto a los valores seleccionados como adecuados para el proceso.
— — Configuración de las bases de conocimientos lo que contempla la relación entre variables, así como el conjunto de causas y recomendaciones sugeridas por estos atendiendo al evento que se haya producido.

Como resultado final de todo este proceso de configuración basado en GRACIL se ofrece, en tiempo real, la situación de las variables fuera de rango, las causas y las recomendaciones finales ofrecidas a partir de la base de conocimiento definida por los expertos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación se describe un ejemplo ilustrativo del subproceso de calentamiento del jugo.

Configuración de la variable

Variable del sistema: Temperatura del jugo a la salida de los calentadores.
Estado de la variable: Temperatura baja e inferior a los 100°C.

a) a) **Configuración de las causas**

Causa 1 – Caída de presión de vapor.
Causa 2 – Retención de condensado en el lado de la coraza.
Causa 3 – Estrangulación en la salida de incondensables.
Causa 4 – Aumento excesivo en el flujo de jugo.
Causa 5 – Problemas en el evaporador que afectan el calentamiento primario del jugo.
Causa 6 – Calentador incrustado.
Causa 7 – Equipo roto.

b) b) **Configuración de las recomendaciones según causas**

Causa 1 – Aumentar presión del vapor en el rectificador.
Causa 2 – Abrir salida de condensados.
Causa 3 – Abrir salida de incondensables.
Causa 4 – Bajar molida luego de bajar agua de imbibición.
Causa 5 – Reparar deficiencia.
Causa 6 – Cambiar calentador en operación por equipo limpio.
Causa 7 – Sacar de línea y reparar.

Luego de que el sistema dispone de la base de conocimientos, opera en tiempo real de la forma siguiente:

— — La microcomputadora recibe la información de la variable fuera de rango e indica una alarma de carácter visual o por voz.
— — El técnico o el operador, una vez recibida la información anterior; accede, vía mouse o teclado, a la variable.
— — De forma inmediata recibe la información que relaciona los aspectos causa y recomendación.

CONCLUSIONES

La combinación entre el sistema GRACIL para el control y supervisión del proceso y el sistema GRECAIL asociado a la formulación de sistemas expertos se concretó de forma satisfactoria creándose una base sólida para el ulterior desarrollo a nivel industrial de un sistema inteligente que contribuya a incrementar la eficiencia de la toma de decisiones en el proceso azucarero.

REFERENCIAS

Consuegra, R. y colaboradores (2001). Informe final del proyecto “Control supervisorio del proceso azucarero”. MCITMA, pp. 1-22.

Rodríguez, A. (1998). “La inteligencia artificial”. *Revista GIGA* (3), pp. 20-24

Frenzel, L. (1990). “Crash course in artificial intelligence and expert systems”. Ciudad Habana, Edición EMPES. pp. 1-143.

SISTEMA TECNOLÓGICO ANTI-INCRUSTANTE EN LA INDUSTRIA AZUCARERA

Martínez Aguila, Ricardo
Monzón Jiménez, Rigoberto
Ayoub Aguilera, Mario
Barberena Hernández, Pablo
Fuster Borrego, José Daniel
Horta Morales, Jorge
Dunand Castellanos, Rafael.

CIME (Centro de Investigaciones Metalúrgicas),
E-mail: cime@colombus.cu
ICINAZ (Instituto Cubano de Investigaciones Azucareras),
E-mail: director@icinaz.minaz.cu

ABSTRACT

It is recognized that the water magnetic treatment is a viable technology in the prevention of scale deposits in metallic surfaces. However their application in a set of evaporators of sugarcane factories has found some difficulties related with differences in the thermodynamic state and of composition of the juice of cane in the evaporators.

Recently, the Metallurgical Investigations Center (CIME) has developed a technological system for the reduction and control of the scale based on the magnetic treatment of the clarified juice of cane starting from successive evaluations of the consequences of the treatment and fittings “in-situ” of the magnetic technology. It has been achieved, like minimum, duplicate the historic average of cane milled between operations of cleaning the evaporators and in consequence reduce the number of cleanings for crop season.

INTRODUCCIÓN

Desde hace algunos años, en la prevención y control de incrustaciones, se vienen desarrollando diferentes tecnologías, destacándose por los resultados de su aplicación y factibilidad económica, el tratamiento magnético de fluidos como refiere Spear (1992).

En la industria de la caña de azúcar existen grandes equipos de intercambio calórico, en los que anualmente se invierten cuantiosos recursos por concepto de mantenimiento y operaciones de limpieza de incrustaciones, con los consecuentes gastos en materiales, energía, recursos humanos, entre otros que incluyen pérdidas de tiempo productivo; así como de gastos en el tratamiento y vertimiento de residuales de las limpiezas. Una incrustación reducida mejora la trasferencia térmica y por ende la eficiencia energética de estos equipos, lo que permite disminuir:

- El consumo de vapor durante la explotación y en las operaciones de limpieza.
- Las paradas forzadas para la limpieza de las superficies de calentamiento.
- Los gastos materiales y de recursos humanos en las operaciones de limpieza.
- Los gastos asociados al tratamiento de residuales de las limpiezas.

En la pasada década Zhen y otros (1996) realizaron investigaciones sobre los cambios en las propiedades físicas de soluciones azucaradas al ser sometidas a campos magnéticos estacionarios, haciendo énfasis en el incremento de la velocidad de evaporación en sistema de evaporadores y concluyen que la tecnología magnética presenta excelentes perspectivas en la industria azucarera.

Adicionalmente Cole y Clarke (1996) y Mitterrand y Meckling (1996) desarrollan modelos teóricos propios sobre los efectos de la interacción del campo magnético con el jugo de caña empleando magnetizadores específicos y de su aplicación reportan significativas mejoras en el incremento del tiempo entre operaciones de limpieza y en la eficiencia industrial de fábricas de azúcar.

Por otra parte Martínez y Abad (1998) aplicaron con éxito, en el cuádruple efecto del CAI “Habana Libre”, un tratamiento magnético superficial (TMS) que previene y controla las incrustaciones a partir de la interacción del jugo de caña con la superficie interior de conductos de acero activados magnéticamente. Sin embargo su introducción en la producción, como tecnología magnética, aún requería solucionar problemas vinculados con el ajuste del TMS en los equipos magnetizadores a las variables de calidad, caudal y estado termodinámico del jugo de caña en los vaso-evaporadores para los tipos de sistemas de evaporación presentes en la industria.

Recientemente Martínez y otros (2001) desarrollaron la tecnología magnética del Sistema Tecnológico Anti-incrustante (STA MAGCIME), basado en el TMS, para minimizar los efectos indeseables de las deposiciones calcáreas en las superficies metálicas de intercambio calórico en conjuntos de evaporación de complejos azucareros, de manera que se incremente la transferencia térmica promedio durante la explotación de estos equipos y por ende la eficiencia energética de los mismos que determinan la estabilidad y buena marcha del proceso de producción.

El STA MAGCIME consiste en sucesivas evaluaciones del estado de la transferencia calórica del conjunto de evaporación y ajustes “in situ” del TMS del jugo para obtener una máxima efectividad en cuanto al control de las incrustaciones; lo cual se logra con el empleo de magnetizadores bipolares MAGCIME de acción externa y variables en sus características magnéticas.

MÉTODOS APLICADOS

A partir de informaciones preliminares y del estudio del conjunto de evaporación se lleva a cabo la instalación y ajuste inicial de los equipos magnetizadores del STA. Posteriormente, para la evaluación de la efectividad del TMS se realizan:

- Mediciones de presión absoluta en calandrias y cámaras de evaporación en cada vaso.
- Mediciones de los flujos másicos del jugo (entrada y salida) y del condensado de cada vaso.

- Análisis del Brix del jugo a la entrada y salida de los vaso-evaporadores.
- Inspección visual de las superficies metálicas de intercambio calórico, antes y después de las operaciones de limpieza de los vasos-evaporadores.
- Toma de muestras y análisis de composición de los depósitos de los vaso-evaporadores.
- Control de molienda de caña diaria y acumulada.
- Control de los tiempos de paradas y de las incidencias que las ocasionaron.
- Mediciones de dureza del jugo clarificado.

En los ciclos entre operaciones de limpieza de los vaso-evaporadores se siguió la variación temporal de la presión en el cuerpo normalizada a la presión en la calandria del vaso y al caudal del jugo de entrada. Este parámetro refleja el estado de limpieza de las superficies y representa una medida indirecta del intercambio calórico y por ende de la eficiencia energética del vaso, que a su vez determina el tiempo de trabajo o volumen de jugo evaporado por el vaso.
Generalmente uno de los vasos del múltiple efecto limita la transferencia calórica (se ensucia) y determina el fuera de servicio para la operación de limpieza, por lo que los sucesivos ajustes del TMS y evaluaciones comienzan con el vaso crítico.

RESULTADOS

Para el pre-evaporador II del CAI “Boris Luis Santa Coloma”, en el gráfico de las figuras (1) se muestra la disminución de la relación de presiones cuerpo - calandria con el acumulado de caña molida como consecuencia del crecimiento de las incrustaciones. Se puede observar que el ciclo, entre operaciones de limpieza de este equipo, se extendió a 7,4 millones de @ de caña molida con la aplicación del STA. En la figura (2) se muestran los depósitos calcáreos sin y con TMS.

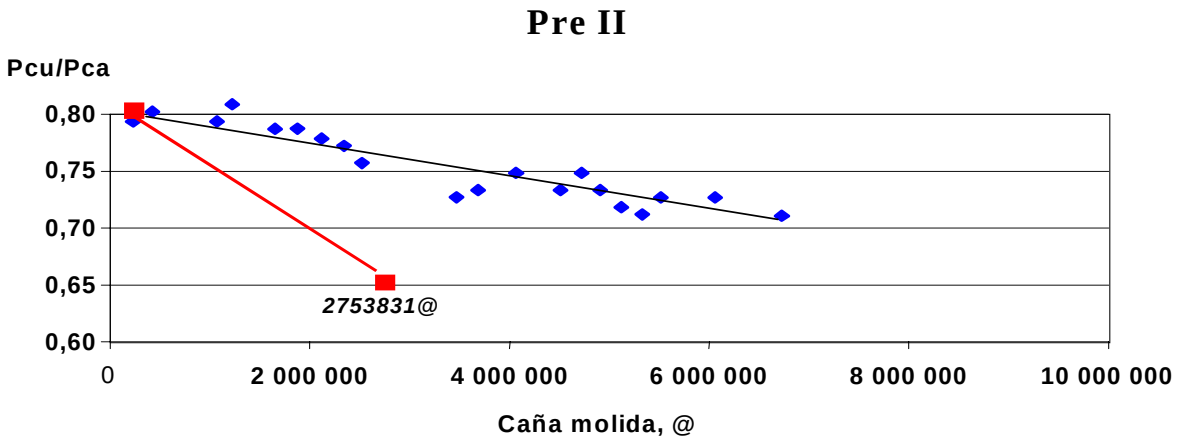


Figura.1 Comportamiento de la variación de Pcu/Pca vs Caña molida, @:

Sin/con TMS (línea de mayor/menor pendiente).

Figura 2 Deposiciones calcáreas en las superficies de intercambio sin y con TMS

Como complemento de la aplicación del STA, en la tabla (1) se reflejan indicadores alcanzados en este CAI y en la tabla (2) los resultados en el aumento de los ciclos entre limpiezas y utilidades por zafra en diferentes complejos azucareros.

Tabla 1 Comparaciones entre indicadores de la zafra 2000 vs la zafra 2001

Indicadores principales	Zafra 2000 (sin STA)	Zafra 2001 (con STA)
Caña molida, @	20 081619	24 680 225
Azúcar producida, TM	28 135	34 570
Días de zafra	120,8	119,7
Promedio molida diaria, @	166 296	206 205
Aprovechamiento, %	64	79
Tiempo perdido en Evaporación y Purificación, %	4,14	1,55
Brix de meladura, %	62,19	64,47
Consumo de ácido, TM	14,4	7,3
Indice de consumo de ácido, gr/TM caña	63	26
Consumo de sosa, TM	22,6	10,9
Indice de consumo de sosa, gr/TM caña	99	39

Tabla 2. Resumen de resultados de la aplicación del STA MAGCIME

CAI	Molida	Producción	Superficie	Ampliación	Utilidades

	diaria (@)	de azúcar diaria, TM	evaporación (pie^2)	periodos entre limpiezas (N^o veces)	por zafra (pesos)
Habana Libre	153 000	191	20 000	3.0	192 000
Boris L. Santa Coloma	206 205	289	40 362	2.5	325 000
Gregorio A. Mañalich	196 692	248	49 441	2.0	316 422
Hector Molina	480 000	600	101 520	2.0	649 778
Carlos M. Céspedes	320 000	400	81 763	2.0	523 283
30 de Noviembre	450 000	562	79 200	2.0	506 880
Pablo Noriega	70 000	88	20 000	2.2	140 000
Total	-	-	-	-	2 653 364

Los utilidades en una zafra por la introducción del STA MAGCIME en las referidas fábricas indican que con aproximadamente el 39 % de las mismas se recuperan los costos de inversión, si se toma en cuenta que el CIME ha tenido ingresos por esta aplicación de alrededor de 1 000 000 pesos. Estos resultados económicos adolecen de no incluir posibles ahorros por el incremento de la vida útil de partes y piezas de los vaso-evaporadores; entre otros, como los vinculados al medio ambiente y a la estabilidad fabril.

CONCLUSIONES

- Se desarrolló una tecnología magnética, el STA MAGCIME, para la prevención y control de las incrustaciones en vaso-evaporadores de la industria azucarera que permite incrementar los tiempos de trabajo entre operaciones de limpieza con mayor eficiencia energética.
- La introducción del STA MAGCIME en CAI azucareros conduce a considerables beneficios técnico – económicos que posibilitan amortizar los costos de inversión en menos de una zafra.
- La introducción del STA MAGCIME en la industria azucarera disminuye los vertimientos de residuos al medio ambiente y los costos de tratamiento de los mismos en más del 50 %.

REFERENCIAS

Spear, Mike. (1992). “Growing Attraction of Magnetic Treatment”. *Process Engineering*, Vol.73(5), May, p. 143

Zhen, B. y otros. (1996). “Magnetic Field and the Evaporation Rate of Sugar Solutions”, *Int. Sugar Jornal*., Vol. 98, No. 1165

Cole, F and Clarke, M. (1996). “Benefits of permanent magnets in factory evaporation”, *Factory Processing*, pp 278-279,.

Mitterrand, P and Meckling, J. (1996). “Sugarcane evaporator scale control technology”. Factory Processing, pp 276-277,.

Martínez, R. y Abad, J. (1998). “Tratamiento Anti-incrustante en Sistema Evaporadores de la Industria Azucarera” En: *Forum de Ciencia y Técnica*, XII, Cuba,.

Martínez, R.; Vila, R.; Monzón, R.; Barberena, P. y otros. (2001). "Sistema Tecnológico Anti-incrustante" En: *Forum de Ciencia y Tecnica*, XIII. Cuba.

TECNOLOGÍA DE LECHO FLUIDIZADO PARA PIRÓLISIS RÁPIDA DE BIOMASA VEGETAL

Mesa P. J. M [a]
Olivares G. E [b]
Rocha J.D[b]
Cortez .B.L.A[a,b]
Brossard L. E. P[C]
Seyes O[e,b]**;**
González L.E.B[e,b]

[a] Faculdade de Engenharia Agrícola -FEAGRI/UNICAMP, Cidade Universitária "Zeferino Vaz", Barão Geraldo, CP 6011, 13084-971, Campinas SP, Brazil, Fax: 55(19)3788-1010,
[b] Núcleo Interdisciplinar de Planejamento Energético, NIPE/UNICAMP, Campinas, SP, Brasil
[c] Faculdad de Ingeneria Química - FIQ/Universidad de Oriente; Cuba
[d] FEQ/UNICAMP; [d]Faculdade de Engenharia Mecânica - FEM/UNICAMP
E-mail: cortez@agr.unicamp.br; jmesa@ct.unicamp.br; brossard@fiq.uo.edu.cu

ABSTRACT

It is presented a detailed analysis of the fluidized bed technology developed at Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP – in Brazil. It is a Brazil-Cuba joint-research that aims to optimize the quality and yields of the bio-oil and charcoal from sugar cane bagasse and elephant grass fast pyrolysis process. It is discussed the strategies employed to achive the technology optimization and its scale up indicating the main barriers during the reactor running.

A 100 – 250 kg/h dry biomass capacity demonstration plant was built and it is producing charcoal for the iron ore processing. The bio-oil will be recovered through a multi-venturi system which is being assembled.

INTRODUCIÓN

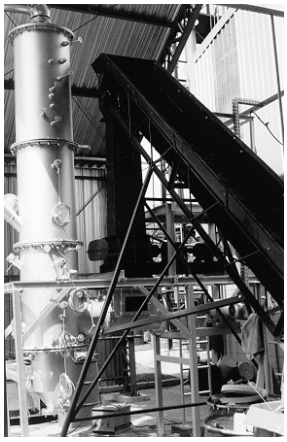
A partir de la década del 70 muchos programas de investigaciones fueron implementados con el objetivo de desarrollar tecnologias alternativas de conversión termoquímica de la biomasa vegetal, fundamentalmente la gasificación y la pirólisis. En este sentido muchos trabajos se han desarrollados en busca de correlaciones que permitan describir los procesos de conversión termoquímica de la biomasa vegetal en reactores de lecho fluidizado.

La obtención de gas combustible y de síntesis a partir de la tecnologia de gasificación y obtención de carbon vegetal, combustíbles líquidos (bio-óleo) y gasiosos a partir del proceso de pirólisis, usando biomasa vegetal como insumo inicial, recibe en la

actualidad una atención especial por parte de instituciones de investigaciones y gubernamentales, universidades y empresas vinculadas a la produción y comercialización de energia eléctrica. El futuro de estas tecnologias a partir de biomasa vegetal es promisora. Sin embargo los estudios desarrollados en laboratórios y plantas piloto para la obtencion de modelos matemáticos casi siempre describen el comportamiento de los parámetros de operación como la temperatura, velocidad de calentamiento, etcétera, sin vincularlos con los parámetros de calidad de los subproductos de la pirólisis.

MATERIALES Y MÉTODOS

La planta piloto esta compuesta de un reactor de lecho fluidizado, un sistema de separación de los finos de carbón, sistema para la condensación de bio-óleo y una chimenea para la quema de los gases. El reactor es cilíndrico y esta construido de chapas de acero al carbono de 3 mm de espesor, el diámetro exterior es de 584 mm y esta revertido internamente con 184mm de aislante refractario hasta la altura del free-board (200 mm).
El sistema está dividido en diferentes zonas ínter ligadas por flanges que facilitan la manutención. Una vista de la planta se representa en la siguientes figuras.

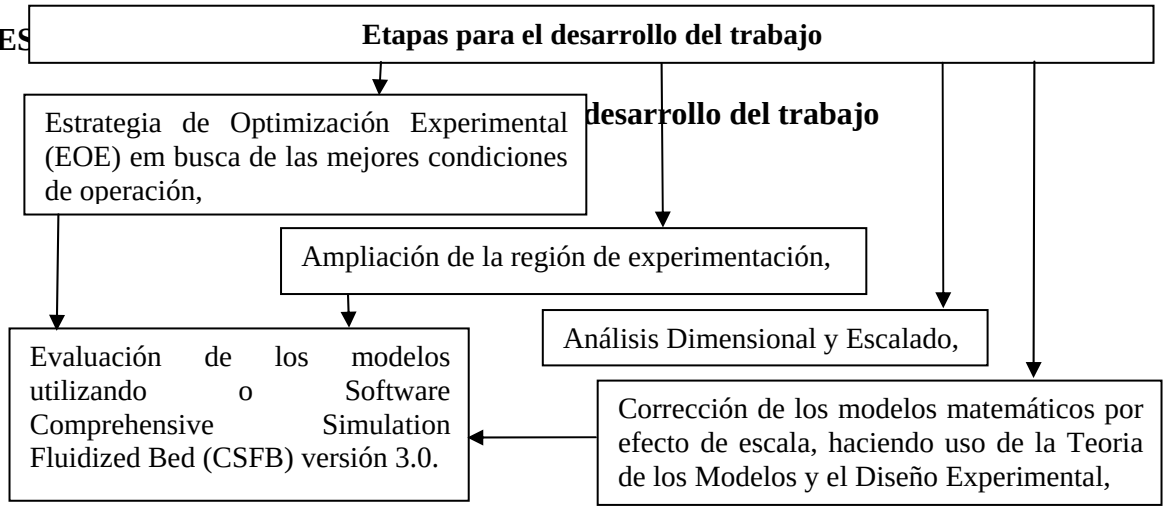


nsportadora **Figura 3 Vista lateral de la planta**

Monitoriamento de los datos experimentales

Un sistema de adquisición de datos unido a un computador es usado para leer la temperatura en diferentes puntos del reactor en el tiempo. Muestras de carbón se retiran a través de un sistema que permite esta operación durante el funcionamiento continuo de la planta. La composición de los gases se cuantifican de forma continua mediante analizadores de monóxido y dióxido de carbono, los cuales presentan además un sistema de limpieza de gases.

RES



Variables que influencian en la operación del reactor

Un análisis de las posibles variables de posible influencia en la operación del reactor de lecho fluidizado posibilita diferenciarlas entre variáables dependientes e independientes. **Brossard, et al (2001)**

Variables dependientes (se dividen en variáables de proceso y de calidad)

Proceso:

1. 1. Temperatura de los gases productos en la altura del reactor,
2. 2. Tiempo de residencia de las partículas en el reactor,
3. 3. Composición de los gases a la salida del reactor.

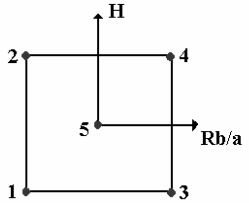
Calidad:

1. 1. Rendimiento de carbón y bio-óleo,
2. 2. Calidad de los subproductos de la pirólisis (carbón y bio-óleo),

Variables independientes (se dividen en cuatro grupos fundamentales)

Grupo 1. Biomasa	**Grupo 2:Inerte**	**Grupo3:Altura estática del lecho de inerte.**	**Grupo 4: Flujos másicos entrando.**
. 1.Diámetro promédio del conglomerado de partículas, . 2.Densidad aparente, . 3.Humedad . 4.Tipo de biomasa	1. 1. Diámetro promédio del conglomerado de partículas, 2. 2. Densidad aparente de lecho, 3. 3. Tipo de inerte	Esta variáble define la zona en la cual la biomasa será alimentada. La alimentación en la fase densa puede provocar travamiento de material en la rosca.	. 1.Flujo másico de biomasa, . 2.Flujo másico de aire, . 3.Temperatura del aire a la entrada.

Cuando se trabaja con un tipo específico de biomasa y material inerte, las varáables de los grupos 1 y 2 permanecen constantes. La temperatura de entrada del aire solo tendrá cambios significativos cuando es precalentado. Luego, las variáables de los grupos 3 y 4 pueden agruparse de la siguiente forma para cada tipo de biomasa.

Variables independientes	**Zona de experimentación**
1.Relación másica biomasa/aire (**Rb/a**) 2.Altura estática del lecho de material	

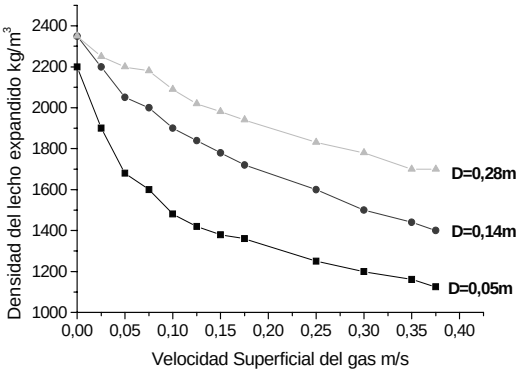
inerte (**H**)	

Definición de los niveles de las variábles independientes

Los niveles deben ser fijados de forma tal que la relación estequiométrica biomasa/aire genere temperaturas adecuadas para el proceso de pirólisis rápida y de fluidización. La situación anterior se complica cuando el agente fluidizador es aire, necesitandose inerte con características tales que evite segregación y altas temperaturas.

Necesidad de Escalar.

El comportamiento hidrodinámico de los reactores de lecho fluidizado, varia con el diámetro del reactor (D). En la siguiente figura se muestra dicho efecto asi como los principales números adimensionales que goviernan la hidrodinámica (Ar Arquímedes; Fr Frouder; Re Reynold, factores geométricos). **Wen-Ching (1999)**



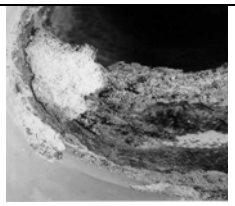
$$\frac{\rho_f \rho_s d_p^3}{\mu^2}, \frac{\rho_s}{\rho_f}, \frac{\upsilon_0^2}{gL}, \frac{\rho_f \upsilon_0 D}{\mu}, \frac{\rho_s \upsilon_0 d_p}{\mu}, \frac{L}{D}, GR, \varphi, PSD$$

$$Ar = \frac{F_g}{F_\mu} \qquad Fr = \frac{F_i}{F_g} \qquad \mathrm{Re} = \frac{F_i}{F_\mu}$$

Figura 5. Influencia del diámetro del reactor en la hidrodinámica del lecho.

Algunas dificultades encontradas durante el funcionamiento del reactor.

Dificultades	Posibles causas	Fotografía	Soluciones
Travamiento de la rosca	Diferencias muy grandes entre las densidades del material inerte y la biomasa alimentada.		Alimentación de la biomasa encima de la fase densa del lecho. Basta fluidización

Reflujo de gases	Distribución heterogénia de la temperatura dentro del reactor Camino prferenciales (sitema rosca – silo)		Ajuste de las condiciones de operación Sistema de cierre en el silo Presurización de la rosca
Sinterización	Altas temperaturas (>850) Altos contenido de cenizas en la biomasa		Disminución de la temperatura de partida. Ajuste de las condiciones de operación.

CONCLUSIONES

La unidad piloto trabaja de forma estable durante pirólisis rápida y régimen de fluidización burbujiante. La efectividad de la EOE está determinada por los niveles de los factores, definiendo la operación del reactor y la calidad de los productos de la pirólisis. El escalado es una necesidad por las grandes distorsiones que ocurren. El uso de programas de modelación como el CSFB minimiza el tiempo de experimentación aumentando efectividad. La combinación de métodos estadístico, teoría de los modelos y modelación matemática son herramientas indispensables para garantizar operación estable del reactor y productos de calidad comercial.

REFERENCIAS

Brossard, L., Cortez, L., Mesa, J.,Bezzon, G.,Gomez, E. (2001), The Strategy of empirical research and optimization process. *Pesquisa Operacional*, Brazil, Vol. .21(1), pp. 91-107

Wen-Ching,Y. (1999), Fluidization solids handling and processing. Westwood, New.York, pp. 1-

TECNOLOGÍAS Y EQUIPOS QUE DISMINUYEN EL TIEMPO DE OPERACIÓN DEL PROCESO

González Martínez, Gilberto, MSc
Vázquez Borges, Clotilde

ICINAZ
E-mail: mailto:director@icinaz.minaz.cu

RESUMEN

Se analizan las ventajas y principales difilcultades que introduce la utilización de evaporadores peliculares tubulares y de placas en el esquema de uso de vapor de baja presión. Entre las ventajas pueden citarse menores tiempos de residencia y pérdidas de sacarosa. Las principales desventajas de este tipo de tecnología son , altos costos de operación productos de elevadas tasas de recirculación de los jugos en los evaporadores peliculares de tubos, y en los de placa incrementos en los costos de limpieza.

Entre las mejoras que introducen la circulación forzada en tachos se destacan la disminución del tiempo de operación que este tipo de tecnología ofrece, así como el incremento en el rendimiento de cristales de las masas cocidas y de la caída de pureza masa-miel.

Con respecto a las principales desventajas de la implementación de la agitación mecánica en tachos se tiene el elevado costo de los sistemas de reducción de velocidad motor-agitador ofertados por firmas foráneas, existiendo una solución prometedora a nivel nacional.

Se reportan datos bibilgráficos y de evaluaciones tecnológicas realizadas por los autores.

MATERIALES Y MÉTODOS

La tendencia mundial actual en los procesos de evaporación en la industria azucarera de caña y remolacha se encamina hacia la utilización de evaporadores de película (ascendente y/o descendente) y de placas en lugar de evaporadores tipo Robert de calandria corta. Estos equipos presentan como característica fundamental, menores tiempos de residencia del jugo dentro de los vasos, lo cual acorta el ciclo de operación de éstos y por este concepto la termodestrucción de sacarosa y el incremento de color disminuye apreciablemente.

En evaporadores que presentan tiempos de residencia inferiores a 2 minutos es posible concentrar jugos a pH normales (6.8-7.0), a temperaturas de 118 ºC en un primer vaso, con incrementos de coloración insignificantes. El desarrollo de color en evaporadores

que trabajan entre 65 y 90 ºC (últimos dos cuerpos) cualquiera sea el diseño, es despreciable

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los aspectos mencionados anteriormente se discuten en las siguientes tablas.

Tabla 1. Comparación del diseño tradicional y pelicular

	Película Descendente	Película Ascendente	Robert
Superficie (m^2)	3 000	3 000	3 000
Long. tubos (m)	15	7.0	2.5
Diam.equipo (m)	2.586	3.786	6.448
Flujo Jugo (t/ h)	250	250	250
Brix entrada	11	11	11
Brix salida	16.6	16.6	16.6
Tiempo resid. (min.)	0.548	4.962	15.884

Se aprecia que para un misma superficie calórica y flujo de alimentación, se logran incrementos de concentración del jugo iguales con equipos más compactos, que ocupan menor espacio en sentido horizontal con tiempos de residencia de 0.5 minutos aproximadamente para el evaporador de pelicula descendente (E.P.D), de 5 minutos para el evaporador de pelicula ascendente (E.P.A). y de 15 minutos en un evaporador convencional.

La sacarosa destruida por inversión resulta ser de 95% en error relativo menor para un E.P.D y de 68 % en un E.P.A., con respecto al diseño convencional.

Los coeficientes de transferencia de calor de los evaporadores Robert son altos al inicio del ciclo de trabajo, pero disminuyen a medida que la superficie calórica se va incrustando, mientras que en el de película descendente el coeficiente se mantiene aproximadamente constante, lo cual es demostrativo del no ensuciamiento de los tubos . La limpieza de estos equipos se realiza cada 25-30 días.

Los E.P.D. pueden trabajar con muy pequeñas diferencias de temperatura; esto implica que el sistema de evaporación pueda operar con últimas etapas a temperaturas elevadas (80 - 95 ºC), de donde se pueden realizar extracciones para los calentamientos iniciales del jugo mezclado-alcalizado (el calentador con vapores del vaso melador se transforma en condensador de superficie).

Los E.P.D. tienen como principales problemas operativos la deformación de los tubos, lo cual puede resolverse usando tubos de menos de 10 m de longitud o instalando bafles para un adecuado soporte de los tubos. También se presenta en ocasiones insuficiente humedecimiento de los tubos calóricos, lo cual se soluciona incrementando la recirculación del jugo hasta 1.5 veces la de operación, lo cual implica mayores costos de operación.

Tabla 2. Efecto del calentamiento del jugo claro en un E.P.A.

Calentamiento	**U (kw/m^2**	**Diferencia de presión**	**Carga**

jugo claro	ºC)	(kPa)	equivalente (m)
Sí	2.58	6.3	0.64
Si	2.43	6.5	0.68
No	2.24	11.6	1.18
No	2.35	11.5	1.17

El principal problema operativo de estos equipos está dado por el bajo nivel de líquido dentro de los tubos (del 5 al 10% de la altura total de estos), por lo que resulta difícil mantener dicho nivel con métodos tradicionales de control. Cuando al E.P.A. le sigue un vaso al cual se le realiza una extracción que representa el 85 % de su evaporación, se producen oscilaciones severas y perturbaciones en el régimen de trabajo del mismo (ejemplo: extracciones a tachos discontinuos).

Los evaporadores de placas han sido introducidos a partir de 1989 en la industria azucarera, principalmente de remolacha. Son equipos muy compactos, se pueden instalar placas en series originando las llamadas torres evaporativas, por ejemplo, tres placas en serie conforman un evaporador de 5000 m^2 /efecto de superficie calórica con una longitud total de 32 m y 4 m de diámetro. Pueden operar con diferencia de temperaturas vapor-jugo en ebullición muy pequeñas, exhibiendo coeficientes globales de transferencia de calor 40% superiores a los Robert.

Tabla 3. Caracterización de los evaporadores de placas

Parámetro Corrida	Flujo jugo (l/h)	ªBrix Ent	Sal.	Tiemp.operac. (h)	U(kw/m^2ºC) Placa	Robert	Tiempo residencia (seg.)
1	9.0	24.6	34.1	279	2.8	1.87	-
2	12.8	24.1	33.3	12	3.67	2.41	-
3	21.2	24.8	29.6	29	3.46	2.75	35
4	6.1	23.9	41.7	36	3.14	2.13	-
5	6.1	17.4	32.4	40	3.37	2.32	17

Con 12 h de operación se alcanza el valor más alto del coeficiente y aún para 279 h el evaporador de placas supera al Robert.

Agitación Mecánica

Ventajas que conducen a un resultado positivo en el proceso fabril:

1. 1. Reducción del tiempo de cocción de las masas al mejorar la transferencia de calor y masa de éstas. Durante la evaluación realizada en el C.A.I. “Pablo Noriega” se pudo constatar que el tiempo de cocción promedio de las masas de agotamiento, con circulación mecánica fue de 4 horas contra 6 horas como promedio histórico para este tipo de masas con circulación natural..

2. 2. Posibilidades de trabajar con un régimen de presiones bajas. En la evaluación antes mencionada se pudo operar establemente con una extracción de vapor del segundo vaso del múltiple toda la estación de cocción, lo cual significa un ahorro de vapor de 12.75 t / día, a un nivel de presión entre 111.4-124.7 kPa (entre 2 y 4 psig).

3. 3. Incremento en el rendimiento de cristales (Se obtuvo valores de 35-36% con agitación vs 28-30% sin agitación).

4. 4. Mayor uniformidad en la formación y crecimiento de los cristales de sacarosa, corroborada por un menor coeficiente de variación de las dimensiones promedio fundamentales.

Este principio y su materialización presentan algunas desventajas entre las que se citan: el costo de inversión para adquirir el reductor de velocidad y el de la energía eléctrica para accionar el agitador mecánico. Se ha encontrado una solución nacional para el primer problema utilizando reductores construidos en el país. El segundo aspecto se mejora utilizando motores no sobredimensionados.

La evaluación técnico-ecónomica de la agitación mecánica en tachos en el C.A.I. "Pablo Noriega ", arrojó valores entre 1-2 zafras para el tiempo de recuperación de la inversión.

CONCLUSIONES

- Se aprecia que el patrón de flujo de película descendente presenta valores del tiempo de residencia y pérdidas de sacarosa significativamente inferiores con respecto a los otros diseños,
- El calentamiento del jugo claro a valores cercanos a la saturación en evaporadores de película ascendente permite una mejor formación de la película lo cual se traduce en mayores coeficientes de transferencia de calor.
- Se concluye que para el diseño de placas el coeficiente de transferencia de calor es como promedio un 33 % superior al diseño Robert al cabo de 12 días de operación.
- La agitación mecánica representa una solución atractiva en centrales con déficit de capacidad instalada en tachos y/ó en aquellos en que se necesite una racionalización energética en el área de cocción. Redunda también en la obtención de azúcares comerciales de mayor calidad.

REFERENCIAS

De Viann, M .(1993). *Proceeding of Australian Society of Sugar Cane Technologists*. Sección de Fabricación , pp. 3413 –3418

Pune, P. (1994). *Energy Workshop*, pp. 1572-1577

Morgenroth, B. (1997) ; *Zuckerindustrie* Vol. 122(10), pp. 700-711

Guillat, M.(1996). *Zuckerindustrie* Vol.121(9), pp. 709-714

Vázquez, C. , González,G. (1998). Estudio de la Agitación mecánica en tachos. *Informe interno* ICINAZ.

TRANSMISOR DIGITAL DE DENSIDAD Y CONCENTRACIÓN DT301

Orellana Alves, Evaristo

ABSTRACT

The density and concentration measurement in liquids is necessary in many industrial process. In some of them, the homogeneity, regularity and quality of the final product depends on absolutely of this control. The on line digital density and concentration transmitter is ideal for the continuous measurement and control of these variables giving to the industrial process the necessary accuracy and reliability. This work resumes the last advances in the search for one effective cost and accurate on line density and concentration transmitter.

INTRODUCCIÓN

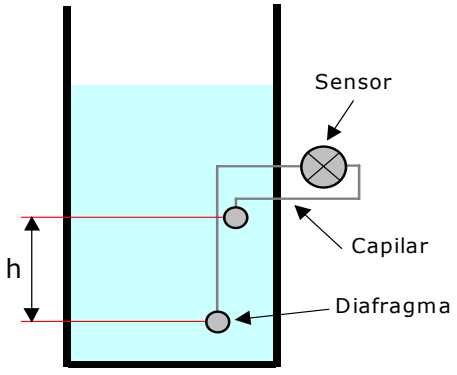
Diversos procesos industriales requieren medición continua de la densidad para operar eficientemente y garantizar calidad y uniformidad al producto final. En esta categoría se incluyen ingenios de azúcar, cervecerías, destilerías, lácteos y petroquímicas entre otras industrias. La densidad es uno de los mejores indicadores de la composición de un producto. Fue usada, por ejemplo, por Arquímedes para determinar que la corona de oro del rey Heiro no era pura.

En los ítems a seguir presentaremos las características de un nuevo transmisor para la medición continua de la densidad y la concentración directamente en los procesos industriales.

En el ítem 2.0 será presentado el transmisor digital de densidad y concentración, DT301; en el ítem 2.1 su principio de funcionamiento; en el ítem 2.2 las formas de instalación y montaje; en el ítem 2.3 los detalles de calibración y partida; en el ítem 2.4 son presentados los detalles de operación y mantenimiento.

En el ítem 3 se hace la comparación del DT301 con las otras tecnologías disponibles para la medición de densidad.

En el ítem 4 presentamos un listado de las aplicaciones mas frecuentes de este transmisor.



$$DP = h.g.\rho$$

$$\rho = \frac{DP}{h.g}$$

El transmisor digital de densidad y concentración de inmersión – DT301

El DT301 utiliza el principio de medición de la presión diferencial entre dos puntos

separados por una distancia fija y conocida para calcular con precisión la densidad y la concentración en líquidos.

Principio de funcionamiento

El equipo utiliza un sensor de presión diferencial tipo capacitivo que se comunica mediante capilares con los diafragmas sumergidos en el fluido de proceso, separados por una distancia fija.

La presión diferencial sobre el sensor capacitivo será directamente proporcional a la densidad del líquido medido (ver figura y fórmulas). Este valor de presión diferencial no es afectado por la variación del nivel del líquido ni por la presión interna del tanque.

El transmisor de densidad DT301 posee además un sensor de temperatura localizado entre los diafragmas para efectuar la corrección y normalización de los cálculos tomando en cuenta la temperatura del proceso. Con la temperatura del proceso también se corrige la distancia entre los diafragmas y la variación volumétrica del fluido de llenado de los capilares que transmiten la presión de los diafragmas al sensor capacitivo.

Dado que el sensor de presión diferencial utilizado es del tipo capacitivo, éste genera una señal digital. Como el procesamiento posterior de dicha señal se realiza también digitalmente, se obtiene un alto grado de estabilidad y exactitud en la medición.

Con la información generada por el sensor de presión diferencial capacitivo y la temperatura del proceso, el software de la unidad electrónica efectúa el cálculo de la densidad o de la concentración, y transmite una señal de 4-20 mA proporcional a la escala de densidad o concentración seleccionada por el usuario (º Brix, º Plato, º Baumé, g/cm^3, etc.).

La misma información podrá ser accedida en el indicador digital local o, de forma remota, a través de comunicación Hart.

Los transmisores inteligentes de densidad DT301 ofrecen una exactitud de ± 0,0004 g/cm^3 (± 0,1 ºBrix), y pueden ser utilizados en medición de densidades desde 0,5 g/cm^3 a 5 g/cm^3.

Este método de medición es inmune a variaciones de nivel del recipiente e puede ser utilizado tanto en tanques abiertos a la atmósfera como en tanques presurizados. La única obligatoriedad es que ambos diafragmas deben estar en contacto permanente con el líquido que se está midiendo.

Otra importante ventaja de este transmisor es su robustez, ya que no posee partes móviles y no se ve afectado por vibraciones de la estructura de la planta, diferentemente de los medidores de densidad basados en la oscilación de un elemento sensor.

Instalación y montaje

Siendo el DT301 una unidad única e integrada, su instalación se torna muy simple, necesitando de apenas una penetración en el recipiente. Esta característica lo diferencia de otros sistemas de medición.

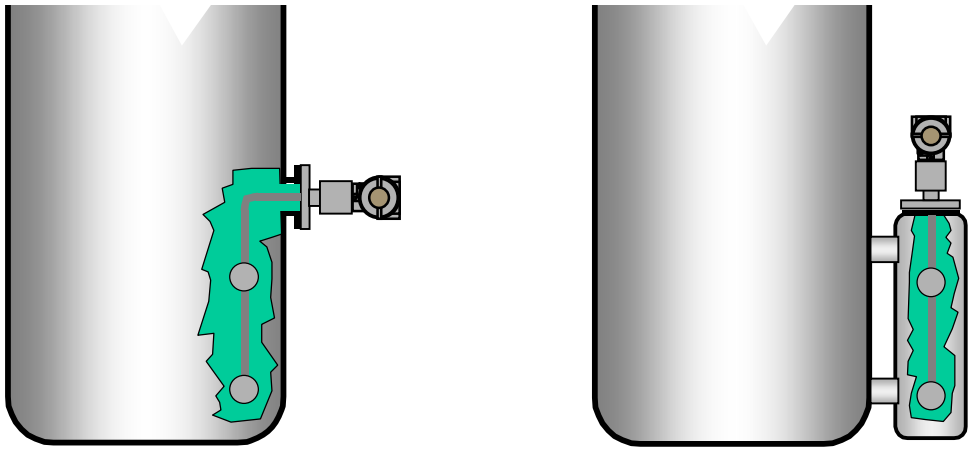
Esta línea de transmisores de densidad incluye un modelo industrial con montaje bridado (foto de la derecha) y un modelo sanitario con conexión al proceso usando abrazadera tipo tri-clamp (foto de la izquierda).

En el modelo sanitario, la sonda que permanece sumergida en el fluido de proceso tiene remate superficial pulido, de acuerdo con la norma 3A para evitar depósito de producto e crecimiento de bacterias.

Ambos modelos pueden ser montados de forma lateral (en tanques) o en la superficie (en tanques de muestreo). Como el indicador digital puede ser girado, la lectura será cómoda en cualquier posición que el dispositivo se haya montado.

El DT301 puede ser montado sin la interrupción del proceso y debido a su principio de funcionamiento no requiere ningún tipo de calibración especial en laboratorio para comenzar a funcionar. Basta energizarlo para que el DT301 comience a medir inmediatamente pues éste deja la fábrica ya calibrado en la unidad y en el rango de medición seleccionados por el usuario.

Montaje en tanques



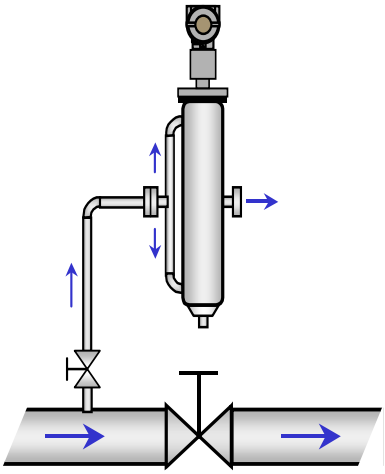
Montagem lateral

En general, el modelo mas adecuado para montaje en tanques es el modelo curvo. Éste modelo es montado en la pared del tanque, con una conexión bridada o un tri-clamp.

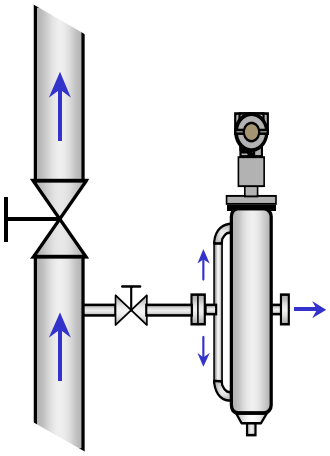
Cuando no es posible instalar el transmisor directamente en el tanque se puede utilizar un pequeño tanque de muestra externo (ver figuras arriba).

Montaje en línea

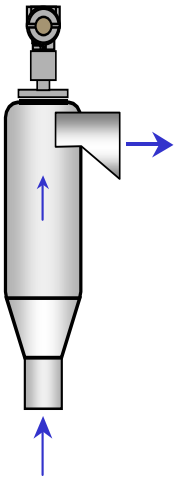
En los procesos en que no se disponga de recipientes o tanques de almacenamiento



Instalação em linha horizontal



Instalação em linha vertical



Medição por transbordamento

para hacer la medición es posible instalar el DT301 en línea. Para tal efecto basta intercalar en la línea un tanque de muestra por el cual circule el

fluido de proceso, tal como se ve en los ejemplos arriba (figuras de la izquierda y del centro).

Como la entrada del producto en el tanque de muestra se produce simultáneamente por la parte superior e inferior, la medición no es afectada por la velocidad de circulación del fluido.

Otra alternativa de montaje es el uso de tanque de muestra con descarga por derramamiento, en esta configuración el producto entra por la parte inferior e transborda en la parte superior (figura de arriba a la derecha).
De esta forma, se dimensiona el recipiente para que la altura de la columna de líquido fija, que transborda, cubra completamente los diafragmas repetidores de presión del transmisor.

Calibración y partida

El DT301 se calibra en la fábrica en la unidad de Ingeniería y en el rango de medición designados por el usuario, de esta forma basta instalar el equipo y energizarlo para que este comience a medir. En caso de re-calibración o re-programación del rango de trabajo basta conectar al transmisor un programador de campo (hand-held) y efectuar la operación, sin la necesidad de interrumpir el proceso. Como los cálculos de densidad y normalización por temperatura se realizan en la misma unidad no son necesarios otros datos además del rango de densidad o concentración en que se va a trabajar.Una característica fundamental de este transmisor es que no es necesaria su calibración en laboratorio.

La alimentación se realiza por el mismo par de hilos de comunicación de 4-20mA y para la prueba del lazo de control durante la partida, el transmisor puede generar una salida de corriente constante definida por el usuario.

En caso que el usuario necesite que el valor de densidad o concentración sea expresado en una unidad diferente de las normalmente usadas, por ejemplo % de sólidos, dos opciones están disponibles:

- - un polinomio de 5º grado con los coeficientes configurables para realizar la correlación entre la función de la unidad del usuario y la densidad;
- - una tabla de 16 puntos con dos entradas para lograr la linealidad de la función que relaciona la unidad del usuario con la densidad.

Habilitando una de estas dos opciones, el transmisor de densidad y concentración medirá primariamente la densidad en cuanto que la indicación local y la salida digital seguirán la función cargada en el polinomio o en la tabla.

Operación y mantenimiento

El transmisor de densidad DT301 ofrece una indicación directa y en unidades de ingeniería del valor de la densidad del líquido, así como de la temperatura del mismo, tanto en el indicador local como a través de la comunicación digital.

Este transmisor fue proyectado para poder trabajar con fluidos sucios, sin necesidad de filtración. El diseño de los diafragmas hace que sea muy poco frecuente el depósito de producto sobre ellos, de esta forma no es necesaria la limpieza periódica del equipo. El modelo sanitario fue proyectado especialmente para trabajar con sistemas de limpieza CIP, asegurando que todas las partes del transmisor que tengan contacto con el proceso sean alcanzadas por el fluido de lavado del sistema CIP.

El transmisor digital de densidad y concentración DT301 comparado a otras tecnologías

El Transmisor Digital de Densidad y Concentración, DT301, tiene muchas ventajas sobre otros tipos de transmisores de densidad. Entre otras, se consigue una exactitud de 0,03 % en comparación a 0,1-0,5 % para otras tecnologías, permitiendo la obtención de un producto con calidad mas uniforme, además de proporcionar economía de aditivos y energía. Otras ventajas incluyen una instalación mecánica y eléctrica mas fácil.

Medidor Nuclear

Este método requiere, desde el momento de la instalación licencia especial debido al uso de fuentes radioactivas. Además se debe verificar periódicamente si no existe fuga de radiación en la instalación, lo que dificulta y encarece el montaje y el mantenimiento del sistema. La instalación comprende la fuente, el detector, la unidad electrónica y el cableado entre ellos. Como la fuente de radiación requiere una alimentación de potencia, no puede ser alimentado por un único par de hilos.

Este sistema solo puede ser utilizado en líquidos en movimiento, por lo tanto no puede ser instalado en tanques.El transmisor de densidad DT301, no requiere ninguna certificación especial, ofrece una exactitud mejor que la de los transmisores nucleares, es una única unidad integrada, la alimentación y la comunicación se hacen por el mismo par de hilos y puede ser utilizado tanto en tanques como en línea.

Medidores de Diapasón Vibrante

Debido al consumo elevado, los transmisores de diapasón vibrante requieren alimentación separada del lazo de control de 4-20 mA. La exactitud para este tipo de transmisor es inferior a la que se consigue con el transmisor de densidad DT301.

El costo del DT301 es muy inferior a los que se disponen con tecnología de diapasón vibrante, no necesita de alimentación auxiliar y es mas robusto por que no posee partes móviles o vibrantes.

Medidores Coriolis

Los transmisores de flujo másico tipo Coriolis miden la densidad como uno de los parámetros pero son instalados en línea en el tubo y consecuentemente son inadecuados para mediciones en tanques. Son también de dificil instalación y remoción. Otros problemas son: la inter-cambiabilidad, que no se puede practicar porque no hay ninguna norma para reglamentar las dimensiones, y la limpieza del tubo vibrante, que es difícil, particularmente para os tubos no rectos. Por causa de su consumo de potencia, los transmisores Coriolis no se pueden beneficiar del sistema a dos hilos y requieren cableado adicional para la alimentación. La exactitud para este tipo de transmisor es inferior a la ofrecida por el DT301. La tecnología del medidor Coriolis usa un tubo vibrante, lo que representa una desventaja en relación con el transmisor DT301 que no tiene partes móviles.

Densidad Inferida

Este método utiliza un transmisor de presión diferencial con sellos remotos o sino dos transmisores de presión. De este modo se mide la presión diferencial entre dos puntos, con lo que se puede inferir la densidad. Normalmente se hace necesario una medición adicional de temperatura para efectuar los cálculos de compensación. La instalación requiere el montaje de los tres transmisores y en algunos casos, de computadores de

campo, donde se realizan los cálculos. En general, el cálculo de densidad se obtiene en un sistema central y por lo tanto, no está disponible en el campo.

El DT301 es una unidad única e integrada, por lo tanto, requiere una única perforación en el tanque. Además, los cálculos de densidad y compensación de temperatura son hechos en la propia unidad electrónica no necesitando por lo tanto de hardware adicional con la ventaja de que las indicaciones están disponibles en el campo.

Refractómetro

Los refractómetros no son sistemas a 2 hilos y por lo tanto requieren alimentación externa con cables separados; la unidad electrónica está separada e interconectada al sensor a través de un cable. La exactitud de los refractómetros es inferior a la que se consigue con el DT301.

El refractómetro requiere que el prisma que hace la refracción de la luz esté siempre limpio, por lo tanto, cuidados especiales deben ser tomados en la instalación para que no ocurra la acumulación de residuos. Este tipo de medidor solo puede ser aplicado en fluidos en movimiento, por lo tanto, es inadecuado para instalación directa en tanques.

Hidrómetros

Los hidrómetros no suministran medición continua. Son utilizados para mediciones periódicas, tomando muestras del producto. Algunas aplicaciones requieren precauciones especiales pues pueden exponer a los operarios a substancias tóxicas o corrosivas al momento de la tomada de muestras o en su manejo posterior. La exactitud de la medición que se puede obtener con estos medidores es muy baja.

Análisis de laboratorio

De la misma forma que en la medición con hidrómetros, en la medición por análisis en laboratorio se debe tomar una muestra del fluido de proceso y proceder a su análisis en el laboratorio.

A pesar de que la exactitud conseguida en la medición de la densidad o concentración en laboratorio puede ser muy buena, en muchos casos los valores obtenidos no corresponden a la realidad pues las condiciones ambientales del proceso no pueden ser reproducidas en el laboratorio, lo que puede ocasionar errores en los análisis.

En procesos que varían rápidamente (por ejemplo, en algunos procesos de fermentación), el tiempo de demora en el análisis puede llevar a tomar decisiones erróneas, pues el valor conseguido durante el análisis carece de validad en el proceso.

El transmisor de densidad DT301 ofrece medición en tiempo real de lo que está aconteciendo en el proceso en las condiciones en que se encuentra el líquido. De este modo, la medición es mucho mas confiable que la que se puede obtener en laboratorio.

Aplicaciones

La versatilidad del DT301 permite al usuario utilizar la unidad de medición mas indicada de acuerdo al proceso. La indicación de este transmisor puede estar expresada en unidades de densidad tales como g/cm^3, kg/m^3, lb/ft^3, densidad relativa (@20 ºC, @4 ºC) o concentración (º Brix, º Baumé, º Plato, º INPM, ºGL, % de sólidos).El cambio de una unidad de medición por otra no implica la necesidad de re-calibración del transmisor.Algunas de las aplicaciones mas frecuentes son:

- **Refinerías de óleo:**
  - Medición de óleos vegetales

- **Fábricas de azúcar y alcohol:**
  - Medición del grado Brix en el mosto y en las mieles,
  - Medición del grado Brix en el jugo
  - Medición del grado Brix de la meladura en los evaporadores,
  - Medición del grado alcohólico,
  - Medición del grado baumé de la lechada de cal.

- **Industrias alimenticias:**
  - Medición de concentrados de jugos de frutas,
  - Medición de cremas y leches condensadas,
  - Medición de mieles, jaleas, etc.

- **Industrias de bebidas:**
  - Medición del grado plato en fermentadores de cerveza,
  - Medición del grado plato en cocedores de cerveza,
  - Medición del grado alcohólico,
  - Medición del grado Brix en dilución de mieles,
  - Medición de concentración de jugos.

- **Industrias químicas y petroquímicas:**
  - Medición de concentración de ácidos
  - Medición de tolueno
  - Medición de soda cáustica
  - Medición de leche de cal
- **Industrias de pulpa y papel:**
  - Medición de la dilución de hidróxido de potasio,
  - Medición de la concentración en licores (licor negro, licor verde, etc.),
  - Medición del lodo de la lechada de cal,
  - Medición de la concentración de soda,
  - Dilución de almidón
  - Dilución de cenizas

Conclusión

El transmisor digital de densidad y concentración de inmersión por diferencial de presión hidrostática, DT301, que puede ser utilizado para monitoreo y control de procesos industriales, ofrece un feedback en tempo real con altísima precisión de la densidad y la concentración de líquidos.

Este transmisor posee características que hacen que su desempeño sea superior a transmisores que utilizan otras técnicas para medición de densidad y concentración.

El transmisor de densidad y concentración DT301 puede, virtualmente, ser aplicado en todos los segmentos industriales.

UNA EXPERIENCIA SINGULAR, ENERGÍA PRODUCIDA CON CONDENSADO

Echevarría, Angel
Herrera, Lidia
Lora, Irma
Barrueta, Teresa
Navarro, Gilberto
Navarro, Efraín

Instituto de Proyectos Azucareros, Carretera de la CUJAE km 2 ½ Rancho Boyeros C. Habana
E-mail: iproyaz@iproyaz.colombus.cu

RESUMEN

En el trabajo se desarrolla la Ingeniería Básica y la Ingeniería de Valor de las soluciones técnicas necesarias para lograr la presurización de los condensados. El trabajo también aporta las soluciones necesarias para eliminar las deficiencias que presentaban algunos equipos con la evacuación de sus condensados. Los cálculos demuestran la factibilidad de las soluciones aportadas, las cuales permiten de conjunto el incremento en el ahorro de combustible, del agua tratada, la disminución de las aguas residuales y de las emanaciones de los gases de invernadero.

El trabajo presenta la novedad de la presurización del condensado contaminado además del puro lográndose ahorro de combustible con factibilidad económica.

INTRODUCCIÓN

El central refinería Camilo Cienfuegos tiene una capacidad de molida de 560 000 @/día y 1000 t/día de refino para lo cual consume petróleo para suplir el déficit de bagazo.

Por tal motivo el ahorro de combustible tiene gran importancia para esta fábrica.

El trabajo que exponemos desarrolla varias alternativas que dan respuestas a estas necesidades.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se elaboró una Tarea Técnica conciliada con el cliente.

Se hizo un levantamiento de los esquemas de recolección y uso del condensado.

Se utilizaron también planos e información técnica de las instalaciones del central que estaban en nuestro poder o del central.

Se realizaron mediciones de temperatura del condensado.
Se realizaron cálculos de caída de presión para flujo en dos fases (líquida y gaseosa).
Se utilizó el programa de computación SIECONS avalado por el Frente de Proyectos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Cada variante conlleva una inversión y determina un costo de producción diferente; en lo adelante les ofrecemos tablas y análisis relacionadas con ellos, ya que son los que deciden cual es la mejor variante

Tabla resumen de consumos

Variantes	Consumo			Mano de obra adicional
	Petróleo t/d	**Agua tratada t/d**	**Electricidad kw-h/d**	**Pesos/d**
Esquema de Evaporación futuro pero sin presurizar el condensado y sin resolver contaminación	120	2976	No se pudo calcular por falta de datos	0
Presurizar el condensado puro y resolviendo la contaminación	91	1608	No se pudo calcular por falta de datos	0
Igual que el anterior pero además calentando el jugo alcalizado con condensado contaminado colectado a presión atmosférica, con detección de contaminación en el laboratorio (Variante .I)	68	89	1540	30
Igual que el anterior pero con la detección de la contaminación de los equipos por medios automáticos y continuos (Variante II)	68	89	1540	0
Igual que el anterior pero además presurizando el condensado contaminado (Variante III)	66	89	1427	0

Resumen de la incidencia de los condensados en los costos totales de producción.

A continuación aparece la tabla resumen por variantes. El precio del petróleo fue el de Mayo/01.

INGENIERÍA DE VALOR ANALIZANDO LAS 3 VARIANTES DE INVERSIÓN

	VARIANTE 1		**VARIANTE 2**		**VARIANTE 3**	
Costos Directos por dia	**Mt**	**Div**	**Mt**	**Div**	**Mt**	**Div**
Petróleo	18.489	15.749	18.489	15.749	17.945	15.286
Electricidad	86	86	86	86	80	80
Agua tratada	42	36	42	36	42	36
Total de Materiales	18.617	15.871	18.617	15.871	18.067	15.401
Salarios	38	12				
Gastos de Mantenimiento	14	9	15	10	16	11
Otros Gastos	2	1	0	0	0	0
COSTOS DE						

OPERACION	18.671	15.893	18.633	15.881	18.084	15.412
Depreciación	56	32	59	34	63	36
Costos Totales de Producción por dia	**18.727**	**15.925**	**18.692**	**15.915**	**18.147**	**15.448**
días de Zafra	150	150	150	150	150	150
Costos Totales de Producción por año	**2.809.048**	**2.388.793**	**2.803.741**	**2.387.209**	**2.721.995**	**2.317.260**

Los valores de costos son la parte del costo de producción que está relacionado con los condensados.

Como puede verse de la tabla anterior lo que más influye en el costo es el petróleo significando aproximadamente el 99 % del costo total.

Costos totales en 10 años y análisis de los resultados

Para comparar las variantes nos basamos en las salidas de efectivos que conllevaría cada variante en un periodo de 10 años. Esto es así porque para todas las variantes las entradas producidas por las ventas son iguales.

La salida en efectivo acumulada por años es la suma de la inversión inicial mas los costos de operación acumulados por años.

La mejor variante es la que tenga una salida de efectivo acumulada menor.

Para las dos monedas la mejor variante es la Variante III. Otro elemento importante es que la Variante III que es la que tiene mayor inversión se convierte en la mejor variante ya en el mismo 1er año de producción.

Además se observa que la Variante I es mejor que la Variante II en un horizonte de 10 años para la divisa, lo cual quiere decir que no es conveniente instalar la detección automática de la contaminación en todos los equipos

.

Incidencia de la presurización y la eliminación de la contaminación del condensado en los costos de insumos de petróleo y agua tratada.

Ver los resultados en la siguiente tabla.

COMPARACIÓN DE LOS COSTOS DE INSUMOS DE PETROLEO Y AGUA TRATADA

	Esquema de evaporación Futuro sin presurizar el Condensado y sin resolver La contaminación		**Esquema de evaporación futuro presurizando el condensado y resolviendo la contaminación**	
Costos Directos	**Mt**	**Div**	**Mt**	**Div**
Petróleo	32 628	27 792	24 743	21 076
Agua tratada	1 399	1 189	756	642
Total de Materiales	34 027	28 981	25 499	21 718
días de Zafra	150	150	150	150

Costos de petróleo y agua tratada al año	**5 104 008**	**4 347 137**	**3 824 799**	**3 257 699**

.

En cualquier caso lo que hay que invertir se recupera en muy poco tiempo con lo que se ahorra. Como ejemplo se puede señalar para la variante III.
Inversión: 542 725 USD.
Ahorro en 150 días: 2 021 711 USD.

En 41 días se recupera la inversión en divisas

CONCLUSIONES

Las soluciones técnicas que proponemos resuelven con seguridad y economía la evacuación de los condensados hacia los tanques de recolección de condensados presurizados.

Para éste central es necesario instalar tanques trampas como medio para extraer el condensado de todos los equipos que descarguen en un tanque de recolección de condensados presurizado a cualquiera de las presiones utilizadas.

Lograr presurizar el condensado y resolver la contaminación del mismo brinda un gran potencial de ahorro de divisas por concepto de ahorro de petróleo y agua tratada que va desde 1 millón hasta 2 millones de dólares en una zafra de 150 días.

La mejor variante es la Variante III, o sea, lo mejor es presurizar además del condensado puro el condensado contaminado para tener mayor aprovechamiento del calor en el calentamiento del jugo.

Le sigue la Variante I lo cual quiere decir que es más conveniente hacer la detección de la contaminación de cada equipo como está concebido en la actualidad y no de forma automática en cada equipo como se hace en las variantes II y III.

La Variante III mejoraría aun más si se elimina la inversión provocada por el exceso de automatización utilizada en la detección de la contaminación para todos los equipos.

En las tres variantes introducimos mejoras en el uso del condensado que tienen un gran peso en el ahorro de divisas por ahorro de agua tratada y petróleo, siendo de particular importancia la posibilidad de no tener que utilizar agua tratada para la Casa de Carbón y además ahorrar el vapor para calentarla.

Incursionamos en Tecnologías Más Limpias ya que en todas las variantes propuestas se logran menores impactos negativos al disminuir las emisiones de gases y líquidos contaminantes

REFERENCIAS

Hugot ,E. (1986). Handbook of Cane Sugar Engineering, 3 rd Edition.

MINAZ. (1971). “Indices de Capacidades para Ingenios de Cuba”. Editorial Ciencia y Técnica Instituto Cubano del Libro.

VENTAJAS TÉCNICO ECONÓMICAS DE LA REMODELACIÓN DE CALDERAS

González Gálvez, Armando
Suárez Polcari, Pedro Luis

Instituto Cubano de Investigaciones Azucareras (ICINAZ)
E-mail: mailto:director@icinaz.minaz.cu

INTRODUCCIÓN

Lo novedoso de la realización de este tipo de trabajo consiste en realizar un diagnóstico a las calderas existentes ya sea en operación o que estén fuera de servicio; o de componentes principales que existan en un central o industria que mediante una valoración del equipo o componentes se valore su posible recuperación o utilización mediante esta técnica de valoración de diagnóstico.

OBJETIVOS

- Introducción de la ingeniería cubana en la remodelación y recuperación de calderas.
- Competencia en esta rama técnica con otras entidades cubanas y extranjeras.
- Posicionamiento del mercado por los precios preferenciales que se ofertan por la prestación de estos servicios.
- Futura penetración de este tipo de mercado en otras ramas no azucareras.

DESARROLLO

El desarrollo de este trabajo le proporciona y facilita al cliente que se le oferte de una forma muy dinámica y económica obtener resultados productivos y financieros muy significativos a partir de una inversión muy modesta con los propios recursos existentes y mediante un trabajo profesional de ingeniería y diagnóstico recuperando gran parte de los componentes lo que hace más novedosa la remodelación; proporcionando además, que a un bajo costo, poder adquirir el completamiento de los recursos y componentes que logrando llegar a resultados industriales similares al de un equipo adquirido completamente nuevo a precio mucho más elevado, incluso al doble de su precio original que puede llegar de 1.5 a 2 millones de dólares, mientras que con estos trabajos de ingeniería y diagnóstico podemos llegar a obtener los mismos resultados con un valor de entre 0.5 y 1 millón de dólares; siendo esta actividad una fuente de competencia tanto en el mercado nacional como internacional para la adquisición de divisas a nuestra entidad.

Por lo anteriormente expresado, hemos desarrollado el presente trabajo con el que pretendemos ilustrar mediante ejemplos concretos y generales la forma en que se realizan

estas actividades dentro y fuera del país, proporcionando los trabajos, cálculos, resultados y valoración económica de los mismos.

Basándonos en estos diagnósticos y remodelaciones, podemos obtener un incremento en la eficiencia o de la capacidad de generación de vapor en las calderas , o ambos inclusive.

Mediante la repotenciación de las calderas, nos evitamos, tener que adquirir un nuevo equipo para una instalación energética, por lo que se debe entrar a valorar las ventajas que esto nos representa.

Por tanto, podemos resumir que la aplicación de una remodelación a una caldera partiendo de un diagnóstico nos favorece en:

1. 1. Arribar a resultados satisfactorios, según los requerimientos del cliente a precios económicos contra lo que significaría la adquisición de un equipo nuevo.
2. 2. No tener que realizar gastos de una nueva instalación.
3. 3. La vida útil será comparada con la inversión inicial.
4. 4. La mayor inversión que se realiza en este tipo de trabajo está en el desarrollo del trabajo con inteligencia, iniciativa y creatividad.

ANÁLISIS ECONÓMICO

Si valoramos una remodelación de una caldera 25 ton/h; 18 a.t.a. la cual puede encontrarse de forma obsoleta en cualquier complejo azucarero y efectuamos un diagnóstico a los componentes de la misma, se puede llegar a los siguientes resultados:

La adquisición de una caldera nueva de esa capacidad puede valer 1.5 millones de dólares.

Si analizamos después del diagnóstico los componentes recuperados, mas el refractario y otros insumos puede utilizarse mas del 50 % de los mismos, al procederse a un rediseño con esos componentes se le puede aumentar la capacidad y eficiencia a dicha caldera obteniéndose un nuevo equipo de otras características e incluso mas novedosa teniendo un valor de uso mucho mayor al de su valor original, y su costo solo se invierte un 50 % de componentes nuevos de su valor inicial.

Ejemplo: En este tipo de remodelación se debe reponer toda la tubería de la caldera y un 50 % del refractario, así como parte de los componentes del horno, calentador de aire, conductos de gases y aire, etc.

Por tanto después de realizada la remodelación se obtiene una nueva caldera de igual o mayor capacidad con una eficiencia que puede ser igual o mayor a la original a un costo casi de un 50 % del valor que pudiera costar y adquirirse un equipo de igual capacidad con esas características.

En el país, en las industrias del MINAZ existen unas 700 calderas de las cuales el 60 % se encuentran en operación ya que el resto están fuera de servicio por estar parados los centrales azucareros.

Si valoramos de las 13 provincias del país que se encuentran haciendo zafra y tomamos 1 caldera de cada provincia por cada zafra siendo conservador con la disponibilidad de los recursos al alcance de cada provincia se podrían hacer 13 calderas remodeladas en el país por zafra.

Si tomamos como ejemplo que una caldera en estos momentos de 25 ton/h y 18 a.t.a con parrilla y módulo de eficiencia su valor en el mercado internacional varia entre 1 y 1.5 millones de dólares; con esta misma capacidad tomamos una caldera fuera de servicio y se le hace el diagnóstico correspondiente y se remodela mediante los argumentos antes expuestos, se le puede restablecer o aumentar su capacidad y su eficiencia valorando su costo en un 50 % menos que el valor de una caldera de esa misma capacidad adquirida en el mercado internacional.

Debe valorarse que este tipo de trabajo es mucho más económico y factible de desarrollar en Empresas cuyo poder adquisitivo de financiamiento no es muy amplio dándole facilidades de instalación y precios muy favorables.

Ejemplos de remodelaciones de este tipo se han realizado dentro de la gama de Calderas instaladas en la Industria Azucarera Cubana entre las que podemos citar:

- Calderas Evelmas.
- Calderas Retal.
- Repotenciación de Calderas Alemanas, Reto, etc.
- Caldera para la combustión de petróleo (crudo nacional) en Refinería José A. Echevarría.
- Caldera recuperadora de la Fábrica de Gas Manufacturado de Melones (CUPET).
- Caldera Pirotubular de la Empresa Empacadora Habana (MINAL).

Además, están:

- Caldera Babcock brasileña del Ingenio Montelimar de la República de Nicaragua.
- Caldera Babcock brasileña del Ingenio Javier Guerra de la República de Nicaragua.

También queremos destacar los trabajos de Diagnóstico e Ingeniería que se han realizado dentro y fuera del país con los que se han alcanzado meritorios resultados, dentro de los que podemos citar:

- Calderas Alemanas del CAI “Camilo Cienfuegos”.
- Caldera Babcock de la Destilería Habana.
- Caldera compacta soviética de la Destilería Habana.
- Caldera Evelma del CAI “Harlem”.
- Caldera Evelma del CAI “Pablo de la Torriente Brau”.
- Caldera Babcock del CAI “Enrrique Varona”.
- Caldera recuperadora de la Fábrica de Gas Manufacturado de Melones (CUPET).
- Calderas del Ingenio “Montelimar” en la República de Nicaragua.
- Calderas del Ingenio “Javier Guerra” en la República de Nicaragua.
- Calderas del Ingenio “Germán Pomares” en la República de Nicaragua.
- Calderas del Ingenio “Benjamín Zeledon” en la República de Nicaragua.
- Calderas Babcock del CAI “Mañalich”.
- Calderas Evelma del CAI “Fajardo”.
- Calderas Retal del CAI “Cuba Libre”.
- Calderas Retal del CAI “Enrrique Varona”.
- Calderas Combustion de la Cervecería Manaca.
- Calderas Combustion del CAI “Camilo Cienfuegos”.

- Calderas Alemanas del CAI “Urbano Noris”.
- Calderas EKE y Babcock del CAI “Nodarse”.
- Calderas Combustion del CAI “Sandino”.
- Otras.

CONCLUSIONES

Del presente trabajo se llegaron a las siguientes conclusiones:

- Quedó demostrada la capacidad de ingeniería y diagnóstico existente en nuestra Empresa con vista a acometer este tipo de servicio tanto en el país como en el extranjero.
- Se han creado las bases para futuros trabajos similares en el MINAZ y fuera del organismo con este tipo de servicio.
- Se ha creado una expectativa de competencia en donde nuestra Empresa por su creatividad en las soluciones técnicas y sus precios preferenciales han sido de interés de los clientes.
- Dichos diagnósticos y remodelaciones permiten al cliente, decidir opciones futuras de incrementos de capacidad y eficiencia ya que existe la posibilidad de varias variantes.

RECOMENDACIONES

1. 1. Para mejorar estos servicios con una mayor calidad y eficiencia se requiere de un poco mas de recursos en lo referente a equipos de medición y diagnóstico, así como de equipos de computación para agilizar mas los cálculos.
2. 2. Mantener una constante información técnica de los medios técnicos existentes y las tecnologías de los equipos nuevos a diseñar para mantener la ingeniería de mercado.
3. 3. Mantener una constante superación técnica del personal que realiza este tipo de trabajo con vista a su actualización.

REFERENCIAS

Texto Luis Pérez Garay - Termoenergética 1980
Cálculo Térmico
Cálculo Aerodinámico
Cálculo de Circulación
Cálculo Constructivo
Cálculo de Resistencia
Todos estos programas confeccionados por el Departamento de Computación de la Empresa de Diseño Mecánico de la Metodología Soviética.

APLICACIÓN DE UNA METODOLOGÍA DE PLANIFICACIÓN Y CONTROL EN EL SISTEMA DE GESTIÓN COMERCIAL DEL ICIDCA

Meneses Álvarez, Gisela

Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar
E-mail: gise@icidca.edu.cu

ABSTRACT

The present paper deals with some detected errors and failures in the commercial system of the Cuban Research Institute for Sugarcane Derivatives and their possible solutions, taking into account the importance of this aspect as a final step of the complete cycle of Research and Development and the lack of a formalized tool for the management of the involved activities.

After a bibliographic review of all available technical approaches of logistic flow control, the Principal Dates Plan (POP) was selected as model able to deliver:

– – The design proceedings for the planification and control of the logistic flow of the Commercial System.
– – The General Information System needed for the above mentioned activity.
– – A set of indications for the organization of the planification and the control of the logistic cycle of commercialization of different products.

The mayor contribution of this work is the utilization of these techniques in the case of a research institution and its related commercial products. The principal results are illustrated with an example of two products inquires where these techniques were taken in account to a total client´s satisfaction and the associated control mechanisms.

INTRODUCCIÓN

En los últimos quince años las instituciones de I+D a nivel mundial vienen enfrentando diversos desafíos, entre los más notables: reducciones de recursos financieros, surgimiento de nuevos campos de conocimiento, alteraciones en las políticas de financiamiento, mayores presiones y cambios del mercado, el número de competidores en el campo de las posibilidades tecnológicas aumenta con un cambio sustancial y frecuente.

Un número importante de instituciones se han integrado a este ambiente adoptando diferentes estrategias, entre ellas las de optar por una I+D con un enfoque empresarial-comercial que le permita introducir los resultados de la investigación en forma de procesos y productos a la sociedad.

Los centros de I+D en Cuba no se encuentran al margen de la necesidad de aumentar su competitividad, todo lo contrario, requieren adoptar un modelo que les permita

insertarse en el marco de la economía mundial regida por las leyes del mercado y la competencia de manera de sobrevivir y desarrollarse. Para ello no cuentan con suficientes recursos financieros, por lo que están urgidas de realizar un replanteo de sus esquemas logísticos para aumentar la capacidad de reacción en busca de una ventaja competitiva que les permita insertarse en el mercado, cada vez más exigente en cuanto al aumento de la variedad de productos por la personalización de la demanda, lo que provoca que tengan que alcanzar una alta productividad y a la vez, una alta flexibilidad.

El ICIDCA bajo la influencia de los cambios experimentados en la economía nacional, las ciencias y en el sector agro - industrial azucarero, refuerza el papel de la última fase del modelo de organización a Ciclo Completo de la Investigación y el Desarrollo, la gestión comercial, encargada de llevar los resultados de la investigación a la sociedad con producciones de alto valor agregado, servicios y tecnologías.

Dada la situación del Instituto de tener que la gestión comercial de los resultados de la investigación a partir del año 1995, se enfrenta a la problemática de: elevados inventarios de materias primas y productos terminados, incumplimientos en las fechas de entrega con los clientes y por consiguiente con los niveles de ingreso en MLC en el momento planificado para satisfacer sus necesidades financieras y garantizar sus operaciones en el corto y mediano plazo.

Con estos hechos como antecedente se presenta la necesidad de organizar la Gestión Comercial de las producciones y servicios en el ICIDCA por medio de una herramienta de Planificación y Control que conlleve a una mayor coordinación de las actividades de este subsistema con las del resto del Instituto, los suministradores, distribuidores y el cliente.

DESARROLLO DEL TRABAJO

Antecedentes

Los antecedentes que sirvieron como marco de referencia para el trabajo fueron:

- - Demanda de la dirección del Instituto de una herramienta de gestión efectiva de las produccioones formalizada como existe en la investigación .
- - Nuevo status del ICIDCA que empieza a formar parte del sistema empresarial y se incorpora a la Ley Tributaria, reforzandose el principio de buscar fuentes de financiamiento resultado de la investigación.
- - Los objetivos generales planteados por el Instituto.
- - La contribución de la comercialización de las producciones al financiamiento en MLC del Instituto
- - El nivel de empirismo con el que se ejecuta la actividad comercial con la que desarrolla la investigación.

Objeto de estudio

Sistema de Gestión Comercial de las producciones

Caracterización	Diagnóstico
1. Método de gestión del flujo material por pedido (85%) y contra existencias(15%). 2. Sistema de gestión empírico y poco formalizado . 3. Aporte del 90% de los ingresos en MLC del Instituto 4. Baja utilización de las tecnologías de la información. 5. Pobre incorporación de los conceptos de comercialización desde etapas tempranas de la investigación. *6.* Base informativa insuficiente, solo para la toma de decisiones en el corto plazo.	1. Incumplimientos en las fechas de entrega de los pedidos. 2. Déficit de liquidez generado por los altos niveles de inventarios en MP y producción terminada. 3. Retraso en los plazos previstos de introducción de los productos en el mercado. 4. Débil base informativa para la toma de decisiones a mediano y largo plazo.

Planteamiento del problema

La Comercialización de las producciones se ha ido convirtiendo en la principal fuente de ingresos en MLC del Instituto, pudiéndose identificar que el nivel de incumplimientos en las fechas de entrega de las producciones por pedido se ha incrementado y consecuentemente se manifiesta hasta el año 2000 una disminución promedio del 36% anual en los niveles de ingreso esperados en MLC por este concepto.

Hipótesis

Si el Sistema de Gestión Comercial contara con una herramienta de Planificación y Control formalizada y estructurada que garantizara una mayor coordinación, integración y organización de su flujo logístico, se cumpliría con las entregas de los pedidos de productos en las fechas acordadas con los clientes y con los planes de ingreso en MLC planteados en el Plan de Negocios del centro por este concepto, se reducirían los niveles de inventario y se tomarían decisiones no solo tácticas sino también estratégicas con un mayor nivel de confianza.

Análisis de la problemática

Los métodos empleados para el desarrollo de este trabajo fueron el análisis, la síntesis y los métodos comparativos; el trabajo en grupo y las entrevistas como técnicas de recopilación de información y herramientas estadísticas como el diagrama de flechas, el diagrama Paretto y tablas de contingencia para el procesamiento de la información. Se realizó un extensa búsqueda bibliografía para la actualización teórica de la temática y la comparación con experiencias similares en otros lugares del mundo.

De los modelos de gestión del Flujo Logístico consultados y analizados en la bibliografía, el Plan de Fechas Principales (PFP) es la herramienta que tiene todas las condiciones para satisfacer las demandas del Sistema Logístico objeto de estudio ya que su aplicación posibilitará :

- Abarcar todas las actividades que son necesarias ejecutar en cada momento para satisfacer en tiempo, calidad, cantidad y precio al cliente, lo que significa tener un nivel de integración alto.
- Integradar las actividades de los flujos material, informativo y financiero que garanticen la obtención del resultado final.
- Diseñar un sistema de planificación y control para el sistema comercial.
- Verificar su condición anticiparse a los problemas que se puedan presentar en la gestión del flujo.
- Determinar en qué momento debe ejecutarse cada actividad en función del resultado final.

RESULTADOS

Con la aplicación del diseño del PFP a los pedidos seleccionados se llego a los siguientes resultados:

- Se definieron las fechas de comienzo de cada una de sus actividades para cumplir con los compromisos pactados, así como los recursos a tener en cuenta para ello.
- Se redujo el ciclo logístico del cliente en más de un 50% para ambos productos .
- Quedo definido el sistema de indicadores para medir la ejecución del Plan de Fechas Principales y los criterios para la determinación del estado de cada pedido.
- Se planteo un Cronograma General para cada uno de ellos que permitirá una

organización en su desarrollo y un control más eficiente para la toma de decisiones en el corto, mediano y largo plazo a todas las instancias.

CONCLUSIONES

- Queda aceptada la hipótesis planteada, demostrándose la capacidad del PFP para resolver el problema planteado en este trabajo.
- Se brindó al Instituto y específicamente al Sistema de Gestión Comercial, por primera vez, una herramienta que permite organizar su trabajo para la gestión comercial de las producciones contra pedido, incluyendo los servicios; obtener los resultados financieros esperados, cumplir con los principales objetivos de un sistema logístico, tomar eficientemente las decisiones e innovar de forma competitiva .

REFERENCIAS

Acevedo Suárez, José A. , Ana J. Urquiaga y Martha Gómez. (1996), "Sistemas Logísticos".Ed. ISPJAE, Ciudad de la Habana.pp 50-56

Acevedo Suárez, José A., Ana J. Urquiaga y Martha Gómez (1996) "El Modelo General de la Organización". Ed. ISPJAE, Ciudad de la Habana.pp 4- 6

Acevedo Suárez, José A., Ana J. Urquiaga y Martha Gómez (1998), "Modelo de Referencia para la Logística Competitiva de las Empresas en Cuba a las Puertas del siglo XXI". Ed. ISPJAE. pp 1-10.

Galvez Taupier Luis O. (1986). "Ciencia, tecnología y desarrollo". Editorial Científico-Técnica. pp 55-225

Gómez, Martha. (1997). "La planificación y control del flujo logístico en empresas de producción contra pedidos de la industria mecánica" *Tesis para optar por el grado científico de DOCTOR EN CIENCIAS TÉC*NICAS.

AUDITORIA DE LA GESTIÓN AGRÍCOLA. PRIMERAS EXPERIENCIAS EN LA INDUSTRIA AZUCARERA

Agüero, C.
Espinosa, L.
Pino, J.
Almeida, R.
Fernández, N
Irulegui, A.

E mail: calidadc9@ip.etecsa.cu

ABSTRACT

Based on the concept that: Sugar Cane Agricultural Management; are the activities coordinated to direct and to control Sugar Cane Production Units in the relative thing to increase the sugar cane yields with quality, the audit techniques and the socioeconomic investigation methods were used, to determine which are the factors that impact in their acting.

It was carried out an integral audit of administration, which embraced different fields that could be object of vertical audits, with a weight balanced in function of the integral acting of the managerial administration, such as:

- Address activity, human potential, organization of the work and attention to the man.
- Technological and cultural aspects of the sugar cane.
- Economic-financial Activity
- Organization of the quality

The results demonstrated the methodological value and the efficiency of the guide used for the audit, the importance that you had when outlining the problems that affect the agricultural administration and their economic implications.

INTRODUCCIÓN

La caña que se cosecha y entrega al Central es el resultado final de la realización de un grupo de actividades que van desde la preparación de los suelos hasta el riego. Cada una de estas actividades requiere altas exigencias técnicas en su ejecución.

Para que estas surtan el efecto deseado: *alto rendimiento de caña con calidad para la Industria*, tienen que ejecutarse con un criterio técnico económico, respetando las normas que la técnica impone.

Fue interés de la dirección del MINAZ conocer cuales son los factores que inciden en la disminución del rendimiento cañero en el país, para lo cual fue necesario auditar diversas Unidades Productoras de Caña (UPC) para realizar un diagnostico que permitiera

conocer si las actividades que se realizan satisfacen las disposiciones vigentes, comprobar que se realizan y si estas son adecuadas para alcanzar lo resultados requeridos.

OBJETIVOS DE LA AUDITORIA

- Comprobar que las actividades técnicas reportadas como efectuadas a la caña hayan sido ejecutadas con calidad.
- Comprobar la correspondencia entre las actividades técnicas reportadas y el financiamiento.
- Comprobar que se conozcan las directivas e instrucciones dadas para el funcionamiento de las Unidades Productoras.
- Esclarecer el por qué no hay respuesta productiva a los niveles de atención que se reportan a la caña.
- Determinar el método y el estilo de trabajo que ejercen los diferentes niveles de dirección en las productores cañeros.

TÉCNICAS DE AUDITORIA EMPLEADAS

Partiendo del concepto que un *sistema de gestión agrícola cañera* son las actividades coordinadas para dirigir y controlar una unidad de producción cañera en lo relativo a incrementar los rendimientos cañeros con calidad (Austin N., and Peters, T. 1987), se utilizó la técnica de auditoria horizontal (Harringtpon, J. 1997), que es aquella que aborda diferentes campos de la gestión técnico económica de una empresa con un peso equilibrado de profundidad en función de un examen integral de su gestión; ya que las auditorias verticales son más específicas y abordan con más profundidad cada uno de estos campos de acuerdo a sus objetivos.

Otras técnicas de auditorías utilizadas fueron las siguientes:

- Entrevista individual
- Entrevista grupales
- Observación
- Información secundaria

Dado que no existían antecedentes en la realización de auditorías de gestión agrícola fue necesario confeccionar una guía metodológica que contempló los siguientes aspectos:

- Recursos humanos
- Recursos materiales
- Atención al hombre
- Organización de la fuerza laboral agrícola
- Rendimiento cañero
- Enyerbamiento
- Población
- Composición y duración de las cepas
- Balance de área/Demoliciones
- Aptitud de los suelos
- Resiembra
- Área vacía
- Fertilización
- Control fitosanitario

- Rehabilitación
- Cultivo
- Lluvia
- Riego

Atención de los Organismos Superiores
Estado de la contabilidad
Controles económicos
Financiamiento y créditos

MUESTRA SELECCIONADA

En las unidades productoras de caña, existen varias formas de organización administrativa que son :
UBPC, CPA, CCS y las Granjas militares.

Para asegurar que la muestra fuera estable, representativa y adecuada se tomaron en consideración las características de estas unidades, el número de ellas, las áreas que ocupan y los volúmenes de producción.

RESULTADOS Y DICUSIÓN

Los resultados fueron discutidos con la dirección del MINAZ, pero por su carácter restringido no se adjuntan al presente trabajo.

Se identificaron todos los factores que inciden de forma negativa en el incremento de los rendimientos cañeros.

Independientemente del tipo de unidad agrícola, los resultados de la auditoría arrojaron que los aspectos deficientes más relevantes en cuanto a la disminución de los rendimientos cañeros, son los mismos en todas las unidades productoras de caña.

Se evidenció que existe una correspondencia entre estos aspectos deficientes de la gestión y la situación financiera de la unidad.

CONCLUSIONES

El diagnostico realizado a las UPC permite identificar cuales son los factores que inciden en el decremento de los rendimientos cañeros.

La metodología utilizada, así como la organización para la ejecución de la auditoría, fue validada demostrado por su función integradora que constituye la base del perfeccionamiento empresarial. Además esta metodología puede ser aplicable a otros tipos de organización agrícola.

La auditoría de gestión agrícola puede ayudar a las unidades productoras en su perfeccionamiento empresarial y al mejoramiento continuo de todo su sistema de gestión.

REFERENCIAS

Austin, Nancy.; Peters, T. (1987), Pasión por la excelencia:55 . Editorial Ciencias Sociales
Harrngton, J. (1997). “Administración total del mejoramiento continúo”. 167p. . McGraw-Hill

CONFIABILIDAD ANALÍTICA Y CERTIFICACIÓN DE LA CALIDAD DEL PRODUCTO

Perdomo Morales Armando J
Morales Jerez , Asterio
Fernández Alvarez, Fernando
Rodríguez López, Julián
Ortega Ravelo, Lissy
Rodríguez Mambuca, Roberto
Sánchez Herrera, Alejandra M.
Torres Ponce, Bárbara

ICINAZ
* Delegación Habana

ABSTRACT

Various fundamental aspects of mill laboratory operation ought to be reviewed and appraised, such as:

- Participation in aptitude tests (to show the competence of the laboratories in the analytical tasks they conduct).
- Inspection of the procedures used.
- Systematic evaluation of the analytical work performed.
- Preparation of the samples requiered to obtain the mark of comformity of the products.

Nowadays, the first two aspects are guaranteed by participation in interlaboratory tests and the realization of audits to the laboratory system. However, the systematic appraisal of the analytical work (also known as analytical trustworthiness) is not executed with the required statistical rigour.

The present paper proposes a procedure that allows the union of analytical trustworthiness to the preparation of samples required to obtain the product mark of conformity. Based on this procedure MINAZ prepared an instruction which must be strictly adhered to by the mill laboratories beginning in the coming milling season.

INTRODUCCIÓN

Como sabemos, controlar un objeto o una acción, es mantener el sujeto de control dentro de los límites, especificaciones o reglas de juego establecidas o acordadas. "*Controlar es lograr*", por lo que controlar la producción es lograr el cumplimiento del programa de producción; controlar el presupuesto, es lograr que no se gaste mas de lo

presupuestado. *Controlar la calidad* es *lograr* que los productos o servicios cumplan los requisitos establecidos. Es aquí donde está el secreto del éxito, es aquí donde esta nuestra proposición: Aceptar desde ahora, que el *Controlar* es sinónimo de *lograr* y nuestro principal propósito al *Asegurar la calidad del trabajo analítico* es garantizar su *confiabilidad*.

Muchos factores pueden contribuir a la variabilidad de los resultados analíticos (además de las variaciones que pueden existir entre dos muestras supuestamente idénticas) tales como:

método de ensayo	equipo usado
operador	ambiente (temp, humedad, polución del aire, etc)
calibración del equipo	tiempo transcurrido entre una medición y otra

Conociendo que la norma ramal (NRA 1, 1999) de especificaciones vigente NRA 1:99, para el azúcar crudo estándar para la exportación y consumo industrial considera once índices de calidad con un mayor rigor que las anteriores ramales o cubanas aprobadas, implica una mayor competitividad en la exportación y el consumo interno.

El objetivo fundamental del presente trabajo es garantizar la confiabilidad analítica, que definimos como la credibilidad del cliente respecto a los resultados analíticos reportados que se logran mediante evaluaciones y controles que se establecen; se propone una metodología que considera la conformación de las muestras de certificación del producto para toda la industria así como la evaluación de la confiabilidad analítica.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Desde 1982, existe un reglamento para los Laboratorios Provinciales de Control (MINAZ, .1982), que estipula en el mismo varias metodologías:

- Control sistemático del trabajo analítico de los laboratorios de empresa del MINAZ
- Evaluación periódica de los laboratorios azucareros de las empresas del MINAZ
- Ejecución de la Inspección provincial a las actividades de los laboratorios de Control de las empresas.

Las metodologías anteriuormente citadas no se aplican sistemáticamente en la actualidad y se precisan sustituirlas por otras acordes al vuelco que han dado las empresas azucareras del MINAZ respecto al Perfeccionamiento Empresarial y a las normas ISO 9000.

En la metodología del Control sistemático del trabajo analítico de los laboratorios de empresa del MINAZ, no definen el tiempo en que debe enviar el CAI las muestras decenales a la provincia, y estas son las que analiza el primer químico de la empresa y del Laboratorio Provincial, tampoco se proyecta en en cuanto a la evaluación estadística de los resultados así como la conformación de las muestras para la certificación del producto, cuestiones que prevee el procedimiento propuesto.

La experiencia para garantizar la confiabilidad analítica que se ha llevado a efecto en La Habana, se ha tenido en cuenta en la siguiente propuesta elaborada por técnicos del

LEYCAZ-ICINAZ, Delegación Provincial de la Habana y del laboratorio del CAI Pablo Noriega, así como la Instrucción (Instrucción No. 1, 1999) Procedimiento para la conformación de la muestra de azúcar crudo para la certificación.

PROCEDIMIENTO

LABORATORIO EMPRESA	LABORATORIO PROVINCIAL	LEYCAZ
1.En la decena reúne muestras diarias de 1000 g c/una y las analiza de acuerdo a la norma.	1. Al onceno día solicita la muestra de un lote de producción de un día al CAI, y si no existe suficiente muestra de ese día, selecciona otra; pide los resultados telefónicamente al J' Laboratorio del CAI en cualesquier caso, los que anota en el modelo creado al efecto.	
2.Antes de las 72 h envía a la provincia la muestra con su certificado	2. Constata los resultados reportados en el certificado contra los anotados telefónicamente.	
3.De las 9 muestras restantes de esta decena prepara la muestra decenal de Certificación (no menos de 3.3 kg), que envía al Laboratorio Provincial, teniendo en cuenta las siguientes indicaciones: a)No debe tomarse en ningún caso azúcar de los tres primeros o los tres últimos días de la zafra. b)El muestreo se realizará de acuerdo a la norma cubana. c) Las decenas con menos de 4 lotes (días) no serán consideradas. d) Esta muestra no tiene que ser analizada por el primer químico del CAI.	3. Analiza la muestra enviada, compara las diferencias vs las reproducibilidades adoptadas nacionalmente para cada método de ensayo y si es necesario toma las medidas correctivas correspondientes.	
	4. Con las tres muestras decenales recibidas prepara tres muestras de 1.5 kg, identificadas con el nombre de la Empresa y el período de producción que comprende. Una de las tres muestras preparadas en el mes, la envia al	

LABORATORIO EMPRESA	LABORATORIO PROVINCIAL	LEYCAZ
	LEYCAZ, otra la analiza el Laboratorio Provincial y una tercera se conserva como testigo.	
	5. El Laboratorio Provincial debe garantizar en el periodo de zafra, el envio de no menos de tres muestras al LEYCAZ, en los 15 días hábiles posteriores a su conformación.	
	6. Opcionalmente envía al LEYCAZ los resultados analíticos de la muestra preparada en el mes en que se conformó.	1. Ejecutará los ensayos necesarios para la Certificación del producto según la norma Ramal vigente y de acuerdo al MACU de 1996. Elabora los Informes de Ensayo de cada Empresa.
		2. Evalúa estadísticamente las diferencias analíticas halladas en cada método de ensayo con el Laboratorio Provincial y emite informe al respecto.

CONCLUSIONES

1. Se propone una metodología:

- para garantizar la confiabilidad analítica, CAI vs Laboratorio Provincial y Laboratorios Provinciales
  vs LEYCAZ
- la conformación de la muestra de azúcar crudo para la certificación de la calidad

RECOMENDACIÓN

Que el MINAZ emita una Instrucción para implantar el presente procedimiento en la próxima zafra.

REFERENCIAS

NRA 1:99 "Azúcar Crudo. Especificaciones de Calidad. Azúcar crudo estándar para la exportación y consumo industrial".

MINAZ. Dpto. de Control de la calidad. Laboratorio Provincial de Control.(1982). Reglamento. Enero

Instrucción No. 1 . 1999. Procedimiento para la conformación de la muestra de azucar crudo para la certificación

DESARROLLO DE UN SISTEMA DE DEPURACIÓN DE GASES PARA LA DISMINUCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA CAUSADA POR LOS CENTRALES AZUCAREROS

Carbonell Petitón, Guillermo
Msc Soto Pérez del Camino, Aurelio A

ICINAZ
E.mail: mailto:director@icinaz.minaz.cu

RESUMEN

El uso de bagazo como combustible en la industria azucareras, independientemente de las ventajas que desde el punto energético representa, la convirtió en una de las mayores contaminadoras del medio ambiente por la cantidad de partículas sólidas que emite a la atmósfera, es por ello que desarrollamos un sistema de depuradores de gases, para ser instalados en los generadores de vapor de los Centrales Azucareros, lo que permitirá alargar la vida útil de los ventiladores de tiro inducido, los conductos y/o superficies recuperativas (calentadores de aire y economizadores), por la disminución de la cantidad de partículas sólidas que pasan por estos. Independientemente de lo antes planteado la mayor ventaja que proporcionan estos sistemas es la disminución considerable del índice de contaminación medioambiental.

Para tener una idea de esta disminución, analicemos un central con una molida de 6800 ton/día, para lo cual se supuso. Contenido de ceniza en el bagazo Ap-2.25%, generación especifica de las calderas 2,25 Kgv/kgb, consumo de vapor 500 Kg. por tonelada de caña molida

Un central con estas características envía a la atmósfera 2181 ton de partículas en una zafra de 100 días, si en este central, se instala una batería de ciclones con un 85% de eficiencia (valor fácilmente alcanzable), la cantidad de partículas que pasaran a la atmósfera será 327 ton por zafra. Esto demuestra la gran importancia que tiene la instalación de estos sistemas en todos nuestros centrales azucareros.

MATERIALES Y MÉTODOS

En los últimos años, el grado de contaminación del medio ambiente ha llegado a valores alarmantes, es por ello, que las organizaciones, tanto gubernamentales como no gubernamentales, vienen luchando por el establecimiento de normas, que regulen las emisiones de partículas y agente contaminantes a la atmósfera.

El uso del bagazo como combustible en la industria azucarera, convirtió esta industria en una de las mayores emisoras de partículas al medio ambiente, tanto por las características físico-químicas del bagazo, como por los bajos niveles de eficiencia con que

trabajan las calderas. Por lo anteriormente planteado el MINAZ está desarrollando una política con el objetivo de que los niveles de emisiones de partículas al medio ambiente estén dentro de los niveles establecidos internacionalmente. Es por ello que se orientó desarrollar un sistema de depuración de gases, para ser instalado en todas las calderas de los centrales azucareros.

En el proceso de combustión de los combustibles, en dependencia de su naturaleza, estos expulsan a la atmósfera elementos contaminantes, que pueden ser.

Gaseosos. a) Óxidos de nitrógeno (NO y NO2)
b) Compuestos de Carbono (CO y CO2)
c) Compuestos de Azufre (SO2 y SO3)
d) Hidrocarburos

Estos compuestos provocan.

1- 1- Efecto invernadero. El bagazo no contribuye a que se produzca este efecto, ya que la caña en su crecimiento consume prácticamente todo el CO2 que se expulsa cuando se produce la combustión del bagazo.

2- 2- Lluvia ácida. Por el bajo contenido de NOx y CH4 en la composición elemental del bagazo este contribuye poco a la formación de lluvia ácida.

3- 3- Contaminación provocada por emisión de partículas sólida. En este aspecto el bagazo si tiene gran influencia ya que cuando este sé combustiona, emite a la atmósfera gran cantidad de partículas sólida (ceniza e inquemado). Este tipo de contaminación provoca serios problemas respiratorios así como daño en la visión de las personas que se encuentran bajo su influencia.

Factores que influyen en la cantidad de partículas sólidas que se expulsa a la atmósfera cuando se quema bagazo.

Factores agrícolas. a) Método de cosecha. (manual ó mecanizada)
b) Condiciones climáticas.
c) Variedad de la caña.
d) Extensión de la zafra.

Factores industriales. a) Sistema de limpieza de la caña ante de pasar a los molinos.
b) Grado de preparación de la caña.
c) Eficiencia de los molinos.

Factores relacionados con la caldera y su operación.
a) Eficiencia de la caldera.
b) Régimen de trabajo.
c) Características constructivas y estado de la caldera.
d) Humedad del combustible.
e) Régimen de aire en el horno.
f) Calidad de la operación.

CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE CENIZA EN LOS GASES

Se considera como ceniza, la que trae el combustible, más la fracción de combustible que no se quema debido a las pérdidas por incombustión mecánica.

Para realizar los cálculos se utilizo un software desarrollado en el ICINAZ, tomando como base 4 ingenios de diferentes capacidades, para los cuales se supuso.

Las calderas son de quema en semi suspensión, generación especifica de las calderas 2,25 Kgv/kgb, consumo de vapor 500g por tonelada de caña molida. Se consideraron 3 valores de contenido de ceniza en el combustible. A^p=1,25%, A^p=2,25%,

A^p=3,25%. En los tres casos él % de arrastre se toma A_{ar}=0,5, y las perdidas por incombustión mecánica q_4=4%. Los resultados de los cálculos aparecen en la tabla 1, referido a una zafra de 100 días.

Tabla 1 Niveles de emisión de los cuatros ingenios analizados.

Capacidad de molida t/día	**Consumo de vapor t/h**	**Consumo de bagazo t/día**	**Volumen De gases $10^6 Nm^3/d$**	**Nivel de emisión**					
				A^p = 1.25 %		**A^p = 2.25 %**		**A^p = 3.25 %**	
				T/día	**T/zafra**	**T/día**	**T/zafra**	**T/día**	**T/zafra**
2300	50	490	2.28	5.35	535.1	7.8	780.1	10.2	1025.1
4500	95	930	4.32	10.15	1015.6	14.8	1480.6	19.4	1945.1
6800	140	1370	6.37	14.9	1496	21.8	2181.04	28.6	2866
9000	185	1800	8.37	19.6	1965.6	28.6	2865.6	37.6	3765.6

Existen normas en muchos países, que limitan los valores máximo de emisión de partículas por Nm^3 de gases, y la establecen entre 350-400 mg/Nm^3, aunque el banco mundial establece como limite 100 mg/Nm^3. Si comparamos los valores de la tabla 1 donde estos valores están en el orden de 2000-2500 mg/Nm^3 con las normas establecidas, podemos concluir que es inaplazable la instalación de sistemas de depuración de gases en las calderas bagaceras.

TIPOS DE DEPURADORES MÁS UTILIZADOS Y SUS CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

Tabla 2 Características de los tipos de depuradores más utilizados

Tipo de depurador	**Tamaño de la partícula a separar mc**	**Grado de purificación %**	**Resistencia hidráulica mm H_2O**
Cámara colectora de partículas	> 100	30 - 40	-
Colectores con celosías	> 25	60	50
Ciclones	> 10	70 - 95	40 - 70
Batería de ciclones	> 10	85 - 90	50 - 80
Lavadores centrífugas	> 2	85 - 95	40 - 80
Electrofiltros	> 0,005	99	20 - 30
Filtración	> 1	98 - 99	150 - 250

SELECCIÓN DEL TIPO DE DEPURADOR A UTILIZAR

Para la selección del tipo de depurador a utilizar hay que tener en cuenta los factores siguientes.

a) a) Propiedades del gas a depurar
b) b) Propiedades físico-química de las partículas a depurar
c) c) Eficiencia de captación requerida.
d) d) Resistencia hidraulica del equipo.
e) e) Costo de la inversión y mantenimiento.

Luego de un análisis detallado de las propiedades de la ceniza del bagazo, los aspectos señalados anteriormente así como los valores de eficiencia de la tabla 2, llegamos a la conclusión que las baterías de ciclones nos permiten lograr el grado de depuración requerido con buenos índice técnico-económico.

INSTALACIÓN DE LOS MULTICICLONES

Las baterías de ciclones se pueden construir con elementos horizontales ó verticales y pueden ubicarse después del haz de caldera, delante de las superficies recuperativas (calentadores de aire y economizadores) ó delante del ventilador de tiro inducido, después de las superficies recuperativas. Las formadas por elementos verticales permiten lograr una eficiencia ligeramente superior, sin embargo se necesita mayor espacio, lo que limita su instalación en instalaciones existente.

Ventajas y desventajas de la instalación de la batería después del haz de caldera

Ventajas. Permite proteger las superficies recuperativas y al ventilador de tiro inducido del efecto erosivo de las partículas de ceniza.

Desventajas. a) Por estar situado en una zona de alta temperatura, deben construirse de Hierro fundido.
b) La instalación de la batería en esta zona si es en una instalación existente requiere desmantelar el eje convectivo, lo que eleva considerablemente el costo de la instalación.

CONCLUSIONES

A partir del presente trabajo se creo un software, que permite él calculo y diseño de baterias de ciclones, lo que nos permitirá

-Disminuir considerablemente la emisión de partículas sólidas a la atmósfera y sus efectos contaminantes.
-Duplicar la vida útil de los ventiladores de tiro inducido, al disminuir la cantidad de partículas sólidas que pasan por estos y sus efectos erosivos.
-Disminuir el consumo de potencia de los ventiladores de tiro inducido.
-Posibilidad de reinyectar al horno las partículas de inquemados disminuyendo las perdidas q_4, con el consiguiente aumento de eficiencia.

REFERENCIAS

Gordón, G. M., Peisajov, I.L. (1981), Captación de polvo y purificación de gases en la metalurgia de metales no ferroso. Moscú.

Mateo, F, (1995) Depuración de emisiones atmosféricas industriales. Ingeniería química.

Uzhov, V.N, (1962), La lucha contra el polvo en la industria. Moscú.

Ushakov, S.G., Zverev N.I. (1974), Separación Inercial de polvo. Energia Mosque.

Mullen, J.F, (1965), A method for determining combustible loss, dust emission, and recirculate refuse for a solid-fuel burning system. *ASME*

Chen, C.H, (1988), Ash content and calorific value of bagasse. *Annuar Symposium of ISCT* Taiwan.

Pérez Garay, L, (2001), Emisiones de partículas a la atmósfera. ICINAZ

DESMONTE DEL EMPLEO DE SUBACETATO DE PLOMO EN PROCEDIMIENTOS ANALÍTICOS DE LA CAÑA DE AZÚCAR

Larrahondo , Jesús E
Alvarez, Miryam
Llanos, Fernando
Tenorio, Yolanda

*CEÑICAÑA,
**Ingenio Pichichí S.A,
***Ingenio Mayaguez,
****Ingenio La Cabaña

RESUMEN

El acetato básico de plomo o Subacetato de Plomo (S.P.) (Pb ($C_2H_3O_2$) Pb ($OH)_2$) se emplea como agente clarificador de las soluciones de sacarosa o jugos de caña, para determinar mediante polarimetría la sacarosa aparente o pol presente en materiales del proceso azucarero. Debido a que esta sustancia posee cierto grado de toxicidad, se están buscando sustancias sustitutas o métodos que, a la par de garantizar una buena determinación de los contenidos de sacarosa o pol, no ofrezcan riesgos de salud o manejo.

En el presente estudio se muestra como la combinación o mezcla de sales de aluminio (como el tricloruro de aluminio hexahidratado o alumbre - sulfato de aluminio hidratado), junto con el hidróxido de calcio, actúan efectivamente como agentes clarificadores para soluciones de sacarosa (extractos) o jugos de caña de azúcar. Aunque las mieles finales ofrecen un mayor grado de dificultad, el empleo de alumbre – hidróxido de calcio (relación 3: 1 peso a peso) en soluciones diluidas (1:30) de mieles finales, constituye una alternativa muy promisoria.

Igualmente la espectroscopía de infrarrojo cercano (NIR) se ha implementado con buenos resultados para las determinaciones de sacarosa en diferentes laboratorios, eliminando de esta manera el empleo del subacetato de plomo de los análisis basados en polarimetría.

INTRODUCCIÓN

Los materiales del proceso azucarero, como jugos, mieles y masas, requieren de una clarificación o limpieza previa para la determinación analítica de los contenidos aparentes de sacarosa mediante polarimetría. Tradicionalmente esta clarificación se efectúa con Subacetato de Plomo (S.P.), sustancia de reconocida toxicidad, lo cual ha hecho indispensable la búsqueda de un reemplazo para las determinaciones analíticas (ICUMSA, 1974; CLARKE, 1992; ICUMSA, 1998).

CENICAÑA desarrolló e implementó una técnica basada en el empleo del tricloruro de aluminio hexahidratado en combinación con hidróxido de calcio para reemplazar el (S.P.) (LARRAHONDO, et al, 1997). Aunque el comportamiento de esta mezcla fue comparable con el del (S.P.) para jugos diluidos, jugos primarios (primera extracción, prensa hidráulica) y mieles, el costo de los análisis por muestra, al igual que la baja disponibilidad en el mercado colombiano de los reactivos antes mencionados dificultó una amplia adopción del nuevo método. Por esta razón se ha continuado en la búsqueda de sustitutos del (S.P.) a través de ensayos con diferentes sales comerciales de aluminio, que sean económicas y de fácil adquisición.

Algunos compuestos de aluminio, especialmente el conocido comercialmente como alumbre (Al_2 $(SO_4)_3$ $14.3H_2O$) y el aluminato de sodio, han venido siendo utilizados como coagulantes en el tratamiento de aguas. Se considera que el proceso de coagulación con alumbre para filtros se lleva a cabo en las tres etapas siguientes (GLYNN H. J., et al, 1999), de tal manera que los iones de aluminio y sulfato forman coloides que atrapan o absorben las impurezas de las soluciones acuosas.

Sin embargo, aún para la clarificación de aguas no existen reglas sencillas o dosis de un coagulante o rangos precisos de pH. Por esta razón, para disoluciones como en el caso de los jugos de caña es necesario realizar muchos ensayos o ajustes, pues la acción del producto depende de la calidad del material, temperatura y condiciones de trabajo.

En los últimos diez años la técnica de infrarrojo de reflectancia cercana (NIR) se ha reconocido como un buen método de predicción y cuantificación de sacarosa en la remolacha azucarera (Montavani y Vaccari, 1988). En relación con trabajos en calidad de caña de azúcar, se han reportado también correlaciones satisfactorias de análisis NIR con los análisis convencionales de sacarosa y sólidos totales solubles (Clarke, 1992). Por tanto, teniendo en cuenta la importancia que representa para el Sector Azucarero Colombiano eliminar o sustituir el empleo del subacetato de plomo en los procedimientos analíticos. CENICAÑA inició en cooperación con diferentes ingenios un estudio de implementación de la tecnología de NIR en nuestro país.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para el desarrollo del estudio, CENICAÑA utilizó un sacarímetro convencional (marca Kerchen), papel filtro Whatman No. 1. Como reactivos se usaron: Subacetato de Plomo (S.P.), hidróxido de calcio (grado comercial) y sulfato de aluminio comercial (alumbre) molido.

Se evaluaron las dos metodologías de clarificación a escala de laboratorio: una con (S.P.), como método convencional y otra con alumbre e hidróxido de calcio como nueva alternativa analítica.

Se analizaron muestras de jugo diluido (extracto acuoso obtenido vía análisis directo AD), jugo de primera extracción y miel final. En jugos diluidos o extractos AD, se tomaron dos muestras de 200 ml. Adicionando en una 2 g. de subacetato básico de plomo y en la otra una mezcla de 3 g. de alumbre y 1 g. de hidróxido de calcio. Las mezclas se agitaron y filtraron por gravedad a través de papel de filtro. Finalmente, se realizó la lectura polarimétrica. Además, cada muestra fue analizada por duplicado.

En jugos de primera extracción se procedió de igual manera a lo descrito para los extractos del análisis directo o de jugos diluidos.

Para mieles finales se utilizaron dos disoluciones acuosas de 200 ml. cada una de relación 1:5 para la clarificación convencional con (S.P.) y otra de relación 1:30 para la clarificación con alumbre – hidróxido de calcio. Cada muestra fue analizada por duplicado utilizando 3 gr. de alumbre y 1 gr. de hidróxido de calcio como agente clarificador, siguiendo la metodología descrita para jugos diluidos o extractos y jugos de primera extracción.

Para las calibraciones y validaciones NIR en determinaciones de sacarosa (pol) y brix en jugos primarios y diluidos, se efectuaron análisis paralelos mediante polarimetría y NIR de los jugos procedentes de un ingenio y de CENICAÑA. Con la utilización de los programas NSAS de regresión lineal múltiple, se seleccionaron las mejores condiciones de trabajo para los análisis de rutina, basados en los coeficientes de correlación (R) y errores estándares de calibración y validación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis estadístico de los resultados demostraron en general que los valores de pol (%) o lecturas sacarimétricas (°S) son menores cuando se utiliza el agente clarificador alumbre – hidróxido de calcio en comparación con el método convencional de (S.P.). Sin embargo, se encontró una buena correlación lineal (R 0.93 – 0.95) entre los métodos evaluados

De otra parte, a pesar de encontrarse desviaciones estándar similares entre los métodos evaluados para cada uno de los materiales analizados (jugos y mieles), se observó una mejor repetibilidad para los jugos diluidos o extractos acuosos cuando se usó la mezcla alumbre – hidróxido de calcio como agente clarificador.

También se encontró una mejor repetibilidad cuando se utilizó el (S.P.) en las mieles finales; aunque es importante resaltar que existe una buena correlación entre los dos métodos evaluados (R = 0.98).

Al comparar los datos NIR y los valores de pol y brix (sólidos totales solubles) determinados por los métodos convencionales de clarificación con subacetato de plomo,

polarimetría y refactrometría se obtuvieron correlaciones altamente significativas. Este resultado hace factible y altamente confiable la implementación de la tecnología en los análisis rutinarios de calidad de caña. Como gran ventaja adicional la tecnología NIR en los análisis de jugos de caña de azúcar no emplea ayudas clarificantes tóxicas como el subacetato de plomo.

CONCLUSIONES

El alumbre asociado al hidróxido de calcio se considera efectivo para la clarificación de soluciones o extractos de sacarosa (masas, mieles) y de jugos de primera extracción, analizados mediante polarimetría y es una buena alternativa para reemplazar el (S.P.). El nuevo agente clarificador es una mezcla no tóxica y las lecturas polarimétricas presentan buenas correlaciones con el método tradicional o convencional.

La técnica NIR ofrece grandes ventajas analíticas y es una buena alternativa de cambio para el actual método polarimétrico que requiere de agentes de limpieza o clarificación tóxicas como el subacetato de plomo.

REFERENCIAS

International Commission for Uniform Methods of Sugar Analysis. (1974). *Ankara Proceedings*. 383 p. England

International Commission for Uniform Methods of Sugar Analysis, (1998). *Berlin Proceedings*. 395 p. England

Clarke, M. A.; Arias, E. R., Mcdonald – Lewis, C. (1992). Near Infrared (NIR): Analysis in the sugarcane factory. *Sugar Azúcar*, Vol. 87 (6), pp. 45 – 49

Clarke, M. A.; Edye, L. A.; Scott, C. V.; Miranda, X. A.; Mc Donald – Lewis, C., (1992).. Near Infrarred (NIR) Analysis in Sugar Factories. In : *Proceedings of the 1992 Sugar Processings Research Conference*. New Orleans, La. pp 244 – 264.

Congress of the International Society of Sugarcane Technologists, 1989. *ISSCT Proceedings*. 2V, pp. 219 – 239. Sao Paulo, Brasil.

Glynn, H. J., Gary, H.W., (1999). . Ingeniería Ambiental. 2da Edición. Prentice Hall Ed. Mexico. 399 p.

Larrahondo, J.E.; Briceño, C.O.; Muñoz, S. C. (1997). ."Uso del tricloruro de aluminio en determinaciones analíticas del proceso azucarero" . *Boletín Técnico CENICAÑA*. Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia. Junio de 1997. 8 p. Cali, Colombia.

Power. (1973). Water treatment – a special report. Junio

Vaccari, G.; Mantovani, G; Squaldino, G., (1988). "Near infrared spectroscopy in sugar analysis". *Sugar journal*, Dec. pp. 4 – 8

ENSAYO INTERLABORATORIO: PIEDRA ANGULAR DE LA CONFIABILIDAD ANALÍTICA

Perdomo Morales, Armando J
Rodríguez López, Julián
Fernández Alvarez, Fernando
Ortega Ravelo, Lissy

ABSTRACT

Interlaboratory test is the organization, execution and evaluation of chemical analyses upon the same sample or upon similar samples, by two or more laboratories, in accordance with predetermined instructions.

Interlaboratory aptitude tests evaluate the performance of laboratories conducting chemical nalyses by means of interlaboratory comparisons.

In the present paper a general outline is given of the relevant aspects that distinguishes an interlaboratory test stressing what the head of a mill laboratory should do when he (or she) receives the statistical results of its participation in an interlaboratory

INTRODUCCIÓN

El ensayo interlaboratorio de aptitud (Guía ISO/IEC, 1997) es el uso de comparaciones interlaboratorios con el fin de determinar el desempeño de un laboratorio de ensayos o medición. Uno de los principales usos de los ensayos de aptitud es evaluar la habilidad de los laboratorios para efectuar ensayos en forma competente. La norma cubana ISO 17025:2000, considera dentro de los requisitos fundamentales para el aseguramiento de la calidad de los ensayos y de las calibraciones, la participación de los laboratorios en programas de intercomparación entre laboratorios o ensayos de aptitud, cuestión que se valora con rigor para la acreditación de los laboratorios.

Como se sabe en el MINAZ hay una larga tradición de trabajo respecto a la ejecución de ensayos interlaboratorios ya sean de aptitud o colaborativos, utilizándose estos últimos para la validación de los métodos analíticos.

Anualmente los laboratorios del MINAZ (Anzardo,1997) participan en un ensayo de aptitud con el objetivo de evaluar la competencia de los laboratorios, conocer si existen tendencias o errores sistemáticos, así como la evaluación de la pericia del analista y la repetibilidad y reproducibilidad de los métodos que se consideran.

En el presente trabajo se da un esbozo general de los aspectos relevantes que caracterizan un ensayo interlaboratorio remarcando qué debe hacer el jefe de laboratorio de un CAI cuando recibe los resultados de su participación en el ensayo interlaboratorio.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el desarrollo del ensayo interlaboratorio es necesario tener en cuenta las siguientes etapas:

1. Preparación y distribución del item de ensayo	2. Instrucciones	3. Reporte de los resultados por los laboratorios participantes
4. Diseño estadístico	5. Informe final y envío a los laboratorios participantes de los resultados obtenidos en el ensayo de aptitud.	6. Qué debe hacer el J´Laboratorio al recibir los resultados del ensayo de aptitud

Preparación del item de ensayo

Para la preparación del ítem de ensayo, se precisa la selección y preparación del material, (azúcar en nuestro caso), el mantenimiento de las condiciones ambientales adecuadas para la preparación del ensayo, calibración y verificación del equipamiento, evaluación de los materiales de ensayo especialmente su homogeneidad (FAPAS, 1997), y por último el aseguramiento de embalaje, rotulación, transporte y distribución apropiado de los materiales de ensayo.

Instrucciones

Las instrucciones deben ser muy detalladas en las que se exponga los siguientes puntos:

- forma de manipular la muestra, número de réplicas que se desean por cada muestra enviada,
- forma de expresar los resultados y hasta que cifras significativas se desea que se reporten los valores,
- método analítico empleado, intervalo de tiempo en que se deben desarrollar los análisis y cualquier información sobre posibles alteraciones durante la marcha analítica y que se considere pueda influir en la evaluación e interpretación de los resultados

Reporte de los resultados por los laboratorios participantes

Es imprescindible garantizar la comunicación fluida con los participantes en el ensayo interlaboratorio de forma tal que la recepción de los resultados emitidos por cada laboratorio lleguen en tiempo y forma al centro organizador y planificador del ensayo, teniendo que ser la comunicación siempre por escrito. Debe estimularse la retroalimentación a los participantes para recepcionar cualquier inconformidad con la evaluación de su desempeño en el ensayo de aptitud.

Se consideran solo los datos válidos, que son aquellos que se reportan como resultado de un funcionamiento normal de los laboratorios, no están afectados por desviaciones de los instrumentos ni por ocurrencias inesperadas o por errores numéricos o tipográficos.

Diseño estadístico

El objetivo del procedimiento estadístico empleado es obtener un resultado simple y transparente que el participante u otras partes interesadas puedan apreciar fácilmente.
Los aspectos fundamentales a considerar en el diseño estadísticos son los siguientes: precisión y veracidad del ensayo, diferencias mínimas a ser detectadas entre los laboratorios participantes a un nivel de confianza deseado, el número de laboratorios participantes, el número de muestras a ensayar y el número de ensayos o mediciones repetidas a realizar sobre cada muestra. Para llevar a efecto el estudio estadístico de los resultados se utilizan las dócimas de Cochran y Grubbs (ISO 5725; Horwitz, 1994-1998).

Informe final y envío a los laboratorios participantes de los resultados obtenidos en el ensayo de aptitud

Con los resultados que ofrece el programa ANALAB, se elabora el informe final señalándose los laboratorios con tendencias y errores sistemáticos, los resultados analíticos atípicos y resultados extremos eliminados por las dócimas estadísticas del programa ANALAB, la repetibilidad y reproducibilidad del ensayo de aptitud, evaluación de analistas y laboratorios, así como la selección de los laboratorios y analistas destacados en este ensayo.

Una vez concluido el informe final, se prepara una comunicación por carta a cada laboratorio participante, en el que se detalla el desempeño del laboratorio y de los analistas, así como se da a conocer los analistas y laboratorios participantes mas destacados.

Debe destacarse la importancia de la confidencialidad de los resultados que se envían a los laboratorios participantes.

Qué debe hacer el J´Laboratorio al recibir los resultados del ensayo de aptitud

Cuando el Jefe de Laboratorio recibe los resultados del ensayo interlaboratorio, de inmediato debe proceder a reunir a todos los participantes en el ensayo, comunicar los resultados a los participantes felicitando a los analistas que en su desempeño han sido seleccionados como destacados y considerar de conjunto el plan de acciones a acometer para resolver las dificultades detectadas si las hubiere.

Entre las acciones que deben considerarse son las siguientes:

1. 1. Auditoría interna al laboratorio
2. 2. Solicitud de Asesoría directa y sistemática al laboratorio
3. 3. Chequeo de los principales componentes del Sistema de Calidad tales como: verificación y calibración de equipos, condiciones ambientales, preparación de reactivos, revisión de la marcha analítica, comprobación de los cálculos.
4. 4. Capacitación del personal mediante cursos de adiestramiento o post-grado

En los casos en que se detectan problemas causados por el personal se comunicará a las autoridades competentes de cada dependencia para que tome las medidas necesarias, en los casos que se requiera.

El J’ Laboratorio verifica si las acciones correctivas propuestas se cumplen en tiempo y forma para garantizar eliminar los fallos detectados.

En los casos en que se considere necesario, envío sistemático de muestras a LEYCAZ para evaluar el comportamiento del laboratorio durante un determinado período de tiempo.

CONCLUSIONES

1. 1. Participar en los ensayos de aptitud es una necesidad impostergable para garantizar la confiabilidad analítica de los laboratorios azucareros.
2. 2. Elaborar un plan detallado de acciones correctivas verificando que se cumplan en tiempo y forma para garantizar la confiabilidad analítica.

REFERENCIAS

Guía ISO/IEC 43-2 (1997). “AnteproyectoAnteproyecto de Norma Copant. Ensayos de aptitud por comparaciones interlaboratorios. Parte 1: Desarrollo y funcionamiento de programas de ensayos de aptitud. Parte 2. Selección y uso de programas de ensayos de aptitud por organismos de acreditación de laboratorios”.

Anzardo, P. Perdomo, A. y Rodríguez, J. (1997). ANALAB. El programa idóneo para evaluar analistas y laboratorios. *Informe interno*. ICINAZ - MINAZ - ACC.

FAPAS . (1997). Protocolo del programa de Evaluación de la Calidad en el Análisis de Alimentos, ,

ISO 5725:94. Exactitud (Veracidad y Precisión) de los Resultados en los Ensayos interlaboratorios.

Horwitz, Williams (1994-1998). “Protocololo para el diseño, realización e interpretación de los estudios colaborativos”.

GESTION EMPRESARIAL INTEGRAL

Taquechel, Y.
Irulegui, A.
Mendiola, G.

Departamento de Gestión de la Calidad,
UIP de la Celulosa del Bagazo Cuba-9;
E-mail: calidadc9@ip.etecsa.cu

ABSTRACT

This paper presents how the management organization can face environmental and quality challenges, Taking into account the successful integral management administration, a methodology for the implementation of a system of integral administration is offered, which constitutes an irreversible reality for the companies producers or for services.

INTRODUCCIÓN

El medio ambiente empieza a constituir un problema en los últimos años del siglo XIX y principios del XX para aquellos países que han lidereado el desarrollo industrial. Son precisamente estas naciones las que al percibir la problemática relacionada con el deterioro del medio ambiente, plantean las mejoras de las condiciones del entorno como un todo.

La Clean Air Act de 1956 constituye el inicio a escala mundial de la legislación en materia medioambiental, con la normalización de procedimientos de medición de los contaminantes, la incorporación de los conocimientos científicos y de los desarrollos tecnológicos al control medioambiental y la reducción del impacto sobre las actividades del entorno.

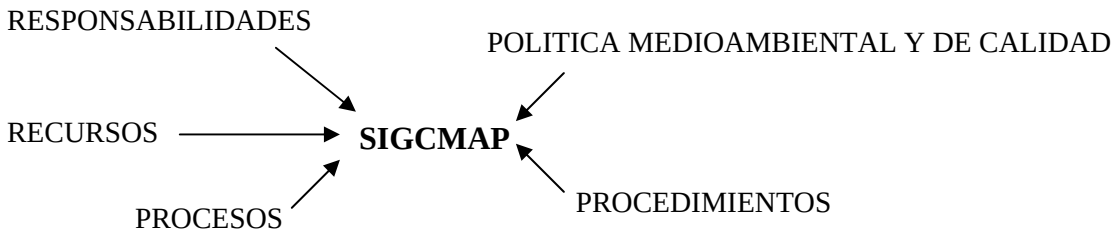
En los años 60,70 y 80 se continúan dando pasos hacia el control ambiental pero no es hasta la conferencia de Río que se elaboran estrategias que detengan e inviertan la degradación ambiental y fomenten en todos los países un desarrollo sostenible y racional desde el punto de vista del medio ambiente, más tarde el reglamento CEE 1836/93 de 29 de junio de 1993 regula el Sistema Europeo de Ecogestión y Ecoauditoría, enunciando un modelo para la implantación de un sistema de gestión medioambiental, que permita a las empresas desarrollar sus sistemas de gestión y auditorias medioambientales.

Ante el éxito de las normas ISO 9000 y con los problemas ambientales ocupando una posición destacada, la Organización Internacional de Estandarización empezó a considerar su participación en la arena ambiental, fruto de la cual surgieron las normas ISO 14000.

Este grupo de normas constituye la base fundamental para la implantación de un SIGCMAP (sistemas integrados de gestión de calidad, medioambiental y de prevención de riesgos laborales), y este tipo de sistema es considerado actualmente una realidad irreversible para las empresas productoras como prestadoras de servicios.

DESARROLLO

La incorporación de materias medioambientales y de prevención de riesgos laborales en las empresas, hace necesario adoptar herramientas adicionales, que agrupamos bajo el nombre de *Sistemas integrados de gestión de calidad, medioambientales y de prevención de riesgos laborales* (en lo adelante SIGCMAP) que proporcionan un proceso estructurado y sistemático para la concepción de la mejora continua, comprendiendo: la estructura organizativa con definición de responsabilidades, las actividades, procesos y prácticas acordes con la documentación elaborada y los recursos necesarios para establecer y poner en práctica la política medioambiental y de prevención.



El SIGCMAP se denomina integrado porque cada mando de la empresa y cada nivel jerárquico tiene como una responsabilidad más de su labor, la de proporcionar a sus supervisados un ambiente de trabajo en el que se adopten las medidas necesarias para elevar la calidad del trabajo, evitar emisiones accidentales de sustancias o de energías, accidentes de trabajo, etc.

Asimismo cada mando deberá proporcionar a sus supervisados el entrenamiento idóneo que asegure que están preparados para el desempeño de su puesto de trabajo.

La declaración de la política a seguir por el SIGCMAP representa el compromiso de la empresa con la calidad y el medio ambiente conteniendo las prioridades fundamentales que definen la estrategia empresarial, las metas establecidas en función de los objetivos trazados.

La empresa es consciente de sus carencias y tiene que tomar medidas urgentes para apoyar su desarrollo, es decir, aportar soluciones que garanticen la supervivencia empresarial y preservar nuestro planeta es por ello que la dirección de la empresa ha de sensibilizar de manera continua y constante, a todos los niveles, con métodos actuales que ayuden a prepararse para el saber hacer y también para saber ser, que asegure la continuidad de cada puesto de trabajo.

Antes de comenzar la implantación del SIGCMAP hace falta realizar un diagnóstico para determinar como se encuentra la empresa en conformidad con normas y reglamentos en materia de calidad y medio ambiente, requiere además que la alta dirección tenga la

decisión firme de adoptar un nuevo sistema de gestión y que todo el personal participe en el proyecto y trabajos de organización.

FASES PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN SIGCMAP

- ✓ Capacitación (contínua.
- ✓ Diagnóstico, identificación de las desviaciones y determinación de las acciones a desarrollar.
- ✓ Determinar la Política y los Objetivos para ir materializándola gradualmente.
- ✓ Determinar procesos críticos y establecer medidas medioambientales y de calidad para lograr eficacia hacia el logro de los objetivos.
- ✓ Buscar oportunidades de mejora, eficacia, eficiencia y simplificación de procesos. Determinar *riesgos y prioridades.*
- ✓ Estructurar y documentar el sistema involucrando a todas las áreas y los riesgos laborales y medioambientales que implican cada una de ellas.
- ✓ Implantación gradual del sistema. Monitoreo y auditorías internas.
- ✓ Auditoría final. Acciones correctivas.
- ✓ Revisión global de la efectividad del SIGCMAP.

Una vez que la empresa ha asumido el SIGCMAP como sistema de gestión, todos los componentes de la empresa trabajan de forma conjunta en equipo para de esta forma obtener sinergias, o sea, una mejora continua.

Es lógico pensar que una empresa con un sistema de gestión establecido tendrá influencias en el otro, en cambio cuando se adopta el SIGCMAP como sistema: implica operarios trabajando en un puesto adecuado, con las especificaciones de calidad requeridas, dentro de un horario establecido, utilizando las herramientas necesarias, con prendas de protección y que eviten que aparezcan descargas no controladas en el entorno ambiental, todos estos factores dan por resultado un proceso con CALIDAD, es decir toda empresa que adopte la gestión conjunta para la calidad y el medio ambiente, garantiza la mejora de la calidad.

Según encuestas realizadas en 189 empresas en América Latina el 65% de las mismas ya utilizan el SIGCMAP como sistema de gestión integrado, y habían logrado certificarse por órganos internacionales, utilizando las ISO 9000 y las ISO 14000 como base para lograr este reconocimiento.

CONCLUSIONES

A modo de conclusiones podemos decir que las empresas que asumen el SIGCMA como sistema de gestión garantizan:

- ✓ La mejora de la calidad.
- ✓ Elevan la imagen de la empresa.
- ✓ Mejoran la satisfacción de los clientes.
- ✓ Mejor desempeño organizacional.
- ✓ Minimizan los riesgos y disminuye la accidentalidad, esto se consigue reduciendo y controlando la entropía ambiental y de prevención en la empresa, que es generalmente la raíz común de los problemas medioambientales, de calidad y de prevención.

- ✓ ✓ Se reducen también los costos de implantación, manutención del sistema de gestión asumido.
- ✓ ✓ Se unifican los documentos y elementos del sistema.
- ✓ ✓ Reduce el consumo de recursos internos e infraestructura.
- ✓ ✓ Hay un mayor entendimiento por todo el personal de la empresa.

El SIGCMAP constituye una realidad irreversible para las empresas productoras o de servicios.

REFERENCIAS

Conferencia de Río de Janeiro, 1992.

Oficina Nacional de Normalización (1999), Normalización 2, 8-11.

QSP (2000), Banas Ambiental 8, 24-27.

QSP (2001), Banas Qualidade 108, 17-20.

ISO 9001.).Norma internacional ISO. (2000 Traducción certificada por la ISO. Sistemas de gestión de la calidad. Requisitos.

ISO 14000. Norma internacional. Traducción certificada por la ISO. Gestión ambiental. Requisitos. ISO (1996).

IMPACTO AMBIENTAL Y SOCIAL DE LOS PLAGUICIDAS EN EL MUNDO

Vera Cabezas, Dra.
Villanueva Ramos, Greter Dra.
Mendes Vieira, Juvino.

Facultad de Química Farmacia Departamento de ingeniería química.
UCLV. Carretera de Camajuani Km 5.5 Santa Clara Villa Clara.
E-mail: mayrav@uclv.edu.cu

ABSTRACT

The challenge of the man, it is of producing sufficient foods for the humanity deposits, but if we let of using plaguicidas this would be almost impossible, by something which instead of dispensing of they use adequately.

The movement and the incidence of the agroquímicos to the environment is conditioned by the intrinsic properties of the products and the characteristics of the middle. The activation of a chemical and the degree on affectation depends on the chemistry nature of the product, on the characteristics of the soil (content in clays, in organizational matter, texture, structure, porosity, vegetation, dampness, pH), on the climatic conditions, the type on cultivation, the use and managing of the product, on the residues and containers arrangement and on existing cultural practices in the influence area on the activity.

Without doubt some, to speak of plaguicidas is a controverted topic since exist ecological groups that are opposed to their/its/your/his utilization, by be very risky their/its/your/his use and improper managing. Taking into account what is dangerous that they mean for the life conditions in the nature emerge some questions on the International Conduct Code for the utilization and distribution of plaguicidas.

In this work are exposed the effects that produce the use and managing of agroquímicos to the environment, with their/its respective categorizations and critical problems in some countries of the pollution world by plaguicidas in the health humanizes as well as in the environment.

INTRODUCCIÓN

El medio ambiente es un complejo sistema configurado por la interacción de factores como flora, fauna, suelo, aire, agua y hombre. En esta interacción el hombre utiliza y libera al medio ambiente diferentes sustancias químicas, que en determinadas concentraciones y un momento dado pueden superar la capacidad de eliminación de los ecosistemas, produciendo graves alteraciones en el equilibrio biológico de los mismos, constituyendo de esta manera riesgos para la salud, la preservación de la naturaleza y la calidad de vida de la población.

Las sustancias químicas han beneficiado al hombre, las plantas y los animales, sin embargo estos beneficios pueden convertirse en perjuicios y adversidades para los seres vivientes y el ambiente en sentido general, como consecuencia de averías, accidentes o desastres, derivados de explosiones y escapes de sustancias químicas que contaminan el aire, agua y los animales, entre otras causas.

DESARROLLO

Los agroquímicos en el medio, aparecen como contaminantes del aire que respiramos, el agua que bebemos y el alimento que consumimos. También afectan las áreas forestales, los lagos, destruyen seres vivientes y producen cambios en el ecosistema.

Las rutas principales de exposición humana a las sustancias tóxicas son el aire, agua, suelo y alimentos. La presencia del control y el control del riesgo asociado con el uso de sustancias químicas requiere de un enfoque integral.

En algunas zonas, los volúmenes de agua existen, pero la calidad de estas reservas se ve afectado por la actividad antropogenica debido al creciente desarrollo industrial y el acelerado crecimiento poblacional. Debido a estas actividades las fuentes superficiales y subterráneas se encuentran contaminadas.

El hombre ha utilizado grandes volúmenes de productos químicos industriales (fertilizantes, plaguicidas, y otros) los que por sus grandes volúmenes han provocado diferentes efectos negativos, que han conducido al deterioro de los suelos como son :

- ❖ Acumulación excesiva en los suelos de algunos fertilizantes.
- ❖ Eliminación de la vegetación superior.
- ❖ Contaminación de los mantos.
- ❖ Contaminación del ambiente.

El efecto indiscriminado de insecticidas químicos en los agro sistemas, provocan un notable efecto depresivo sobre los insectos beneficiosos que actúan sobre las plagas agrícolas, es decir, afectan la llamada entomofauna benéfica.

Entre la agricultura y la contaminación ambiental existe una estrecha relación tanto en países industrializados como en desarrollo, debido fundamentalmente al efecto de los plaguicidas y fertilizantes en el medio ambiente y en la salud humana. Innumerables ejemplos demuestran los efectos secundarios nefastos y a menudo imprevisibles de los plaguicidas, que alteran a veces de manera profunda el equilibrio natural. Los fertilizantes causan eutroficacion de los ríos y lagos, contaminando las aguas subterráneas y pueden convertirse en sustancias que provocan serios problemas.

Los plaguicidas solo pueden ser peligrosos para el ambiente o para la salud si se usan inadecuadamente, por lo que indirectamente se asume que es posible que un uso “adecuado” de los plaguicidas no entrañe riesgos. A continuación se identifican a escala teórico variables básicas en el análisis de efectos al medio ambiente derivados del uso y manejo de plaguicidas. De hecho la variable ambiental clave es el consumo de plaguicidas; sin embargo, debe integrarse necesariamente con las características biofísicas del medio, es decir, que se conjuga las propiedades intrínsecas de los productos y las características del medio siempre se asocia a los plaguicidas como compuestos tóxicos para los humanos y para otros componentes del ambiente, sin embargo hay desconocimiento en los procesos de transformación y degradación que sufren los plaguicidas en el ambiente. El uso de

plaguicida evidentemente conlleva a riesgos para el hombre y el ambiente, sin embargo estos riesgos pueden manejarse, y a la vez los plaguicidas usarse con seguridad, por lo que si se lleva a cabo un uso y manejo inadecuado de los plaguicidas puede traer como consecuencia:

- Desequilibrio en los ecosistemas naturales (poblaciones animales e insectos, al aparecer especies resistentes a determinado grupo químico)
- Intoxicación en personas.
- Una vez aplicados son arrastrados por las corrientes de agua y aire a ecosistemas distintos.
- Los residuos volátiles cuando pasan a la atmósfera vuelven a ser precipitados por la lluvia en lugares distintos a los que se realizaron su aplicación.

A continuación se encuentra algunas evidencias recogidas de estudios puntuales que describen efectos específicos en el suelo, agua, aire y población. En primera instancia, a groso modo los efectos que producen el uso y manejo de agroquímicos al medio ambiente, con sus respectivas categorizaciones, se resumen de la siguiente manera.

Efectos Agroquímicos al ambiente

Actividad que presiona	**Medio Ambiente Afectado**	**Categorización del efecto.**
Uso de plaguicida con bromuro	Disminución de ozono estratosférico	Alto.
Uso y manejo de plaguicidas inorgánicos con alta toxicidad	Disminución de microorganismos recicladores y pérdida de diversidad genética	Alto
Uso excesivo de fertilizantes y plaguicidas no biodegradables en la agricultura.	Agua, suelo, aire, población humana, biota	Alto
Agricultura con manejo integrado de plagas	Agua, suelo, aire, población humana, biota	Bajo
Ganadería con uso de insecticidas persistentes no biodegradables.	Agua, suelo, aire, población humana, biota	Alto.
Uso excesivo de fertilizantes, insumos químicos y plaguicidas	Agua, suelo, aire, población humana, biota	Alto.
Alto uso de herbicidas en política de erradicación de cultivos ilícitos	Agua, suelo, aire, población humana, biota	Alto

El uso de plaguicidas puede directamente contaminar el agua, o con las precipitaciones o canales de riego. En general los efectos en aguas superficiales y

subterráneas se miden teniendo en cuenta además del consumo de químicos, variables como topografía, características del suelo, naturaleza del químico, tipo de cultivo, comportamiento climático entre presiembra y cosecha y manejo de envases y residuos. Los plaguicidas en el suelo dependiendo de su naturaleza química pueden persistir durante muchos años, y así presentar mayor probabilidad de interacción con otros elementos del sistema natural que potencian su acción. El uso indiscriminado genera desequilibrios y círculos viciosos en los ecosistemas al desaparecer fauna benéfica y aparecer plagas resistentes a químicos empleados, teniendo que incorporar al proceso productos cada vez más tóxicos.

A continuación se muestran problemas críticos de contaminación por plaguicidas en algunos países del mundo.

País. Costa Rica. Tipos de Daños. Salud. Toxicidad aguda y crónica **Ambiente.** Contaminación de agua y perdida de biodiversidad. **Vía a través las cuales estos ocurren.** Exposición directa y frecuente a plaguicidas. Uso agrícola en productos tradicionales y no tradicionales.
¿Quiénes y dónde son más afectados? Trabajadores agrícolas y pequeños agricultores, población aledaña. Ecosistemas acuáticos y ecosistemas terrestres aledaños **Causas.** Dependencia de plaguicida en el sistema de producción agrícola como forma principal de control de plagas. - Uso inadecuado.
País. El Salvador Tipos de Daños Salud. Toxicidad aguda y crónica **Ambiente.** Aguas superficial y subterránea, alimentos y suelos **Vía a través las cuales estos ocurren.** Manejo y almacén.

CONCLUSIONES

- Los plaguicidas son compuestos que se acumulan y que son tóxicos para los humanos y para otros componentes del ambiente, por lo que el uso de plaguicidas evidentemente conlleva riesgos potenciales para el hombre y el ambiente: flora, fauna, fuentes de agua. Estos riesgos potenciales pueden manejarse, y a la vez, los plaguicidas usarse con seguridad, reduciendo la magnitud de cada uno de los dos componentes del riesgo: la toxicidad y la exposición.
- Es necesario conocer las propiedades físicas, químicas y tóxicas de los plaguicidas, y estimar en cada país las posibles exposiciones de seres humanos y de otros organismos, que pueden tener lugar en las localidades en las que se aplicarán o a las que llegarán al difundirse en el ambiente o a través de la cadena alimentaría.
- En el caso de nuevos plaguicidas, la evaluación de sus riesgos permite identificar si éstos son excesivos, en cuyo caso se puede prohibir su ingreso al comercio, o decidir la aprobación de su comercialización y las medidas a adoptar para prevenir riesgos y lograr su manejo seguro, por lo que se impone la búsqueda de nuevos plaguicidas con menor impacto en el ambiente y en la salud humana suelo y aire.

REFERENCIAS

http://www.dupont-agricola.com.co/benefi/perdidas.htm

Pérdidas en la producción de cultivos causadas por las plagas.
http://www.infoagro.com/abonos/abonos_y_fertilizantes.asp.

Fertilizantes

http://wwwcgepi.uadec.mx/Art3.htm

Jose Javier garcí Salcedo,Salud Ocupacional ”Plaguicida”

IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES EN LA METROLOGÍA DE LA INDUSTRIA AZUCARERA

Alonso, Ricardo

Caballero, Arodis

Irulegui, Agustín

* ICINAZ;

E-mail: **ricardo@ocentral.minaz.cu**

** UIP Cuba-9;

E-mail: **calidadc9@ip.etecsa.cu**

ABSTRACT

This paper deals with the required actions to implementation of International System of measurement units into the practice of Cuban sugar cane industry, as important phase to achieve metrological guarantee.

INTRODUCCIÓN

A partir de la aprobación por el Consejo de Estado el 10 de enero del 2001, del Decreto Ley 270 y 271, sobre el Reglamento para la Implantación de la Ley de Metrología y las Contravenciones de las Regulaciones Establecidas sobre Metrología, el Ministerio del Azúcar emitió la correspondiente Resolución 71-2001 que establece la aplicación del Sistema Internacional de Unidades a partir de la Zafra próxima.

Esto supone un conjunto de acciones en las cuales el Director de la Empresa juega un papel fundamental, y consideramos de especial interés para los Directivos este análisis de las cuestiones legales y técnicas que organizan esta actividad.

Destacamos que la Metrología ante todo, es ley. Por tanto, el presente trabajo hace un análisis de los diferentes documentos legales que nacional e internacionalmente estamos obligados a cumplir, y particularizamos los aspectos referentes a la Zafra, como un momento especial, dentro del desarrollo de la empresa.

Se analiza la evolución de las diferencias de peso de azúcar de los últimos años y se refiere el negativo resultado que hasta ahora presentamos en la acreditación de los laboratorios de calibración, identificados según el Informe oficial del Grupo de Implantación de las Normas ISO 9000, como de los objetivos más atrasados del proceso.

DESARROLLO

La Implantación del Sistema Internacional de Unidades en Cuba data de 1982. Se decidió por el Decreto Ley 62 publicado en la Gaceta Oficial el 30 de diciembre de 1982.

Un cuerpo documental muy completo acompañó esta decisión de la máxima dirección del país. Entonces fueron puestas en vigor las Normas del Grupo NC 90-00-06 de la 1 a la 7, y los Factores y Tablas de Conversión del Sistema Internacional de Unidades.

1. 1. Unidades Básicas y Suplementarias
2. 2. Unidades Derivadas
3. 3. Formación de Múltiplos y submúltiplos
4. 4. Reglas para el uso de las Unidades de Medida
5. 5. Múltiplos y submúltiplos de las Unidades SI cuyo uso se recomienda internacionalmente
6. 6. Tablas de equivalencia de otras unidades de medidas a las del SI
7. Unidades de medida no pertenecientes al SI

Entonces el MINAZ como parte del Sistema de Administración Central del Estado, emitió disposiciones internas que dieron un importante impulso en pos del cumplimiento de sus obligaciones especialmente en el uso de los Factores y Tablas de Conversión, que permitieron la utilización de los instrumentos de medición disponibles en el sector. No se logró sin embargo sustituir en el uso cotidiano de la administración :el galón

* * la arroba
* * la caballería
* * la besana
* * el cordel cuadrado
* * el caró y la rosa, utilizados en la zona oriental del país
* * la libra y la onza
* * la pulgada y el pie
* el quintal, * y otras que continuaban apareciendo no sólo en la medición de los resultados, sino en la misma planificación.

Hay que reconocer que el resto de la economía nacional tuvo un importante avance en la asimilación de las nuevas unidades, y el tradicionalismo y el acomodamiento impidieron al MINAZ colocarse a la altura de los productores azucareros del mundo entero con los que ahora se nos dificulta el entendimiento y el intercambio.

En América Latina, con un nivel educacional inferior al nuestro, el proceso de asimilación del SI se produjo hace más de 40 años, y cuando se envían misiones técnicas a centrales azucareros venezolanos o de otro país, se evidencia la necesidad de estar constantemente convirtiendo unidades para podernos entender. Allí los rendimientos se expresan en toneladas por hectárea, las calderas trabajan en Pascal, aunque ya en el 99 se aceptó por la OIML el uso del bar, más práctico, pero siempre aparejado a las unidades SI de presión, los tachos y evaporadores miden sus volúmenes en litros, etc., etc..

Esta OIML a la que hacemos referencia es la Organización Internacional de Metrología Legal, de la cual Cuba es miembro activo desde su fundación, y llamamos la atención al hecho de que el nombre de esta organización concluya con la palabra LEGAL, lo cual ratifica el carácter oficial de las acciones metrológicas.

En 1998 se emite el Decreto Ley 183 De la Metrología, que establece en su Artículo 1 *: ... "los principios y regulaciones generales para la organización y régimen jurídico de la actividad metrológica en Cuba, con el fin de satisfacer las necesidades de desarrollo de la producción, del comercio, la ciencia y la técnica, así como la defensa de los intereses del Estado y la población."*

De nuevo se habla aquí de régimen jurídico, y aparece la relación que pretendemos dejar clara en esta exposición.

A este Decreto Ley sucede entonces, el 10 de enero del 2001, los Decretos 270 del Reglamento para la Aplicación del Decreto Ley 183, y el 271, que establece Contravenciones de las Regulaciones Establecidas.

Pongamos algunos ejemplos que nos tocan de cerca.• **Artículo 5 inciso 1**. *El que viole las disposiciones sobre el uso de patrones de las unidades de medida, conservación, período de vigencia, así como su certificación. Se le impondrá una multa de 300 pesos y la obligación de hacer.* (sic). Una de las deficiencias más frecuentes en nuestras inspecciones es que los patrones de masa utilizados para la calibración de las básculas de caña, azúcar, despalillos, etc., no se conservan bien, sus plazos de verificación están vencidos, carecen del sello oficial, etc.. Todo esto, que hasta ahora quedaba en el regaño, pasa ahora a un cuerpo legal que permitirá al inspector de cualquier nivel solicitar la aplicación de este artículo y al director la obligación de hacerlo.

- **Artículo 6 inciso 2.** *El que incumple las regulaciones en cuanto a la aprobación del modelo de instrumentos de medición . Se le impondrá una multa de 500 pesos y la obligación de hacer* (sic). Importante que los que compran o decidan fabricar instrumentos de medición conozcan las regulaciones contenidas en la OIML D-19 de 1994 Evaluación de modelo y aprobación de modelo.

- **Artículo 7. Inciso 1**. *El que use un instrumento de medición con el objetivo de alterar el resultado de las transacciones o certificaciones. Se le impondrá una multa de 800 pesos y la suspensión definitiva del Certificado otorgado* (sic). Aquí aparece la figura legal que usará el inspector de campo, el metrólogo y todo el que autoricemos en la empresa al Control Metrológico y velar por la aplicación de estas leyes, para aquellos pesadores de caña , azúcar , derivados que sean sobornados, etc.. Observar que cuando hablamos del Certificado se trata de aquella autorización que tiene el pesador para pesar, y que sirvió para inscribirlo como personal de confianza y subirle su salario.

  O sea, el pesador puede ser multado, retirado inmediata y definitivamente del cargo ante la detección de esta violación. Esto que ha sido ya aplicado en muchas partes adquiere ahora un respaldo jurídico expreso, y no da pie a interpretaciones que impidan la aplicación correcta de la Ley.

- • **Artículo 8. Inciso 1**. *El que incumple lo establecido en cuanto a las indicaciones y contenido de la cantidad de masa o volumen de acuerdo a las regulaciones vigentes. Se le impondrá una multa de 500 pesos y la obligación de hacer.* (sic). Esto tiene que ver con el peso (azúcar, torula, alimentos, fertilizantes, etc.) o el volumen (alcohol, ron, sorbitol, melazas, etc..) de todo lo que producimos. En el inciso 2 de este propio artículo se amplía el alcance de la contravención a la concentración, densidad, viscosidad, así como los niveles de tolerancia medibles aprobados. Llamamos la atención sobre la aplicabilidad de este artículo sobre todo lo que compramos, donde las auditorías e inspecciones metrológicas a los suministradores pueden ser acompañadas de la correspondiente solicitud de aplicación de la Ley.

- El **Artículo 9** se dedica a describir las infracciones del Control Metrológico relacionadas con los instrumentos y las mediciones. Aquí se incluyen casos como el uso de instrumentos que no cumplan con las exigencias de exactitud, el uso de métodos de medición no aprobados, incumplimiento de requisitos metrológicos (señalización de velocidad, eliminación del efecto de tracciones, seguridad de las casetas, errores de paralaje, etc..). También se refiere a aceptarle certificaciones de medición a personal que no está autorizado. Recordemos el ejemplo de un CAI de la provincia matancera en la Zafra del 98 donde encontramos a un compañero pesando porque la pesadora había abandonado momentáneamente su puesto de trabajo. La falta o error en los aforos y taras tienen su sanción en el inciso 6 de este artículo 9.

CONCLUSIONES

- Se desconocía por el 90 % de los entrevistados la Resolución 71 del 2001 del Ministro sobre la Implantación del SI en el MINAZ.
- En una medida superior al 90 % se desconocían la Norma Cubana 90-00-06 del 83, y de las Tablas y Factores de Conversión
- Era un poco más conocida, pero igual ignorada por el 80 % de los entrevistados los Decretos Ley 62 y 183 , y tal vez por más reciente nadie de los entrevistados, incluyendo abogados y responsables jurídicos de algunas entidades, de los Decretos Ley 270 y 271.
- Los productos expuestos tenían serias deficiencias en sus declaraciones legales acerca de los contenidos de masa, volumen, concentraciones, densidades, etc, así como errores en la escritura de las unidades del SI en plegables, propaganda, carteles, etiquetas, etc. Esto incluía los símbolos de las unidades de medidas, los símbolos de las unidades relativas y conversiones mal calculadas.

IMPLEMENTACION Y CERTIFICACIÓN ISO 9000 DEL SISTEMA DE CALIDAD DEL PRIMER CENTRAL AZUCARERO DE CUBA APLICANDO EL PAQUETE DE SERVICIOS ESPECIALIZADOS GECAL

Irulegui , Agustín
Abadías, Antonio
Hernández, Aracelia
Fernández, Nancy
Quesada, Alfredo
Pérez, José M
Cejas, Sixto M
Rodríguez, Nidia
Agüero, Caridad
Espinosa , Luis

* UIP de la Celulosa del Bagazo Cuba-9;
E-mail: calidadc9@ip.etecsa.cu
** CAI 30 de Noviembre;
E-mail: director@30nov.pr.minaz.cu
*** UEAA Pinar del Río;
E-mail: zafra@delegacion.pr.minaz.cu

ABSTRACT

This paper reports the experience achieved in the ISO 9002 certification of the first Cuban sugar mill, reached in March 2001. The quality system was implanted two previous harvests, in order to mature the creative solutions given to some of its requirements, which didn't have any applicable international experience to the conditions of the Cuban economy. These solutions were resulted from R&D project carried out between the UIP Cuba-9 and the Sugar Mill 30 de Noviembre.

The system conception and implementation were fulfilled applying a package of specialized services in quality management (GECAL), developed by the UIP Cuba-9. It contemplates the assistance in 4 phases: diagnosis, training, consultancy and quality audit. The achieved experience on its application in this mill is been now introducing in others ones in a personalized way.

The ISO 9000 certification improved both the efficacy and efficiency of the management of the industry by increasing of the sugar yield and its quality, certified with the Cuban Mark of Conformity and the reduction of their costs.

This result opens new possibilities by the competitive commercialization of the sugar in more selective international markets at differentiated prices as another benefit.

INTRODUCCIÓN

Partiendo de las experiencias acumuladas durante la implantación del Sistema de Calidad en el Laboratorio de Pruebas Físicas de la UIP Cuba-9 y su acreditación en 1997 y la decisión de la dirección del Ministerio del Azúcar de iniciar un programa para la asimilación de las normas internacionales ISO 9000 en el sector se acometió un diagnóstico llevado a cabo por auditores del Grupo de trabajo que el Ministro creó para llevar a efecto este Programa, dirigido por la UIP Cuba-9 que evidenció las fortalezas y debilidades o puntos críticos para alcanzar un grado de organización superior, para lograr un desempeño competitivo en calidad acorde con los estándares internacionales vigentes.

La asimilación de las normas internacionales siempre requieren un estudio de las condiciones socioculturales específicas del objeto campo de aplicación, con vistas a garantizar una aplicación consecuente, del que no escapan las normas ISO 9000 para la gestión de la calidad, que trazan pautas generales sin abundar en la forma de aplicarlas para garantizar el éxito de la gestión. Por ello en el marco del Proyecto ejecutado para la asimilación de las normas en el sector agroindustrial azucarero cubano, se desarrollaron investigaciones encaminadas a brindar soluciones creativas, económicamente factibles y coherentes con las bases de nuestra economía, y que permitieran asumir los elevados costos de similares proyectos en países del primer mundo.

Como resultado de estos estudios y la experiencia acumulada en la introducción y perfeccionamiento de las soluciones brindadas, se desarrolló un paquete interactivo de servicios especializados que permitiese de forma ágil y flexible incidir y gestionar el proceso de cambio requerido para lograr el desarrollo participativo de un sistema de gestión de la calidad que contribuyera al rescate de la eficiencia en la agroindustria azucarera, de carácter estratégico en la economía del país.

El paquete de servicios especializados en materia de calidad, GECAL, con 4 módulos integrales de Diagnóstico, Capacitación, Consultoría-Asesoría y Auditoría para comprobar la eficacia de las soluciones brindadas, permitió asumir el reto de la primera certificación ISO 9000 en Cuba del central 30 de Noviembre, en un tiempo relativamente corto, dada la brevedad de las zafras actuales.

ESTRUCTURACIÓN DEL SISTEMA DE CALIDAD

La implementación del sistema de gestión de la calidad en el Complejo Agroindustrial Azucarero (CAI) 30 de Noviembre, requirió de la realización de una extensa búsqueda bibliográfica y consultas a organismos especializados en la materia y la ejecución de investigaciones gerenciales para encontrar el modelo más adecuado para la asimilación de las pautas genéricas trazadas por las normas internacionales de gestión de calidad ISO 9000, conllevó un fuerte trabajo con el hombre para lograr el cambio organizacional que ocupó casi 3 años, cuyas etapas o fases fundamentales describimos a continuación:

- - Se organizó un grupo de trabajo (o de implantación) en el CAI para que asesorara técnica y metodológicamente en la ejecución práctica del proceso de implementación del sistema de calidad y se capacitó integralmente en cursos que organizó el Grupo Nacional en coordinación con la Oficina Nacional de Normalización, sembrando la semilla que luego se

multiplicó en las capacitaciones que brindaron al Consejo de Dirección y técnicos de la industria, algunas veces con apoyo de los especialistas del territorio.

- - La capacitación fue y se mantuvo como una tarea intensa y permanente, y a todos los niveles del CAI, porque en ella se le da al hombre la luz que requiere para no perderse en el trayecto y se pertrecha con las armas que necesita para vencer los obstáculos, que no fueron pocos a lo largo de estos casi tres años.
- - Posteriormente se acometió la tarea de revisar cada actividad (técnica, de dirección, administrativa, ... hasta de apoyo a la producción) para analizarla en detalle y una vez encontrada la mejor forma de realizarla, se "escribió todo lo que se hacía" para luego hacerlo SIEMPRE como se había dicho que se actuaba", o sea se documentaron los procedimientos para las actividades que incidían en la calidad de los procesos y del producto.
- - Paralelamente se definió y documentó la Política de Calidad y los Objetivos a corto y mediano plazo para materializarla y para que no quedaran en simples declaraciones formales o letra muerta, se trabajó intensamente con el hombre, para lograr que TODOS los comprendieran, los interpretaran para que los hicieran suyos y lo pudieran llevar a efecto, de la misma manera como en una batalla cada soldado tiene que dominar los elementos tácticos para alcanzar la victoria, pues la Política es la estrategia para alcanzar la calidad y los objetivos de la calidad son la táctica, enriqueciéndose y perfeccionándose cada día gracias al compromiso de cada uno de los trabajadores, que son el elemento fundamental en los resultados alcanzados hasta hoy y en su mejoramiento continuo.
- - Se comenzó a armar el sistema, procurando en todo momento preservar la organicidad e interrelación de todas sus partes, y para evitar dudas o ambigüedades acerca de la posición que ocupaba cada colectivo, cada actividad o proceso se documentó en el Manual de Calidad.
- - La capacitación fue permanente, pero fue calando en profundidad con el tiempo y siguió un programa integral de formación diseñado para las condiciones específicas del entorno agroindustrial cubano y los niveles de conocimiento y sensibilización del personal con la calidad. Si bien en el principio perseguía el fin de motivar y orientar, ahora era fundamental para que todos dominaran cómo actuar correctamente para alcanzar el objetivo propuesto, por lo que SE CAPACITARON TODOS LOS TRABAJADORES en el dominio del Manual de Calidad, sus procedimientos e instrucciones a seguir, desde el Director, pasando por el Consejo de Dirección y hasta el trabajador más sencillo, adecuando el contenido y lenguaje de la capacitación a cada nivel en particular. Igualmente se formó al personal en actividades específicas para el manejo del sistema, como lo fue la formación de auditores internos.
- - El diagnóstico que se realizó a la Gestión de Mantenimiento, por la importancia que reviste para la preparación de la zafra el período de desarme, reparaciones y conservación de todo el equipamiento, fue sin duda un paso importante que logró vincular en el mismo sistema de calidad las dos etapas de un ingenio dándole continuidad a la calidad en la gestión productiva y enfrentar el mantenimiento con otra óptica más orgánica y sistemática.
- - Se diseñó bajo la asesoría de Cuba-9 una metodología para evaluar a los proveedores cañeros, no la calidad de su caña en sí, sino su desempeño como asociados de una empresa comprometida seriamente por la calidad. Este fue el resultado de las investigaciones sociales de conducta llevados a cabo en el terreno, tomando como base de partida los conceptos fundamentales de base para otros métodos hoy empleados en otros macro y microentornos. Esta experiencia fue implantada con resultados positivos en la zafra 99-

2000 y mayores aún en esta zafra, logrando una vinculación y motivación mayores de los productores cañeros en los resultados del CAI, y hasta de asimilar las experiencias para la implantación de un sistema de gestión de la calidad en la actividad agrícola, para elevar sus beneficios. Este fue otro paso importante al no disponer de una referencia de cómo abordar en las condiciones de la economía cubana y con el mínimo de recursos un requisito tan exigente de la norma y sirvió de base para generalizarla a otros insumos de marcada incidencia en la calidad de nuestra azúcar.

- - Otras experiencias aplicadas fueron el desarrollo de un programa de satisfacción de los clientes basado en la medición interactiva y evaluación comparativa bajo criterios ponderados de la satisfacción de sus expectativas y necesidades, como parámetro de calidad. Igualmente se experimentó la implementación de un programa de mejoras, totalmente participativo en todos los niveles organizativos del CAI y sus dependencias, encaminado a objetivos cruciales para su administración, tanto productivos, como sociales buscando un programa de mejoramiento de la calidad de vida y del entorno.

MADUREZ DEL SISTEMA Y CERTIFICACIÓN ISO 9000

- - El sistema de calidad, como sistema, fue monitoreado en la zafra 99-2000, sirviendo para ajuste y engrase de los puntos fallos. Para ello se realizó una auditoría interna integral de precertificación para evaluar el nivel de implantación, y solucionar las deficiencias que aún subsistían, profundizar en los puntos débiles, y dar un enfoque más racional a la documentación del sistema. Si al inicio el sistema estaba estructurado en 250 documentos (1 Manual de calidad, 16 procedimientos generales, 183 procedimientos de operación y 51 instrucciones de trabajo) esta zafra la comenzamos con un sistema adecuado a 198 documentos (1 Manual de Calidad, 13 procedimientos generales, 73 de operación y el resto instrucciones). Esto fue posible gracias a una mayor disciplina tecnológica, mayor dominio de sus actividades y permitió reducir la documentación, para hacerla más sencilla y potable.
- - Después de comprobar en la Revisión Global del Sistema por la Dirección (proceso que constituye un requisito de la norma ISO 9000) para evaluar la eficacia y efectividad del mismo y constatar el funcionamiento orgánico del mismo, se solicitó la evaluación externa a la ONN, cuyas no conformidades observaciones fueron resueltas con un fuerte trabajo de adecuación de la concepción en algunas actividades, y de recapacitación de todos en los cambios y modificaciones llevadas a efecto, tras el cual en un período de apenas dos meses fue lograda la *CERTIFICACIÓN ISO 9002* de acuerdo a la norma vigente (1995), constituyendo ésta la *PRIMERA CERTIFICACIÓN ISO 9000 OTORGADA EN CUBA EN EL SECTOR PRODUCTIVO DE LOS ALIMENTOS* y a la vez la primera en el MINAZ.
- - Paralelamente a la certificación del sistema de gestión de la calidad se decidió solicitar la evaluación para la certificación del producto para la obtención de la Marca Cubana de Conformidad que le confiere reconocimiento internacional, proceso que fue facilitado por el grado de organización alcanzado con la organización de la gestión de la calidad con enfoque de sistema. De esta forma el azúcar del CAI 30 de Noviembre fue el tercer producto en Cuba en obtener la Marca Cubana de Conformidad de un total de 7 productos que hoy en Cuba gozan de tal reconocimiento.

En síntesis, con la introducción de este resultado se logró la implantación del sistema de calidad que trajo como *BENEFICIOS ECONOMICOS Y SOCIALES:*

- - Una participación más activa y comprometida de todos los trabajadores en el logro de los objetivos para materializar la política de calidad, a partir de una mayor conciencia hacia la calidad, una nueva cultura por la imagen y un mayor sentido de pertenencia al CAI y al sector azucarero.
- - Mayor organización en sentido general, a partir de la clara definición de las responsabilidades, un trabajo fuerte en equipo y la documentación de la "fórmula" del éxito en cada actividad, eliminando todo empirismo en las soluciones, elevando la operatividad y disponibilidad del equipamiento, logrando reducir en 90 % el tiempo perdido operacional en la industria en relación con las zafras sin sistema de gestión de la calidad.
- - Mayor confianza de los clientes en los procesos y productos por la sistematicidad en los resultados y su mejoramiento continuo, así como una vinculación e interrelación superior con los proveedores convirtiéndolos en "socios" de la gestión del CAI. Recientemente el CAI recibió varias visitas oficiales (de Guatemala y de México) interesados en colaboración para aplicar las experiencias en sus países y a otro visitante en el marco de la visita de gobierno de Venezuela y Brasil con similares objetivos, incluso en la última, un corredor de la bolsa que opera en Ginebra interesados en la comercialización del azúcar de este CAI por contar con la Certificación ISO 9000, requisito indispensable para productos a comercializar en Europa bajo patrones competitivos de altas exigencias.
- - Mayor eficiencia (por ejemplo con un 99 % de la caña molida hemos logrado el 112 % del plan de azúcar por un rendimiento acumulado de 12,93 y un recobrado de 87,35, a un costo inferior en 2,64 centavos con relación al de la zafra anterior y una calidad superior). Este aumento en rendimiento industrial significó valores en esta zafra 1999-2000 por $ 2 117 808.00
- -

CONCLUSIONES

- – Se logró implantar un SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD en un CAI y CERTIFICARLO acorde a la Norma NC-COPANT-ISO 9002:95, lo que constituyó la PRIMERA CERTIFICACIÓN ISO 9000 OTORGADA EN CUBA EN EL SECTOR PRODUCTIVO DE LOS ALIMENTOS y a la vez la primera en el MINAZ, convirtiéndose en referencia para los 154 centrales restantes.
- – La implantación del sistema de gestión de la calidad permitió elevar la eficacia y eficiencia de la gestión de la industria por vías de la elevación del rendimiento, la calidad del azúcar y la reducción de sus costos, con efecto económico de 1,25 y 2.2 MMP en los dos años de implantado el sistema de calidad.

REFERENCIAS

NC-COPANT-ISO 9001." Sistemas de la Calidad. Modelo para el aseguramiento de la calidad en el diseño, el desarrollo, la producción y el servicio postventa". NC (1995)

ISO 9001. "Norma internacional. Traducción certificada por la ISO. Sistemas de gestión de la calidad. Requisitos". ISO (2000)

Brandimarti, L.(1999), *Banas Qualidade* Vol. 85,pp. 35-39

Murillo Ibáñez, H.A. (2001), *Banas Qualidade* Vol. 106, pp. 64-67

Irulegui, A. y colab. (1999). *Forum de Ciencia y Técnica*, XIII.

INVESTIGACIÓN PARA LA ACTUALIZACIÓN DE LAS NORMAS DE ESPECIFICACIÓN DE CALIDAD Y MÉTODOS DE ENSAYOS EN LOS TABLEROS

Rodríguez, María Elena
Sosa Pérez, Pablo
Carvajal Cabo, Ofelia
Serantes López , Manuel
Torres Ferrer, Mabel.

Dpto. Polímeros, Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar, ICIDCA
E-mail: polimero@icidca.edu.cu

ABSTRACT

The work is the result of an exhaustive study of brings up to date of the norms of physique mechanics properties for the control of the quality of the boards. In it were defined all the aspects of the norms, from the preparation of the samples and their dimensions until the execution and form of expression of the results. This study was carried out adapting for its bring up to date, the Cuban norms, assisting to the international tendencies in this activity. There is for the first time in the specifications of quality and of methods of rehearsals the Module of Elasticity, parameter of great importance for the control of the quality of the boards.

These new norms were implemented and the quality of the boards taken place in three factories of the country were evaluated, as well as the same ones were orchestrated for the control of the quality of the export boards with TECNOAZUCAR. This way allows the generalization of the norms began in its implementation for the systems of insurance of the quality of board and furniture factories.

The objective is the evaluation of the behavior of the parameters physique mechanics of the boards taken place in 3 plants of the country, for the bring up to date of the Cuban norms of methods of rehearsals and specifications of quality.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tableros de partículas

De la investigación realizada sobre estas normas se encontraron dos puntos importantes:

- El tamaño de las probetas para la determinación de las propiedades se ha incrementado con relación a la norma cubana vigente.

- Se ha incorporado en las normas de especificaciones de calidad revisadas recientemente los valores de módulo de elasticidad en flexión.

Tabla 1- Propiedades Físico - Mecánicas de Tableros de partículas

No	Tamaño de las muestras								
	50 x 250 mm según norma cubana				50x 430 mm según normas internacionales				
	Espesor (mm)	Densidad kg/m^3	Flexión N/mm^2	Mód Elast N/mm^2	Espesor (mm)	Densidad (kg/m^3)	Flexión N/mm^2	Mód E N/mm^2	Tracción perpend. (N/mm^2)
1	18,34	620	16,1	1053	18,69	643	17,7	1800	0,47
2	18,88	682	19,7	1333	18,85	700	20,1	1788	0,50
3	18,73	728	24,3	1515	19,0	782	23,4	1854	0,62
4	18,24	621	18,6	1202	18,43	729	22,4	1902	0,68
5	18,60	642	16,9	1160	18,92	700	25,2	2288	0,65
6	18,92	614	18,7	1276	18,96	690	20,4	1862	0,59
7	18,26	690	20,9	1487	18,58	680	19,2	1760	0,63
8	18,31	675	18,6	1276	18,53	701	19,9	1907	0,51
9	18,91	706	23,4	1511	18,88	780	19,0	1878	0,45
10	18,08	620	15,5	1200	18,41	715	22,1	2056	0,41
X	18,52	660	19,3	1281	18,72	712	20,9	1909	0,55
S	0,31	41,5	2,91	184	0,22	42,8	2,28	156,4	0,09
CV (%)	1,7	6,3	15,1	14,4	1,2	6,0	10,9	8,1	15,9

Tabla 2- Absorción y Dilatación de Tableros de Partículas.

No	Tamaño de las muestras							
	2,5x 2,5 (según norma cubana)				5x 5 (según norma internacional)			
	Absorción (%)		Dilatación (%)		Absorción (%)		Dilatación (%)	
	2 h	24 h	2 h	24 h	2 h	24 h	2 h	24 h
1	30,6	93,7	15,0	20,3	71,8	93,9	17,0	22,1
2	55,5	77,6	12,2	17,2	55,9	73,9	13,8	17,1
3	26,9	62,9	12,0	17,3	44,4	60,5	11,6	16,7
4	63,2	85,8	12,9	16,0	67,2	84,2	12,5	15,7
5	65,8	91,9	14,6	19,8	68,3	89,4	8,4	12,7
6	65,9	84,2	11,7	15,2	62,9	82,6	10,7	14,5
7	50,0	69,5	12,9	17,7	41,1	58,1	10,3	17,1
8	55,4	78,9	13,2	17,4	55,9	74,4	13,5	18,3
9	60,1	82,5	14,5	20,1	63,8	83,9	13,6	18,8
10	76,7	100,0	17,1	22,6	68,2	92,1	17,2	22,5
X	55,0	82,7	13,6	18,3	59,9	79,3	12,8	17,5

S	15,67	11,17	1,68	2,3	10,46	12,43	2,8	3,06
CV(%)	28,5	13,5	12,3	12,6	17,4	15,6	21,8	17,4

De las tablas 1 y 2 se observa que para el espesor de las muestra de tableros de partículas que están entre 13 y 20, todas las propiedades de los tableros evaluadas están por encima de los valores que se proponen en la norma revisada y modificada y en el caso de la dilatación en 24 horas está por debajo del valor máximo propuesto. Aunque se detecta que no existe afectación con el incremento del tamaño de las probetas, hay que tener como un factor influyente en la comparación que la densidad en las muestras de mayores dimensiones fue superior, excepto en el módulo de elasticidad que si existe una diferencia significativa entre la norma cubana actual y la norma internacional.

Tabla 3.0- Propiedades de Tableros Mende (3 mm y 5x5 para absorción y dilatación)

Espesor (mm)	**Dens. Kg/m^3**	**F l e x i ó n N/mm^2**	**M ó d. de Elast. N/mm^2**	**Dilatación 2 h (%)**	**Dilatación 24 h (%)**	**Absorción 2 h (%)**	**Absorción 24 h (%)**
3 ,4 0	7 4 6	2 2, 3	1 8 0 0	5,1	1 3,4	4 7, 6	8 3, 1
3 ,4 2	7 4 6	2 2, 3	1 7 8 8	3,3	6,5	4 8, 0	5 9, 5
3, 5 8	5 9 8	1 5, 20	1 5 0 6	2,1	1 5,2	3 9, 1	6 7, 3
3. 5 0	6 0 1	1 8, 20	1 5 0 0	4,1	1 3,1	3 8, 2	6 8, 9
3, 6 0	6 0 2	1 4, 8	1 4 6 0	5,3	1 0,1	3 8, 2	6 8, 9
X 3,5	6 5 9	1 8, 5	1 6 1 0	3,9	1 1,6	4 2, 2	6 9, 5
s 0, 0 9	7 9,7	3, 6	1 6 8	1,3	3,4	5, 1	8, 5
CV= 2, 6	1 2,1	1 9, 4	1 0, 4	3 3,3	2 9,3	12, 1	1 2, 2

Tabla 3.1- Propiedades de Tableros Mende (6 mm y 5x5 para absorción y dilatación)

Espesor (mm)	**Densidad Kg/m^3**	**Flexión N/mm^2**	**Mód. Elast N/mm^2**	**Dilatación 2 h (%)**	**Dilatación 24 h (%)**	**Absorción 2 h (%)**	**Absorción 24 h (%)**
5, 8	8 0 8	3 0,9	2 3 1 4	3, 8	1 3, 8	2 1, 3	5 1, 6
5, 8	8 0 4	2 9,7	2 2 7 0	2, 9	1 2, 9	1 7, 4	4 7, 9
5, 6 8	7 9 6	2 6,5	1 9 6 3	4, 6	1 2, 7	2 2, 7	5 0, 7
5, 8 4	8 0 9	3 0 ,1	2 3 2 7	4, 7	1 3, 8	2 0, 1	5 2, 8
5, 75	8 1 6	2 7,4	2 2 1 5	3, 9	1 1, 8	2 2, 9	4 9, 8
X 5, 7 7	8 0 6	2 8, 9	2 2 1 8	3, 9 8	1 3, 0	2 0, 8 8	5 0, 4
S 0, 0 6	7, 3	1, 8 7	1 4 9	0, 7 2	0, 8 4	2, 2	1, 6
CV 1, 0	0,9	6, 4	6 , 7	1 8, 1	6, 4	1 0, 5	3, 1

Tabla 3.2- Propiedades de Tableros Mende (8 mm y 5x5 para absorción y dilatación)

Espesor (mm)	**Densidad Kg/m^3**	**Flexión N/mm^2**	**Mód. Elast N/mm^2**	**Dilatación 2 h (%)**	**Dilatación 24 h (%)**	**Absorción 2 h (%)**	**Absorción 24 h (%)**
8, 2 4	6 9 9	2 3, 0	2 1 5 3	0, 8 5	3, 9	1 3, 7	3 4, 7

7, 9 5	7 4 2	2 3, 8	2 1 5 4	1, 8	5, 3	1 6, 4	4 3, 9
7, 9 5	7 5 8	2 3, 8	2 6 2 6	0, 6 3	5, 6	1 7, 3	4 6, 1
8, 0	7 5 7	2 6, 2	2 8 7 5	0, 9 6	4, 8	1 6, 1	4 1, 1
X 8, 0	7 3 9	2 4, 2	2 4 5 2	1, 2 5	4, 8	1 5, 7 2	4 0, 6
S 0,1 4	2 7, 6	1, 3 8	3 5 9	0, 6 1	0, 7 1	1, 3 7	4, 6
CV 1, 7	3, 7	5, 7	1 4, 6	4 8, 8	1 4, 7	8, 7	1 1, 3

Para el caso de los tableros Mende (tablas 3.0-3.2) todos los valores están por encima de los valores propuestos con excepción del módulo de elasticidad de los tableros de 3 mm de espesor que es ligeramente menor, como puede comprobarse en la tabla 4.

Tabla 4- Especificaciones de Calidad de Tableros de Partículas

Propiedad	**Método de Ensayo**	**Unidades**	**Rango de espesores en mm**			
			3-8	**>8-13**	**>13-20**	**>20-25**
Resistencia a la flexión	NC 43-08-2	N/mm^2	15	14	13	12
Módulo de elasticidad en flexión	NC 43-08-2	N/mm^2	1900	1800	1600	1500
Resistencia a la tracción	NC 43-08-6	N/mm^2	0.5	0.40	0.35	0.30
Dilatación en 24 horas	NC 43-08-4	N/mm^2	20	20	18	18

Tableros de Fibras

Tabla 5- Propiedades Físico - Mecánicas de Tableros de Fibras.

	E s p	**D e n s**	**F l e x**	**M ó d**	**D i l (2h)**	**Dil (24 h)**	**Abs (2 h)**	**Abs (24 h)**	**Trac**
1	3, 2 2	8 9 8	1 9, 3	1 5 0 6	4 7, 1	5 6, 1	9 8, 5		0, 4 4
2	3, 1 5	9 5 4	2 0, 1	1 5 3 4	4 3, 8	5 3, 1	9 9		0, 3 8
3	3, 0	8 1 4	1 6, 8	1 0 0 0	3 9, 9	5 5, 5	9 9		0, 4 2
4	3, 1 5	9 0 6	2 0, 1	1 9 1 4	4 2, 3	4 9, 8	9 9	>1 0 0	0, 5 3
5	3, 2 5	9 0 4	2 0, 8	1 8 3 5	4 3, 4	4 9, 8	9 9		0, 7 1
6	3, 3 9	8 5 9	2 1, 0	1 8 7 1					
7	3, 1 6	9 0 1	1 7, 1	1 2 3 9					
8	2, 9 0	8 4 1	1 8, 1	1 4 6 0					
9	2, 8 3	8 7 8	2 0, 5	1 5 4 3					
10	2, 8 3	8 8 2	2 0, 9	1 6 1 8					
X	3, 0 8	8 8 4	1 9, 5	1 5 5 2	4 3, 3	5 2, 8	9 8, 5		0, 4 9
S	0, 1 9	3 8, 9	1, 5 8	2 8 5	2, 6	3, 0	0, 2 2		0, 1 3
%CV	6, 2	4, 4	8, 1	1 8, 3	6, 0	5, 7	0, 2 2		2 6, 5

En los tableros de fibras (tabla 5) , los valores alcanzados en las muestras están por debajo de los propuestos en las normas, véase la tabla 6, por lo que se debe continuar trabajando en la fábrica de donde proceden los tableros para tratar de incrementar las

propiedades, un factor que pudiera estar incidiendo en esta situación es la calidad del bagazo que se utiliza en la producción de tableros.

Tabla 6- Especificaciones de Calidad de Tableros de Fibras.

Propiedad	Método de Ensayo	Unidades	Rango de espesores mm		
			<3.5	>3.5-5.5	>5.5
Resistencia a la flexión	NC 43-08-2	N/mm^2	30	25	20
Módulo de elasticidad en flexión	NC 43-08-2	N/mm^2	2300	2100	1900
Resistencia a la tracción	NC 43-08-6	N/mm^2	0.5	0.15	0.5
Dilatación en 24 horas	NC 43-08-4	%	35	30	25

CONCLUSIONES

- Se concluyó la actualización de las normas cubanas de métodos de ensayos y especificaciones de calidad, lo que representa disponer de las mismas para el cumplimiento de los Planes de Aseguramiento de la Calidad de cada Empresa y para la Certificación de la CALIDAD EXPORTABLE de estos Tableros.
- Como comprobación de la actualización se estudió el comportamiento de los parámetros físico mecánicos de los tableros producidos en 3 plantas del país.
- Para los tableros de partículas de media densidad y los de tipo Mende, las propiedades alcanzadas cumplen con los valores que se proponen en la norma cubana modificada, con excepción del módulo de elasticidad de los tableros de 3 mm Mende.
- Las propiedades de los tableros de fibras están por debajo de las propuestas, las causas pueden deberse a problemas tecnológicos y a la calidad de materia prima entre otros factores.
- Las propiedades físico-mecánicas de los Tableros en el Mundo han disminuido en las normas de especificaciones internacionalmente, debido a las exigencias actuales de disminuir el formaldehído libre de tableros, lo que se alcanza con la disminución del contenido de resina en los mismos.

REFERENCIAS

NC-43-07: Industria de la madera natural y artificial. Tableros de partìculas y tableros de fibras. términos y definiciones

NC-43-08-1:87 Industria de la madera natural y artificial. Tableros de partículas y de fibras. Determinaciòn de densidad.

NC-43-08-2:87Industria de la madera natural y artificial. Tableros de partículas y de fibras. Determinación de la flexión estática.

NC-43-08-3:87Industria de la madera natural y artificial. Tableros de partículas y tableros de fibras. Determinación de la humedad.

NC-43-08-4:87Industria de la madera natural y artificial. Tableros de partículas y tableros de fibras. Determinación de la absorción y dilatación por inmersión total en agua.

NC-43-08-5;87Industria de la madera natural y artificial. Tableros de partículas y tableros de fibras. Determinación de la resistencia a la tracción perpendicular a la superficie.

NC-43-08-6:87Industria de la madera natural y artificial. Tableros de partículas y tableros de fibras. Determinación de la resistencia a la extracción de tornillos.

NC43-18:86 Madera artificial. Tableros de partículas. Especificación de calidad

NC43-19:81 Madera artificial. Tableros de fibras. Especificación de calidad

ASTM D-1037 Determinación de dimensiones.

BS 5669 Par 1 1989 Métodos de muestreo y acondicionamiento de las muestras.

UNE-EN 324-1/94 Determinación de ancho ,longitud y espesor.

UNE-EN 324-2/94 Determinación de la escuadra y rectitud del canto.

UNE-EN 319/ 94 Determinación de la resistencia a la tracción perpendicular a la superficie

UNE-EN 320/ 94 Tableros de fibras. Determinación de la resistencia al arranque del tornillo .

UNE-EN 310/ 94 Determinación del módulo de elasticidad en flexión y de la resistencia a la flexión estática.

UNE-EN323/ 94 Tableros derivados de la madera .Determinación de la densidad

UNE-EN 317/94 Tableros de partículas y tableros de fibras "Determinación de la hinchazón en espesor después de inmersión en agua.

Inglaterra BS 1142 Especificación de calidad para tableros de fibras.

UNE-EN 622-1997 Especificación de calidad para tableros de fibras.

Europa EN 300:1997-Tableros de virutas. Clasificación y especificación.

LA ACREDITACIÓN DE LOS LABORATORIOS DE ENSAYO POR LA NORMA NC ISO/IEC 17025:2000

Hernández, A
Irulegui, A
Rodríguez, M.
González, E.

UIP Cuba-9, box. 8 Quivicán, Havana
E-mail: investc9@ip.etecsa.cu

ABSTRACT

Accreditation is the activity for which an authorized organism recognizes the competition of an entity or person formally to carry out specific tasks.

Our country, not unaware to the world movement for the trust and credibility in the results of the evaluation of the conformity, and motivated fundamentally by the need of the reinsertion of our economy in the international market, started in 1996 the Accreditation activities, with two significant facts: the signature of the Memorandum of Understanding for the Cooperation among fourteen countries of America (Uruguay nov. 1996); and the Accreditation of their laboratories.

At the present time and until July of the 2002 they cohabit the new standard ISO/IEC 17025 and the Guidelines 25 that regulate the "General Requirements for the competition of the laboratories of calibration and testing,".

The new international standard ISO/IEC 17025:1999 has been elaborated as a result of an extensive experience in the application of the ISO/IEC Guidelines 25 and the EN 45001.

This paper deals with the practical experience achieved by the implantation of a quality system in agreement to the standard NC ISO/IEC 17025:2000 in the Physical Testing Laboratory from UIP Cuba-9. This Laboratory is accredited since 1997 by the old standard and renovated this status by the new one since February 2001.

INTRODUCCIÓN

El Laboratorio de Pruebas Físicas de la UIP Cuba-9 acreditó su competencia para realizar ensayos físicos para papel, cartón y otros materiales flexibles en Octubre de 1997 por la ISO/IEC Guía 25: 1995 y en Febrero del 2001 ratificó su condición pero por la nueva norma NC ISO/IEC 17025:2000 siendo de esta forma el primer laboratorio en el país que obtuvo tal condición.

La *Acreditación* es la actividad por la cual un organismo autorizado reconoce formalmente la competencia de un organismo o persona para realizar tareas específicas.

Nuestro país, no ajeno al movimiento mundial por la confianza y credibilidad en los resultados de la evaluación de la conformidad, y motivado fundamentalmente por la

necesidad de la reinserción de nuestra economía en el mercado internacional, se suma a partir de 1996 a los trabajos de Acreditación, con dos hechos significativos: la firma del Memorando de Entendimiento para la cooperación entre catorce países de América (Uruguay nov. 1996); y la Acreditación de sus laboratorios.

En febrero de 1998, el decreto ley No. 182 "De Normalización y Calidad", estableció el Sistema Nacional de Acreditación y orientó la constitución del Organo Nacional de Acreditación de la República de Cuba (ONARC) dirigido por un Consejo integrado por representantes de organismos globales e instituciones de la economía que es el organismo debidamente autorizado para conducir trabajos de acreditación en el país.

En la actualidad y hasta julio del 2002 conviven la nueva norma ISO/IEC 17025 y la Guía 25 que regulan los requisitos generales para la competencia de los laboratorios de calibración y/o ensayos.

La nueva norma internacional ISO/IEC 17025:1999 ha sido elaborada como resultado de una extensa experiencia en la aplicación de la ISO/IEC Guía 25 y la EN 45001.

PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DE LA ACREDITACIÓN POR LA NC ISO/IEC 17025:2000

Requisitos de la NC ISO/IEC 17025:2000

La ISO/IEC 17025 contiene todos los requisitos que tienen que cumplir los laboratorios de ensayos y calibración si desean demostrar que operan un sistema de la calidad, que son técnicamente competentes y que son capaces de generar resultados técnicamente válidos; la ISO/IEC 17025 sustituye a la Guía 25, se declara como base de la acreditación y como base para el reconocimiento mutuo, se estructura diferenciando los requisitos de gestión (sección 4) de los requisitos técnicos, operan en concordancia con los requisitos de la ISO 9000.

Alcance de la NC ISO/IEC 17025:2000

- - Especifica los requisitos generales para la competencia al realizar ensayos y/o calibraciones, incluyendo al muestreo.
- - Utiliza métodos normalizados, no normalizados y los desarrollados por el laboratorio.
- - Incluye a todo tipo de laboratorio: 1ra, 2da, 3ra. Parte; de un órgano de inspección o de certificación.
- - Presenta correspondencia de competencia con la 9001 y la 9002.
- - No cubre los requisitos regulatorios y de seguridad.
- - El órgano de acreditación cumple con la Guía 58.

Requisitos de Gestión

- Organización
- Sistema de la Calidad
- Control de Documentos
- Revisión de solicitudes, ofertas y contratos.
- Subcontratación de ensayos y calibraciones
- Compra de servicios y suministros
- Servicio al cliente
- Quejas
- Control de trabajos no conformes
- Acciones Correctivas
- Acciones preventivas
- Control de los registros
- Auditorias Internas
- Revisión de la Dirección

Requisitos Técnicos

Los factores que determinan la exactitud y confiabilidad de los ensayos y calibraciones provienen de:

- Factores humanos
- Instalaciones y condiciones ambientales
- Métodos de ensayo y calibración
- Validación de los métodos
- Equipamiento
- Trazabilidad de las mediciones
- Muestreo
- Manipulación de los objetos de ensayo y calibración

TRABAJOS DESARROLLADOS POR EL LABORATORIO DE PRUEBAS FÍSICAS DE LA UIP CUBA-9

El laboratorio de Pruebas Físicas de la UIP Cuba-9 debía renovar su condición de laboratorio acreditado motivo por el cual la dirección del laboratorio y del Departamento de Aseguramiento de la calidad de Cuba-9 decidieron someterse al proceso de renovación de la acreditación por la nueva norma NC ISO/IEC 17025:2000 aunque aún estuviera vigente la ISO/IEC Guía 25:1995.

Para ello se realizaron cambios importantes en la base documental del laboratorio:

- - Se estudiaron todos los documentos regulatorios: NC ISO/IEC 17025:2000, ISO/IEC Guía 43-1 y 2 del 2000 y otras.
- - Se realizaron cambios importantes en la documentación del sistema de calidad del laboratorio que incluyó:
- La revisión de la Política de Calidad y los objetivos de la Calidad.
- Confección de nuevos procedimientos para dar cumplimiento a novedosos aspectos señalados en la 17025.
- Implantación paulatina de los documentos y sus registros.

Además, dados los tres años de maduración del sistema de calidad implantado se propuso una nueva política de calidad para el laboratorio con el objetivo de lograr la excelencia en el desempeño del mismo y que se enuncia como sigue:

"Lograr la excelencia por la calidad es el compromiso que todos los integrantes del Laboratorio de Pruebas Físicas de la UIP Cuba-9 hemos contraído con nuestros clientes, para satisfacer y exceder sus expectativas prestando servicios de ensayo confiables, competitivos, con validez internacional apoyados en un Sistema de Calidad en continuo mejoramiento conforme la NC ISO/IEC 17025:2000".

El 2 de febrero del 2001 fue concedida la renovación de la condición de laboratorio acreditado al Laboratorio de Pruebas Físicas de la UIP Cuba-9 siendo el primer laboratorio en el país que ostenta tal condición a partir de la NC ISO/IEC 17025:2000, el resto de los laboratorios acreditados en el país en esta fecha aún se encuentran acreditados por la Guía 25.

CONCLUSIONES

El alcance de la condición de Laboratorio Acreditado por la NC ISO/IEC 17025:2000 constituye un mérito indiscutible del laboratorio y muestra, como se enuncia en la carta enviada por el Secretario Ejecutivo del ONARC, que es posible en nuestro país a pesar de las condiciones económicas actuales contar con laboratorios competentes regidos por la misma norma que los laboratorios de países desarrollados.

REFERENCIAS

NC ISO/IEC 17025:2000. "Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de calibración y ensayos".

ISO/IEC Guía 43-1:2000. “Ensayos de aptitud por comparaciones interlaboratorios”

NC- COPANT/ISO 9002:1995. “Sistema de calidad-Modelo para el aseguramiento de la calidad en la producción, la instalación y el servicio de postventa”

NC- ISO 10011-1. “Disposiciones generales para la auditoría de los sistemas de calidad Parte 1: Auditoría”

ISO 5725-2 “Accuracy (trueness and precision) of measurent methods and results”. Parte 1: General principles and definitions. Parte 2: Basic methods for determination of repeatability and reproducibility of a standard method.

NC-COPANT/ISO 8402: “Gestión de la calidad y aseguramiento de la calidad. Vocabulario”.

LA CALIDAD DE LA SEMILLA: FACTOR DE GRAN IMPORTANCIA EN LA PRODUCCIÓN CAÑERA

Montalván Delgado
Joaquín; . Vallina
J.. Pérez Milián
J. R. Dr
Torres. Isabel.

Estación provincial de investigaciones de la caña de azúcar de Camagüey Apdo. postal 206. Florida. CP 72810. Camagüey. Cuba.
E-mail: mailto:director@epica.cm.minaz.cu
* Estación provincial de investigaciones de la caña de azúcar de Matanzas.

ABSTRACT

The yield results, the height, the diameter and the functional bundles of three varieties of sugarcane treated with hot water are shown, by means of the use of individual buds with different combinations of time and temperature. In all cases increments of the analysed variables existed differing significantly of the control. It was demonstrated that the method of tint of the fibrovascular bundles could be used with success to diagnose R.S.D at very low cost. The treatment of 50.5 ^{o} C/2 hours it seems to be more effective for the purification of the bundles, as well as that varieties can tolerate the presence of the bacteria in their fabrics until certain limits exist (resistance to the colonisation).

INTRODUCCIÓN

Las enfermedades en el cultivo de la caña de azúcar son un gran obstáculo para la obtención de buenos rendimientos agrícolas e industriales en la producción azucarera, por lo que han provocado cuantiosas pérdidas directas e indirectas al cultivo, constituyendo una de las preocupaciones principales de los productores cañeros del mundo.

Se ha demostrado que controlando las enfermedades es posible lograr un considerable incremento de los rendimientos agroindustriales del cultivo, para ello se han probado varios métodos, los mas destacados han sido los tratamientos químicos y térmicos.

El tratamiento térmico parece ser el que mayores perspectivas tiene para el control de las enfermedades del tallo en el cultivo de la caña de azúcar, este puede combinarse con tratamientos químicos cuando existen altos niveles de infestación de la enfermedad.

Se reportan 26 enfermedades de la caña de azúcar que pueden ser trasmitidas por la semilla agámica, de no aplicarse los tratamientos recomendados, en Cuba se reportan 12 de las más importantes (Chinea y Rodríguez 1994). Estas patologías merecen especial atención en los bancos de semilla, pues es aquí donde deben ser controladas ante el peligro de una rápida diseminación. El tratamiento del material de siembra es fundamental en relación con

el control de algunas de estas enfermedades y especificamente la termoterapia es esencial en cualquier esquema de producción de semilla.

Es por ello que en nuestro trabajo nos proponemos demostrar la importancia del tratamiento hidrotérmico para lograr la calidad de la semilla, en aras de incrementar los rendimientos agrícolas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se evaluaron parámetros relacionados con el rendimiento en tres variedades comerciales de caña de azúcar (CP 52-43, Ja 60-5 y C 1051-73), así como el porciento de haces fibrovasculares funcionales.

Las variedades, para la siembra fueron tratadas hidrotérmicamente con diferentes combinaciones de tiempo y temperatura y se trataron químicamente con tilt durante 15 minutos. Se utilizaron yemas individuales.

Combinaciones utilizadas:

- 50.5 ^{o} C durante 2 horas (tratamiento convencional).
- 52 ^{o} C durante 30 minutos.
- 53 ^{o} C durante 20 minutos.
- 53 ^{o} C durante 30 minutos.
- Testigo sin tratar.

Para determinar el porcentaje de haces funcionales se utilizó la técnica de tinción mediante safranina (Chagas y Tokeshi, 1988) para su posterior conteo al microscopio.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En todos los casos estudiados se pudo observar incrementos en el diámetro y la altura (tabla 1), esto denota claramente que el tratamiento hidrotérmico ejerce una gran influencia en aquellos agentes etiológicos que producen efecto negativo sobre el desarrollo de la planta, ejemplo de estos agentes pudieran ser *Leifsonia xyli* subsp xyli causante del conocido raquitismo de los retoños, *Xanthomonas albilineans* agente causal de la escaldadura foliar, de reciente explosión en algunas variedades comerciales, y otros patógenos que tienen como principal vía de transmisión la semilla. Es por ello que el tratamiento a la semilla, en cualquiera de sus variantes es indispensable en todo programa de producción de semilla, logrando de esta manera una semilla sana y con la calidad requerida para obtener la producción azucarera que nos proponemos. En otros estudios similares se ha encontrado una alta correlación entre la concentración de bacterias y las variables altura, diámetro y población, siendo esta correlación altamente significativa. (Victoria y otros 1995)

Tabla 1. Altura y diámetro de los tallos con y sin tratamiento hidrotérmico

Tratamiento	Ja60-5	C1051-73	CP52-43

	Altura (m)	Diámetro (m)	Altura (m)	Diámetro (m)	Altura (m)	Diámetro (m)
testigo	2.34 b	2.54 c	2.48 b	2.63 b	2.72 a	2.47 a
50.5°C / 2 h.	2.60 ab	3.09 a	2.71 b	3.20 a	2.90 a	2.81 a
52°C / 30 min.	2.56 ab	2.75 bc	2.84 ab	2.88 ab	2.95 a	2.80 a
53°C / 20 min.	2.61 ab	2.99 a	2.83 ab	2.88 ab	2.94 a	2.81 a
53°C / 30 min.	2.70 a	2.95 ab	3.09 a	2.90 ab	2.96 a	2.84 a

Letras diferentes difieren significativamente.

En la tabla 2 se pueden apreciar los resultados alcanzados al analizar los haces funcionales y el rendimiento. El porcentaje de haces funcionales se incrementó en las parcelas tratadas aunque nunca llega a ser del 100 %, lo que denota que aún existen organismos capaces de obstruir los vasos del xilema, quedando demostrada la importancia de los tratamientos seriados. El número de haces funcionales puede brindarnos información sobre el estatus de afectación de la variedad y por ende su posibilidad de ser usada como semilla. A mayor porcentaje de haces funcionales mayor calidad de la semilla, existiendo además diversidad genética en la resistencia al RSD. (Roach B. T., 1992 y Comstock y otros 1996).

Tabla 2. Por ciento de haces funcionales y rendimientos obtenidos en las diferentes variantes

Tratamiento	Ja60-5		C1051-73		CP52-43	
	% haces funcionales	Rendimiento (T/Ha)	% haces funcionales	Rendimiento (T/Ha)	% haces funcionales	Rendimiento (T/Ha)
testigo	64.95 d	86.34 c	67.77 c	100.28 c	55.12 c	150.22 a
50.5°C / 2 h.	85.67 a	173.60 a	87.23 a	160.76 ab	80.80 a	198.27 a
52°C / 30 min.	74.52 c	130.84 b	77.46 b	183.78 a	78.70 a	190.09 a
53°C / 20 min.	79.42 b	127.16 b	77.67 b	170.36 ab	69.77 b	184.07 a
53°C / 30 min.	80.24 b	134.63 b	80.98 b	119.83 bc	75.70 ab	189.36 a

Letras diferentes difieren significativamente

Al analizar el rendimiento se puede apreciar que en todos los casos existieron incrementos sustanciales de hasta 87 ton/ha en el caso de la Ja60-5 quedando demostrado la importancia del saneo de la semilla para obtener buenos rendimientos.

Las enfermedades pueden provocar las mayores pérdidas entre los productores, pues algunas pueden estar presentes sin ser notadas, como es el caso del raquitismo y sus pérdidas pueden oscilar entre un 10 y un 60 %.

Es bueno señalar que la declinación del rendimiento puede ser causada por diferentes factores interactuantes, entre ellos podemos mencionar: pobre nutrición, deterioro de la estructura del suelo, incremento de la salinidad, plagas, etc., por lo que aparejado al tratamiento de la semilla tienen peso importante las buenas atenciones culturales.

CONCLUSIONES

- El tratamiento hidrotérmico tiene marcada influencia en la purificación de los haces fibrovasculares y el incremento de las variables relacionadas con el rendimiento agrícola (altura y grosor).
- La calidad de la semilla influye de manera positiva en los rendimientos a obtener.

REFERENCIAS

Chagas, P. R. y Tokeshi, H. (1988). "Método alternativo de coloracao do xilema do raquitismo da soqueira em caña de acucar (*1)". *Brasil Acucareiro*. Río de Janeiro 106 (4).

Chinea, A y Rodríguez, E. (1994). Enfermedades de la caña de azúcar. Ediciones IMAGO. INICA. 100pp.

Comstock, J. C.; Shine , J. M. Jr.; Davis , M J. y Dean, J. L. (1996). "Relación entre la resistencia a la colonización de Clavibacter xyli subsp xyli en caña de azúcar y la propagación del raquitismo de los retoños dentro del campo". *Enfermedades de las plantas* Vol. 80, pp. 704-708

Roach, B. T. (1992). "Susceptibilidad al raquitismo de los retoños en el complejo saccharum y factibilidad de la mejora para la resistencia". *Caña de Azúcar* Vol. 3, pp. 1-11

Victoria, J. I. , M L. Guzmán; J. C. Angel and C. Cassalett (1995), "Yield decrease doe to rattoon stunting disease of sugar cane in Colombia". In: *Biology programs* , XXII *Congress ISSCT. Preprints not for quotation. Biology* sep. Colombia. Cenicaña Apdo aéreo No. 9138. Cali. pp 172 -178

LA ECONOMÍA ECOLÓGICA: UN NUEVO ENFOQUE PARA LA SOSTENIBILIDAD DE LAS PRODUCCIONES AZUCARERAS

Orúe Valdés Sonia
Monduí González.
Rubén. Dr
Manzanedo Gómez, Judid.

Instituto Cubano de Investigaciones Azucareras
E.mail: mailto:director@icinaz.minaz.cu

RESUMEN

En este trabajo se presentan consideraciones sobre la importancia del enfoque que brinda la Economía Ecológica (EE) en el ámbito de los estudios de factibilidad técnico económica de las producciones azucareras.

La Economía Ecológica es una temática novedosa a implementar como vía para retribuir al medio ambiente todo aquello que se contamine o utilice de éste, coadyuvando a establecer un balance entre el desarrollo productivo y la mitigación de los impactos ambientales producidos por las nuevas inversiones.

INTRODUCCIÓN

La política de diversificación azucarera necesita desarrollarse en el marco de la competitividad, el desarrollo sostenible y la mitigación de los impactos negativos al medio ambiente.

Para la implementación de las distintas tecnologías involucradas en el proceso de diversificación y su conjugación en el marco apropiado para su desarrollo satisfactorio resulta necesario introducir en las evaluaciones técnico-económicas tradicionales, las nuevas concepciones de la Economía Ecológica como herramienta fundamental para la sostenibilidad.

La Economía Ecológica (EE) es una disciplina en franco proceso de desarrollo y se conoce como la ciencia del desarrollo sostenible. Surge en los años 1980 como una nueva ciencia que establece las relaciones entre los sistemas económicos y los ecosistemas a partir de la crítica ecológica a la economía convencional. Su principal postulado se basa en que al efecto positivo o negativo producto de una actividad económica que no se contabiliza en el mercado (externalidad) es imposible asegurarle valores monetarios pues muchos de ellos son desconocidos, irreversibles o inciertos.

Siendo una ciencia transdisciplinaria, se articula con la discusión de la equidad, la distribución de los elementos culturales, la ética y la termodinámica; planteando a partir de ésta, la imposibilidad de ganar más residuos que los que pueden ser asimilados por los ecosistemas así como de extraer más recursos de los permisibles por estos.

La visión sistemática de la EE trasciende el actual paradigma de la economía mundial, es decir, que el crecimiento económico no implica desarrollo.
La EE es economía politizada en la que las decisiones están basadas en criterios científicos y políticos pero con carácter democrático.

DESARROLLO

La introducción de los términos relativos a la Economía Ecológica en el ámbito de las evaluaciones técnico-económicas resulta un aspecto novedoso en nuestro país. Sus términos y definiciones conceptuales requieren de una adaptación a nuestras condiciones socioeconómicas dado el carácter politizado de esta disciplina.

De esta forma la aplicación de la Economía Ecológica, se aparta de la óptica neoclásica que considera solamente la circulación monetaria para adentrarse en una concepción más amplia que tiene en cuenta un sistema económico dependiente del medio ambiente en el que las materias primas se transforman, se recirculan a partir de transformaciones energéticas.

Haciendo referencia a la industria azucarera pueden citarse como principales contaminantes las aguas residuales, los mostos de las destilerías y los gases expelidos a la atmósfera además de las contaminaciones sonora y olfativa. Los residuos sólidos, el bagazo y la cachaza tienen usos como fuente de energía y mejorador del suelo fundamentalmente.

La Economía Ecológica es una disciplina compatible con el desarrollo de prácticas de producciones más limpias en la industria azucarera. Si se tiene en cuenta que estas se relacionan con el uso adecuado de los residuos y el consecuente aporte económico, puede plantearse que la EE no es un término totalmente desconocido a pesar de que sea novedosa en nuestro país y de que las estructuras económicas existentes no están acogidas a esta filosofía del desarrollo sostenible.

De acuerdo a Van Hawermeiren la EE plantea que se produce el efecto de contaminación cuando los residuos generados por las actividades económicas no pueden ser absorbidos por su cantidad exagerada o su naturaleza y se acumulan causando daños al medio ambiente. Por lo tanto, esta se produce cuando los niveles de concentración de residuos rebasan el nivel de asimilación del ecosistema en cuestión produciendo efectos nocivos a los organismos vivos.

El nivel de asimilación de un ecosistema es un parámetro que requiere de estudios multidiciplinarios y del monitoreo sistemático del contaminante que se trate. Este determina el momento en que se produce la externalidad o costo, el cual se identifica por el costo marginal externo por unidad de producto pues tienen lugar cuando se sobrepasa la capacidad de asimilación del ecosistema dependiendo del tipo de proyecto y su localización.

Este es el aspecto primario que debe ser considerado, es decir la determinación de la capacidad del medio para asimilar los residuos y la cantidad de residuos producidos . Indudablemente el primer parámetro resulta de más difícil cuantificación.

Cuando se introduce una tecnología limpia no se elimina la producción de desechos sino se aplaza en el tiempo la posibilidad de que se rebase la capacidad de asimilación a un mayor nivel de actividad económica.

La EE dosifica los residuos de acuerdo al nivel de asimilación del ecosistema y al efecto biológico de los mismos, clasificándolos de la siguiente manera:

Clase 1. Cuando la asimilación es nula y los efectos biológicos también. Este es el caso de los vidrios. Aunque no aparece ningún costo marginal externo por causa del producto (CMgE), es necesario encontrar un destino para estos residuos. En la industria azucarera esta clase aparece con muy poca frecuencia.

Clase 2. Cuando no hay asimilación y existe un efecto biológico nocivo. Tampoco puede establecerse un CMgE; no obstante, se requieren acciones inmediatas. En el caso de las fábricas de azúcar, esta Clase se pone de manifiesto en el vertimiento de acetato de plomo y cloruro de mercurio, empleados en las técnicas analíticas de rutina en los laboratorios de los centrales para la clarificación y la preservación de los fluidos respectivamente, en cantidades que pueden alcanzar 1 tonelada de acetato de plomo por cada 2 millones de toneladas de azúcar producidas y una cantidad mucho menor de cloruro de mercurio pero más peligroso (Pérez Sanfield. 2001). Una acción preservante útil resulta del desarrollo de técnicas de análisis equivalentes que no empleen materiales de esta naturaleza o disminuyan las cantidades de las mismas. En cualquier caso, se requiere de una ubicación final de estos residuos, lo cual muchas veces genera gastos adicionales.

Clase 3. Cuando existe asimilación del residuo puede suceder que su producción sea inferior a la capacidad de asimilación, en cuyo caso se puede producir un efecto económico temporal, derivado del gasto asociado a hacer posible esta asimilación. Este podría ser el caso de la cachaza si no ejerciera ningún efecto beneficioso sobre los suelos (lo cual se contradice con las experiencias reportadas) o si el efecto produjera menos beneficios económicos que los gastos en que se incurre por la recolección y distribución del residuo en los campos.

Si la producción del residuo es superior a la capacidad de asimilación del medio, se produce un costo externo o externalidad por unidad de producto (CMgE). La aparición de este costo depende del tipo de residuo y de su localización.

La producción de bagazo, en ingenios con elevada economía energética en el uso del vapor y que no poseen posibilidades para ubicar este supbroducto de forma económica para otras producciones pudiera caer en este caso y aparecerían costos marginales derivados por ejemplo, del empaque y la transportación, o del sacrificio de la eficiencia energética para elevar el consumo de bagazo. Estos costos podrían justificar inversiones en plantas de derivados a partir del bagazo o en un turbo para la producción de energía eléctrica, etc. y su cuantificación podría obtenerse a partir del costo adicional por cada tonelada de bagazo producida (CMgE) y aplica los postulados de la Economía Ecológica. Si de cualquier modo no pudiera resolverse todo el problema del exceso de bagazo, la presencia de este exceso, ya sea en la atmósfera o en el suelo provocarían impactos que ocasionarían externalidades o costos externos derivados, por ejemplo, de la insatisfacción de la población o por la aparición de enfermedades de las vías respiratorias u otras asociadas a la presencia del bagazo.

En el desarrollo de la EE se aplican en las valoraciones los siguientes conceptos de utilidad práctica en los estudios:

- **Costos causados:** Son aquellos que una vez identificadas las causas del daño, se cuantifican a partir del deterioro que han producido en el medio ambiente.
- **Costo de mantenimiento**: Los costos incurridos en la renovación de los activos naturales y mantenerlos.

- **Costo de restauración total del activo natural**: Los que se deben a la pérdida total del activo y por tanto a su restauración total.
- **Costos soportados**: No pueden identificarse las causas del daño y tiene que asumirlos la sociedad.
- **Costo Marginal Externo:** CMgE (explicado previamente)
- **Beneficio Privado Marginal Neto (BPMN):** El contaminador incurre en gastos y beneficios por unidad de emisión o nivel de actividad económica. Se determina a partir del análisis costo-beneficio (ACB) y del nivel de actividad económica o nivel de emisión.
- **Costo del daño**: Se pueden determinar a partir de los beneficios que reporta el control de la contaminación.

El uso práctico de impuestos en concordancia con las normas ambientales representa también un aspecto económico de vital importancia a incluir en los estudios de EE.

Al constituir una disciplina en franco proceso de desarrollo la EE requiere de un enfoque participativo de los órganos de dirección de la empresa así como de su introducción en la política ambiental de la misma. Los enfoques de sus aspectos más relevantes han de ser casuísticos y en dependencia del proyecto en cuestión.

Para lograr un enfoque adecuado de la EE se requiere:

1. 1. De la capacitación de los cuadros.
2. 2. De la creación de Sistemas de Gestión Ambiental en las Empresas y por tanto de su inserción en la Política Ambiental.
3. 3. De la adecuación de los términos conceptuales a las condiciones cubanas.

CONCLUSIONES

Para lograr la inserción de los términos de la Economía Ecológica en las evaluaciones económicas de las producciones azucareras se requiere iniciar estudios encaminados a definir y emplear indicadores fundamentales como el nivel de asimilación del ecosistema en cuestión. Además de definir los costos y otros indicadores mencionados en el contenido de este trabajo como vía para realizar una valoración económica compatible con la preservación medioambiental.

REFERENCIAS

Saar Van Hawermeiren: (1998). . Manual de Economía Ecológica. Instituto de Ecología Política. Chile

Martínez, Alier J. (1998). Curso de Economía Ecológica. Edición PNUMA México

Pearce, D.K. (1995). Economía de los recursos naturales y del medio ambiente. Ediciones Celeste. Cap. 2. Madrid,.

Pérez Sanfield; J. Rodríguez y Y. Borges (2001). "Hacia un laboratorio azucarero libre de sustancias con toxicidad acumulativa" En: *Forum Tecnológico Especial de Química* del MINAZ. CNCA Diciembre.

LA MARGA, POSIBLE SUSTITUTO DE LA MEMBRANA PARA LA DETERMINACIÓN DE COLOR

Rodríguez Mambuca
Roberto J.
Rodríguez López , Julián
Perdomo Morales, Armando J.

Instituto Cubano De Investigaciones Azucareras (ICINAZ)
E.mail: mailto:leycaz@icinaz.minaz.cu

RESUMEN

El trabajo realizado fue guiado por la necesidad de encontrar un medio filtrante no tóxico que pudiera sustituir la membrana, debido al alto precio que posee éste en el mercado internacional.

El estudio concluyó que aunque en las condiciones evaluadas el medio filtrante marga es equivalente a la membrana, la marga debe continuarse estudiando para llegar a una conclusión definitiva.

INTRODUCCIÓN

El color en el azúcar es uno de los parámetros que exigen con prioridad los clientes.

El método ICUMSA, para la determinación de color en azúcares crudos y refinos, requiere el uso de membranas de acetato de celulosa con un tamaño de poro de 0,45 micrómetros.

Producto del alto costo que poseen las membranas, en Cuba se han realizado algunos estudios para sustituirlas, entre ellos puede mencionarse la comprobación de la poca validez del uso del kieseguhr como medio filtrante, recomendado en el método 2 de la ICUMSA (Carpenter, 1978), debido a los mayores valores de color obtenidos con relación a los determinados utilizando membrana, aún empleando cantidades muy superiores a la recomendada provocado por una inadecuada eliminación de la turbidez de la disolución.

Otro medio filtrante estudiado fue el asbesto, con el cual se obtuvo valores equivalentes a la membrana en azúcares crudos y refinos al ser comparados en ambos medios (Ramos, 1982; Urrutia, 1981; Rodríguez, 1990), pero la utilización de este medio filtrante no está permitido por parte del ICUMSA por ser un producto cancerígeno (Carke, 1986).

Por lo descrito anteriormente se valoró el uso de un mineral llamado marga que se encuentra en nuestro país. Este mineral no es mas que una roca rica en carbonato de calcio que en nuestro caso específico fue utilizada una, de color blanco con una granulometría menor de 44 micrómetros.

El objetivo de nuestro trabajo es comparar los valores obtenidos empleando la membrana y la marga como medios filtrantes para evaluar la equivalencia o no de sus resultados.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para establecer una buena comparación entre ambos agentes o medios filtrantes, se procedió de la forma siguiente: en un volumétrico de 100 ml, se pesó 8 g de muestras, se enrasó con agua destilada y se homogeneizó.

Utilizando el embudo de filtración para membranas, (Membrana de acetato de celulosa de 0,45 micrómetros de porosidad y 47 mm de diámetro) se filtró alrededor de 20 ml de disolución, se ajustó el pH a 7 ± 0.10 con disoluciones 0.1 N de HCl y NAOH, teniendo precuación, pues los saltos son bruscos. Posteriormente se leyó el Bx y la temperatura y se efectuó la lectura a 420 nm en un espectrofotómetro como estaba previsto en la técnica (Carpenter, 1978).

Para el uso del agente filtrante marga se utilizó un embudo büchner de 40 mm de diámetro, al que se le adicionó un papel de filtro SS5893 ajustado al diámetro del embudo. Se pesó 2 g de marga y se le adicionó 30 ml de la disolución para azúcares que posean entre 500 y 2000 Unidades de Color ICUMSA (UCI); 25 ml para aquellas que se encuentran entre 2000 y 3600 UCI y 20 ml para aqeuellas que posean mas de 3600 UCI; procediéndose posteriormente igual que cuando se utilizó la membrana.

A los resultados obtenidos se les realizó una evaluación estadística para hallarle la repetibilidad a la marga y una t pareada para comparar ambos medios filtrantes.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se realizaron 60 análisis de los cuales 25 pertenecen a muestras que poseían entre 500 y 2000 UCI, 25 para aquellas que se encontraban entre 2000 y 3600 UCI y las restantes mas 3600 UCI.

A continuación se expresan los resultados en las siguientes tablas:

Tabla 1 . Comparación de azúcares comprendidas entre 500 y 2000 uci 30 ml

A. FILTRANTE	VALOR MEDIO	REPETIBILIDAD	t	ttabla
MEMBRANA	1554	110	1.77	2.06
MARGA	1517	38		

Como se observa la media de los valores son similares, la repetibilidades mejor de la esperada y que no
hay diferencia significativa entre los valores cuando se utiliza membrana o marga

Tabla 2. Comparación de azúcares comprendidas entre 2000 y 3600 uci 25 ml

A. FILTRANTE	VALOR MEDIO	REPETIBILIDAD	t	ttabla
MEMBRANA	2718	200	1.69	2.06
MARGA	2753	78		

Aquí ocurre lo mismo, valores similares para la media de los valores, repetibilidad muy buena y no existe diferencias significativas.

Tabla 3. Comparación de azúcares comprendidas entre 3600 y 7000 uci 20 ml

A. FILTRANTE	VALOR MEDIO	REPETIBILIDAD	t	ttabla
MEMBRANA	4558	300	0.48	2..23
MARGA	4576	66		

Vuelve a repetirse lo anterior, similitud en los valores medios, muy buena repetibilidad y no existen diferencias significativas.

Se considera debe unificarse el volumen a utilizar para la determinación analítica así como la caracterización de la marga antes de proponerla como agente filtrante.

Terminado el análisis de los resultados se realizó una breve evaluación técnico económica, basándonos exclusivamente en los precios de los agentes filtrantes utilizados.

Tabla 4. Costos por 100 análisis u.s.d

MEDIA FILTRANTE	$
MEMBRANA	85
MARGA	2

El costo por 100 análisis por cada agente es extremadamente desproporcionado, por lo que consideramos se debe tener en cuenta el uso de la marga.

Se debe destacar que varios agentes filtrantes y tipos de papeles de filtro fueron analizados o probados dentro de los cuales podemos nombrar:

Tabla 5. Agentes filtrantes y papeles de filtro utilizados

AGENTES FILTRANTES	PAPELES DE FILTRO
PLACAS FILTRANTES	CHINO 102
RECORTES DE PAPEL DE FILTRO	FILTRAK 389 Y 390
ZEOLITA EN POLVO	PAPELERA DEL BESO PB. 3S, 500
CELULOSA EN POLVO	SS 595, SS5893
MARGA	

De los agentes filtrantes y papeles de filtro utilizados, solo la marga y SS5893 dieron resultados competitivos.

CONCLUSIONES

- Las medias de los valores obtenidos mediante membranas y margas son similares.
- La prueba de t pareada, mostró que no hay diferencia significativa entre los angentes considerando los tres niveles
- La repetibilidad empleando la marga es mejor que los resultados reportados por la ICUMSA.
- El costo por análisis utilizando la marga es muy inferior al de la membrana.

RECOMENDACIONES

1. 1. Realizar una caracterización a la marga investigada antes de proponerla como agente filtrante.
2. 2. Continuar el trabajo hasta unificar el volumen de disolución a filtrar y validar internamente el método.

REFERENCIAS

Carpenter, F. G. y colaboradores (1978). "ICUMSA Report of the proceding 17 th Session. Subj. 22, pp. 343-344

Ramos, E. (1982). "Determinación del color de las disoluciones azucaradas" *Cuba-Azúcar* Octubre-Diciembre pp. 21-28

Urrutia, J. A,. Rodríguez, A., Alamos, A. y Linares, R. (1981). “Determinación del color del azúcar crudo” *ATAC* Marzo-Junio, pp.. 45-55

Rodríguez ,A. Fernández, F. y Perdomo, A. Segundo Seminario Internacional sobre azúcar y derivados de la caña. Tomo II. diversificación 90. Comunicaciones cortas. P. 204

Carke, M. A . y colaboradores (1986). ICUMSA, Report of the proceding 19 th Session, Subj. 22, p. 378

MITIGAR EL IMPACTO DE LAS DESTILERIAS

Cañete, A, Rafael.
Morales P, Ivis
Coronado, Q, Caridad
Diaz B, Daniel.

ICIDCA, Vía Blanca 804, La Habana. Fax:(537) 33 82 36
E-mail: canete@icidca.edu.cu

ABSTRACT

Carbon dioxide is considered one of the gases responsable of the greenhouse effect; reducing its emission is a work of many researchers, since if the atmosphere mean temperature increase keeps on going up it would have catastrophic repercussions.

Each one of our distilleries throws up 40 t/d of CO_2. In just a few mills only 10 or 15 % is recovered, Making use of 6000 t/y will yield a profit of $1.2 * 10^6$ USD.
Another attractive option is its use to obtain chemicals: CO^3Ca, CO_3Ni, CO_3Mg, and so on; a lot of information is available for this.
The target of avoiding our enviroment future injury is achived in any case.

INTRODUCCIÓN

El impacto de las destilerías de alcohol en el medio ambiente en lo que se refiere a sus mostos ha sido objeto de estudio por el ICIDCA debido a su elevada carga contaminante caracterizada por una elevada demanda química de oxígeno (DQO) que agrede aguas superficiales, manto freático y todo el entorno.(ICIDCA-GEPLACEA-PNUD , 1980; Gómez , ICIDCA)

Las soluciones propuestas han sido: sistemas de tratamiento basados en la combinación de lagunas anaerobias-facultativas; el riego como disposición final de las aguas residuales por ser el suelo su mejor receptor; la producción de Levadura Torula empleándolo como sustrato; y la transformación en biogas con lo cual se puede disminuir su carga contaminante en mas del 75 %.(Almazán, 1980; Valdés , 1979; Suárez , 1980, Valdés, 1988)

Sin embargo, con las emanaciones de los fermentadores constituidas fundamentalmente por CO_2 , alcoholes, etc. no ha sido similar. Se les da en general poca utilización: solamente se recupera pequeña cantidad del gas carbónico generado en escasas instalaciones; el resto es abandonado libremente.(Krishnamurti, 1966; Dinjus, 1999; Boniface, 2000; - Lin, 2000)

Debido a la gran cantidad de Dióxido de Carbono que se ha emitido a la atmósfera, el efecto invernadero se ha incrementado progresivamente. Esta es la causa de que la

temperatura media de la atmósfera terrestre haya ascendido. Si esta tendencia continúa podría ocasionar un gran impacto en el clima mundial y en el medio ambiente.

La Conferencia celebrada en Kioto (Japón/97) trazó políticas encaminadas a reducir las emisiones de gases que aumenten el gas invernadero y advirtió que las consecuencias de todo tipo de cambio climático podrían repercutir muy gravemente a escala mundial: algunas regiones se volverían mas calurosas y otras podrían volverse muy frías.

DESARROLLO

En la producción de Etanol a partir de las mieles finales por vía fermentativa se cumple la reacción:

$$C_6H_{12}O_6 \longrightarrow 2\ C_2H_5OH + 2CO_2$$

Como se trata de una reacción exotérmica, para mantener la temperatura cerca del valor óptimo
(aproximadamente 34 ^oC) es necesario eliminar energía desprendida pues de lo contrario la temperatura aumenta y puede llegar hasta 42 ^oC con pérdidas sensibles en el rendimiento. Un índice apropiado de liberación de calor es 287 Kcal / litro de Etanol formado.(Suárez, 1980)

La etapa de fermentación se realiza generalmente en ausencia de Oxígeno para que se produzca la máxima cantidad posible de Etanol y minimizar la formación de biomasa. Generalmente transcurre en un plazo de 24 a 30 horas con lo cual se alcanza en el vino una concentración final de alcohol de 6 a 7 % en volumen..

Simultáneamente con la producción de alcohol se genera el CO_2, se obtienen unos 44 kg. por cada 100 kg de azúcares fermentados. Un indicador global aceptado es la obtención de 0.87 t de CO_2 / t de Etanol, lo cual refleja la gran cantidad de gas carbónico disponible como subproducto, del cual es posible recuperar el 80 %.En la producción de cemento se emite 1 t de CO_2/ t de producto.

El gas desprendido arrastra consigo trazas de sólidos, contiene: alcoholes, aldehídos, ácidos, ésteres y otras impurezas que le imparten olor, por lo cual se le debe someter a una depuración cuidadosa para eliminarlos antes de ser utilizado.

Como es práctica frecuente que los fermentadores sean abiertos se requiere que en el área exista buena ventilación ya que concentraciones de CO_2 mayores de 5 % son muy peligrosas para el organismo humano pues causan aumento de la profundidad de la respiración y aceleración brusca del ritmo cardíaco.

Para recuperar el CO_2 es necesario que los fermentadores sean cerrados. El primer paso depurador es el lavado de los gases con agua en una torre con lo cual se logra minimizar las perdidas de alcohol por esta vía, las cuales pueden llegar al 3 % o más de la capacidad de la destilería,

Para la eliminación de las impurezas el gas pasa a través de soluciones purificadoras como: Acido Sulfúrico, Bicarbonato de Sodio, Permanganato de Potasio, Glicerina, etc. y capas de relleno como: Carbón vegetal y animal, activo, o no; Cloruro de Calcio, Sílica gel, Alúmina activada, etc. La selección del grado de purificación requerido está en dependencia del uso a que se destine.

Si suponemos una destilería de 600 Hl. / día, la cantidad de CO_2 generado es aproximadamente 40 t / día. La recuperación del 50 % del total, 6000 t / año considerado el precio de 200 USD / t brinda ingresos del orden de$1.2 * 10^6$ USD.

Aunque el Anhídrido Carbónico se ha usado en la carbonatación de bebidas, conservación de alimentos, fabricación de extintores, etc. Una alternativa que resulta interesante es emplearlo en la obtención de productos químicos inorgánicos para lo cual se dispone de amplia literatura técnica, (Coenen, 1982 Saeman, 1975; Seper, 1995; Kurtz, 1990; Ruiz-Luna, 1998; Neuman, 1997; Artur, 1977; Bogdan, 1993; Chemical Marketing Report; Catalogo Sigma 2001). Todos ellos con amplia demanda en diferentes ramas de la economía y precios atractivos, como se presentan en la tabla 1.

Tabla 1 Alternativas de productos a considerar

Denominación	Precio, USD
CO_3Ca, precipitado, técnico, en sacos, t.	264.00 – 350.00
CO_3Ca fino, en sacos, t	230.00 – 280.00
CO_3Na_2, ligero, en sacos, t.	210.00
CO_3HNa, USP, grueso, en sacos, 100 lb.	34.80
CO_3Mg, t	200.00
CO_3K_2 anhidro, en sacos 100 lb.	40.00
CO_3Ca, USP, kg	358.80
CO_3HNa, USP,kg	56.60
CO_3Mg, USP, kg	135.90
CO_3Ni, 100 kg.	129.00
CO_3K_2, USP,	41.10
CO3HK, USP, kg	83.10
CO_3Ni, 100 kg.	129.00

Para una instalación futura con alguno de estos objetivos puede no ser necesario el empleo del CO_2 líquido puro, con lo cual se obtienen ahorros en la inversión por equipamiento y facilidades auxiliares y en el costo de operación. En general los métodos modernos se caracterizan por el ahorro de energía y agua y la disminución sustancial de residuales. Algunos son fáciles de realizar y requieren poca inversión.

Muchas industrias investigan métodos para reducir sus emisiones de gases causantes del efecto invernadero. Diferentes opciones han sido identificadas, sin embargo las preferidas son aquellas que emplean el CO_2 como materia prima y por lo tanto proporcionan un beneficio económico adicional al proceso.

CONCLUSIONES

- Las destilerías lanzan a la atmósfera 40 t/día de CO_2 cuya recuperación pudiera aportar ingresos de $1.2 *10^6$ USD / año.
- Una alternativa interesante es la transformación del CO_2 para la obtención de productos químicos inorgánicos de amplia demanda y precios atractivos.

- La reducción de las emisiones de CO_2 contribuye a evitar el deterioro futuro de nuestro medio ambiente

REFERENCIAS

ICIDCA-GEPLACEA-PNUD (1880). Manual de los derivados de la caña de azúcar.

Gómez R., Romano J. Caracterización de otros sustratos de la industria azucarera y de derivados.

ICIDCA La industria de los derivados de la caña de azúcar. Capítulos XI, XII y XIV

Almazán, O. (1980). "Levadura forrajera a partir de mostos alcohólicos. Los derivados de la caña de azúcar". Capítulo XXIV

Valdés, E. (1979). "Caracterización de las aguas residuales de la producción de alcohol". *Informe interno* ICIDCA

Suárez, M. (1980). "Los derivados de la caña de azúcar". Capítulo XXVII La Habana

Valdés, E.y Obaya,C. (1988). "Aprovechamiento de residuales de la industria azucarera y derivados". Geplacea,

Krishnamurti, B.G. et. (1966). "Carbon dioxide from industrial alcohol fermentatio". *Indian Sugar* J. Vol. 15(10) Jan

Dinjus, E. (1999). *International Conference on carbon dioxide utilization*, 5th. Germany, Sept/

Boniface, J Shi, Q, Li, Y.Q Cheung, J.L, Rattigan, O.V, Davidovits, P, Worsnop, D. R, Jayne, J.T.; Kolb, C.E (2000).

"Uptake of gas-phase SO2, H2S, and CO2 by aqueous solutions" *Journal of Physical Chemistry* A, , Vol 104(32), pp

Lin , W. H,; Zhang, F. S, Bai , K. Z (2000). "Responses of plant rhizosphere to atmospheric CO_2 enrichment" *Chinese science Bulletin*, , Vol 45,(2), pp 97-101

Coenen, Alfred Kosswig, Kurt Praun, Ferdinand y Regner, Hans (1982). "Process for preparing sodium bicarbonate and drogen chloride". *Patente US* 4321247.

Saeman, Walter C (1975). "Sodium bicarbonate production" *Patente US* 3870784.

Seper, Karl W. Zeller, III, Morgan , Robert L, Russell, J (1995). "Preventing potassium bicarbonate from caking" *Patente US* 5441669 .

Kurtz, Andrew D. Winston, Anthony E. (1990). "Process for the production of potassium bicarbonate" Patente US 19910

Ruiz-Luna, Raymundo (1998). "Method for the production of anhydrous alkali metal carbonates" Patente US 5788947

Neuman, Thomas H Chastain, Richard W. (1997). "Equilibrium production of sodium carbonate from sodium bicarbonate" US 5609838 .

Artur, Andre y Meniere, Charles . (1977). Process for the production of sodium bicarbonate from diaphram cell liquors US 4032616

Bogdan Borkowski, Jerzy Król-Bogomilski (1993). "Method of manufacturing of technically pure sodium bicarbonate". Patente Polaca, 161858, 2.03.,

Chemical Marketing Report 10 IX/01

Catalogo Sigma 2001.

PRODUCCIÓN DE LEVADURA DE VINAZAS. UNA SOLUCIÓN MEDIOAMBIENTAL EN LAS UNIDADES BÁSICAS DE PRODUCCIÓN DE DERIVADOS

Martínez-Valdivieso Piloto,
Julio A.
Saura Laria, Gustavo

Departamento de Bioingeniería
Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA)
Apdo.4026, San Miguel del Padrón Ciudad de La Habana
E-mail: icam@icidca.edu.cu

ABSTRACT

Since 1963 ICIDCA,have been working in the development of technologies related with the sugar cane derivatives.At the end of the eighties of the last century,somes aproaches about the use of sugar cane spent liquors molasses stilage for fodder yeast production were made in Ësteban Hernández and Antonio Guiteras yeast factories.

In this paper we describe the adequations to a yeast factory to introduce mixtures sugar´s cane molasses-spent liquors molasses stilage in the production of fodder yeast to obtain a good quality final product and to reduce the high content of DQO of the Spent liquor molasses stilage and fodder yeast waste water.

INTRODUCCIÓN

La producción de proteína unicelular de uso forrajero, se inicia en nuestro país en los primeros años de la década del 60, cuando es puesta en funcionamiento en el CAI “Ciro Redondo “una planta de tecnología francesa, con capacidad para procesar hasta 30t\d de producto con 92% de materia seca. Transcurrido el tiempo y una vez asimilada la tecnología, se decide la adquisición de 10 plantas, con lo cual, se eleva la capacidad productiva del país hasta 115000t/a.A finales de los 80 y principios de los 90, la producción de levadura forrajera se vio bastante deprimida, entre otros factores, por la desaparición de los piases socialistas de Europa del Este, la disminución de las disponibilidades de mieles finales de caña, motivada por disminución de la producción azucarera nacional y el alto costo de producción del producto (tabla 1).

A finales de 1998 se toma la decisión, por parte de la dirección de derivados del MINAZ de recuperar algunas capacidades productivas que hasta ese momento permanecían ociosas debido fundamentalmente, a los factores analizados anteriormente; es así que se preparó un grupo multidisciplinario, integrado , por personal del ICIDCA , la Dirección de Derivados del MINAZ y personal de la Unidad Básica de Derivados del CAI Antonio

Guiteras “de la provincia Las Tunas, para la introducción de esta tecnología en la práctica industrial.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para el desarrollo de este trabajo partimos de realizar un análisis integral de las instalaciones involucradas en el mismo, pues como es conocido por la mayor parte de los tecnólogos químicos, las vinazas de destilerías son unos residuales que abandonan las columnas de destilación a temperaturas cercanas a los 100 ° c, que poseen una alta carga contaminante, en términos de demanda química de oxigeno (DQO) y que además, en los últimos años, el país viene realizando grandes esfuerzos encaminados a la preservación del Medio Ambiente.

Por otro lado en la tecnología de producción de Levadura forrajera, se hace necesario que cada uno de los componentes del medio de fermentación, estén a temperaturas inferiores a 30 ^{o}C ,pues es un requerimiento de los microorganismos que la temperatura de fermentación no exceda los 36.5 °C. Si además se tiene en cuenta, como planteamos al inicio la alta temperatura de las vinazas, se comprenderá rápidamente que será necesario una evaluación de la capacidad de enfriamiento de la planta de torula que será el lugar donde deberán ser almacenadas las vinazas próximas a utilizar y que deberán ir enfriándose a medida que vayan siendo consumidas, pues de lo contrario puede incrementarse el riesgo de contaminación del medio fermentativo. Un aspecto que fue necesario evaluar también fue la capacidad productiva real que podría lograrse en los fermentadores existentes, pues los biotecnológos comprenderán muy fácilmente, que una disponibilidad total de materia orgánica biotransformable de aproximadamente 82875 k g\ d requerirán de una cantidad importante de oxigeno para su transformación en biomasa forrajera, por lo que también se hizo imprescindible determinar la proporción optima de la mezcla vinaza – miel para que el rendimiento no se viera limitado por deficiencia de oxigeno**.**

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Después de realizadas las modificaciones, se realizo una producción de ajuste de la tecnología, a la cual le llamamos producción cero, los parámetros de calidad de la misma, pueden observarse en la tabla 1.

Tabla 1.Calidad del producto terminado

Composición	%
Humedad	5.47
Proteína	38.07
Cenizas	16.36
Producción	517 t

Del análisis de la tabla nos podremos dar cuenta de que existen desviaciones en los parámetros % DE PROTEINA y % DE CENIZAS, lo cual puede explicarse debido al hecho de que las vinazas son grandes aportadoras de cenizas y que al ser alto este componente, como la proteína se reporta en base seca y todo el sólido no es biomasa entonces la proteína deberá ser mas baja cuando el contenido de cenizas sea alto. Dada la incidencia que tienen estos parámetros en la calidad de la levadura forrajera y en su valor como alimento, nos vimos precisados a introducir variaciones en la secuencia de las operaciones dentro del proceso de producción, para ver si con ello lográbamos colocar la calidad del producto en norma. Como primera medida, cambiamos la cantidad de agua de lavado de las cremas e introdujimos una nueva etapa de lavado, para lo cual, se hizo necesario el montaje de dos separadores centrífugos adicionales y de dos tanques de lavado con agitación mecánica. El resultado de las medidas tomadas puede verse del análisis de los datos de la tabla 2, donde se compara la calidad de la levadura forrajera obtenida con mieles finales de caña con la obtenida con mezclas vinazas – miel con dos lavados de las cremas obtenidas, nótese que la calidad es similar y significativamente superior a la mostrada en la tabla 1.

Tabla 2. Características de la biomasa obtenida

	Mezclas Vinazas-Miel final	**Miel final**
Humedad (%)	6-8	6-8
Proteína bruta (%)	45-50	45-50
Cenizas (%)	7-10	10
(P_2O_5) (%)	3.5	3.5

Finalmente para dar real conclusión a la experiencia se realizó una evaluación de los residuales del proceso cuando se utiliza la nueva fuente energética en el medio de fermentación y se comparó con los residuales tradicionales de la producción de levadura torula, los resultados comparativos se muestran en la tabla 3, donde puede notarse que a pesar de la alta carga contaminante que resulta de introducir vinazas a la tecnología de producción de levadura forrajera los residuales resultantes son susceptibles de ser utilizados como enmienda orgánica de los suelos o en la formulación de alimento animal mezclado

con pequeñas cantidades de miel y urea (tabla 4), con lo cual se logra entre otros objetivos, demostrar la factibilidad de producir Levadura Forrajera utilizando mezclas vinazas-Miel final en nuestras instalaciones, además se brinda una solución a La disposición de las vinazas de destilería, las cuales son altamente contaminantes y por otro lado se logra producir proteína unicelular de uso forrajero a menor costo, ya que con esta tecnología se liberan cantidades importantes de mieles finales de caña que pueden ser destinadas a otros usos.

Tabla 3. Comparación de la carga contaminante

Vinazas	**Efluente Torula**
DQO (kg/m^3)	65.0-82.0	15.0-20.0
Nitrógeno total (g/L)	0.11-0.25	0.20-0.25
Sólidos totales (g/L)	5.0-8.5	13.0-14.0
Cenizas (%)	1.50-3.20	2.50-3.50
Sólidos suspendidos (g/L)	1.70-2.50	0.17-0.32
Fósforo total (g/L)	0.017-0.091	0.15-0.20
Magnesio total (g/L)	0.11-0.15	N.D
Brix	6.5-10.0	4.0-5.0
pH	4.0-4.7	3.0-3.5

Tabla 4. Composición de alimento producido con claro de primera separación de levadura mezcla vinaza-miel (uso en rumiantes)

Componentes	Porciento de inclusión (p/v)
Claro	89.5
Miel final	10.0
Urea	0.50

CONCLUSIONES

Como conclusiones de este trabajo pueden señalarse:

- Se demuestra la factibilidad de producir Levadura Forrajera utilizando mezclas Vinazas-Miel final.
- Se corrobora que esta es una manera adecuada para reducir los costos de producción.
- Se enuncia la posibilidad de llegar a obtener una producción sin efluentes.

RECOMENDACIONES

Recomendamos que se continúe trabajando en esta línea por lo promisorio de la misma y porque de su éxito depende en gran medida el futuro de la alimentación de monogástricos, ganado ovino-caprino y ganado lechero en el país.

REFERENCIAS

Almazan del Olmo, O.(1980). "Producción de proteína unicelular con subproductos de la industria azucarera" *Tesis de Doctorado* La Habana

Martínez-Valdivieso Piloto J. A**. "**Manual de operaciones para la producción de Proteína Forrajera utilizando vinazas de destilería".

Saura Laria G. (2000). **"**Producción de levadura a partir de vinazas de destilería*" Informe Interno ICIDCA*

Santiesteban Garlobo C. M. (1987). "Aprovechamiento de efluentes líquidos de la Industria azucarera y de derivados" *Revista ICIDCA. Sobre los Derivados de la Caña de Azúc*ar,. Vol. XXI(3)

REDUCCIÓN DEL SULFURO DE HIDRÓGENO EN EL BIOGAS EMPLEANDO BACTERIAS SULFURO OXIDANTES PRESENTES EN LAS AGUAS RESIDUALES DE LAS FÁBRICAS DE AZÚCAR Y LAS VINAZAS DE LAS DESTILERÍAS DE ALCOHOL.

Obaya, Ma. Cristina
Valencia, Roxana
Felipe Eng
Katia Diez[1]
Pilar Villa[1]
Heidi Pérez[1]
Esperanza Valdés[1]
Elina Fernández [2].

1. 1. Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar P.O. Box. 4026, Habana, Cuba. E. Mail obaya@icidca.edu.cu
2. 2. Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría, Carretera de la CUJAE, Rancho Boyeros, Ciudad de la Habana

SUMMARY

It is feasible the use of the three wastewaters researched as source of microorganisms for the oxidation of H_2S and the biogas purification in plants of this type. In all the cases concentrations of H_2S in the gas purified below 0,1% are reached (permissible concentration). The less concentrations of H_2S in the purified gas are reached, when alcohol distilleries wastewaters, like source of microorganisms, are used. Very satisfactory results were even obtained, with the employment of only 2% of the air of the volume of gas produced for the three types of waste researched. The values of the percent of reduction of H_2S are similar for any concentration of H_2S in the impure gas. While the concentrations of H_2S increase in the impure gas, increments of the reached purification percent take place. The percent of purification of the waters stays high during the 5 days of experimentation, that which indicates that the biomass stays active, at least in the researched time. The wastewaters employees for the treatment suffer slight variations produced by the consumption of nutrients and organic matter of the microorganisms chemiotrophic and heterotrophic that are demonstrated, grow in them.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo tiene por objetivo presentar los resultados obtenidos en la reducción del sulfuro de hidrógeno del biogás producido de la digestión anaeróbica de vinazas de destilerías de alcohol en reactores UASB, empleando un método biológico, utilizando como

fuentes de bacterias sulfuroxidantes, las aguas residuales de las fábricas de azúcar, las vinazas tratadas en reactores anaerobios y las aguas albañales, estas últimas como patrón, teniendo en cuenta los resultados obtenidos por Fernández (1999). Las concentraciones de sulfuro de hidrógeno en el biogás producido, están por encima de los valores permisibles, de 0.1%, para considerarlo apto para ser empleado en la cocción de alimentos u otros usos, sin riesgos de corrosión THIOPAQ, (2000).

El arreglo experimental empleado consta de dos botellas de Boyle Mariotte, una con el gas producido a partir del reactor UASB (biogás impuro), y otra que recibe el biogás purificado. Al centro de las mismas, se encuentra un balón de un litro de capacidad, de tres bocas, una de ellas para la entrada del biogás impuro, otra para la entrada del aire, y la tercera para la salida del biogás purificado hacia la botella de almacenamiento. En el balón se realiza la reacción biológica de purificación, donde ocurre la difusión gas-gas entre el biogás y el aire y de esta mezcla, a su vez, en el líquido, en régimen sublaminar. El balón, fue llenado con el residual hasta la mitad de su capacidad total, para lograr la mayor superficie de contacto entre los gases y el líquido. La mezcla de gases recibe un tiempo de retención de aproximadamente 50 minutos, valor suficiente para lograr una purificación eficiente, según fue reportado por Fernández (1999). El sulfuro de hidrógeno fue determinado empleando la bureta de Tutweiler.

Como fuentes de bacterias sulfuro oxidantes se emplearon vinazas de destilerías tratadas en el reactor UASB, aguas residuales de la fábrica de azúcar de CAI Ciro Redondo y aguas albañales del río Luyanó. Los experimentos con vinazas se realizaron adicionando una cantidad de aire equivalente a 2, 3.5 y 5 % del volumen de gas producido en el reactor anaerobio. Considerando los resultados de estos experimentos, para el residual azucarero, se adicionaron cantidades de aire equivalentes al 2 y el 3.5 %. Teniendo en cuenta los resultados obtenidos por Fernández (1999), se empleó como patrón de comparación el residual albañal, adicionando hasta un el 5% de aire.

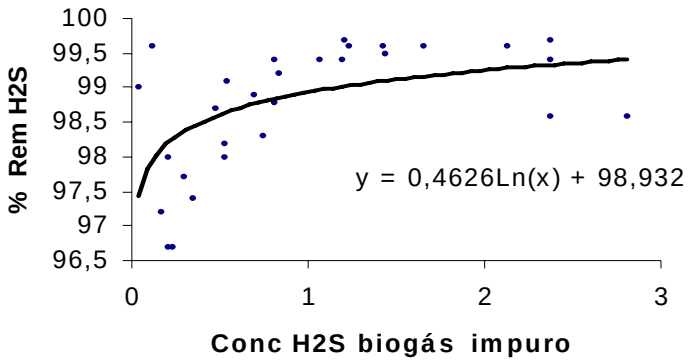
CONCLUSIONES

La tabla I muestra los resultados obtenidos en las experiencias realizadas sobre reducción del sulfuro de hidrógeno con los diferentes residuales y por cientos de aire. En la misma se puede observar que **los valores del porciento de reducción del sulfuro de hidrógeno son del 99 % para** la mayoría de los resultados obtenidos con vinaza (79%), **para cualquier concentración de H_2S en el biogás impuro,** en el rango de concentraciones ensayadas, incluso para cantidades de aire adicionadas tan bajas como del 2% del volumen de gas producido. El rango de concentraciones de sulfuro de hidrógeno en el **biogás purificado es el menor alcanzado (0.003-0.009%), llegando a valores tan bajos como 0.003 %,** para una concentración de H_2S en el biogás impuro incluso de 1. 21 %, adicionando 3.5% de aire.

Los resultados del porciento de purificación de sulfuro de hidrógeno son ligeramente menores para el residual azucarero y para el residual albañal, si se comparan **con los resultados obtenidos para la vinaza**. No obstante, son muy buenos teniendo en cuenta que

en todos los casos las concentraciones de H_2S del biogás purificado, están por debajo de las requeridas (0.1%). Vale adicionar que **los porcientos de purificación aumentan en la medida en que se incrementan las concentraciones de sulfuro de hidrógeno en el biogás impuro** (ver figura 1).

Figura 1. Influencia de la concentración de H_2S en el biogás impuro sobre el porciento de remoción.



Resultados muy atractivos se obtienen al adicionar sólo 2% de aire para el residual azucarero, con porcientos de purificación del 98.6%, para concentraciones del biogás impuro de 2.81% y concentraciones del **biogás purificado de 0.038%, muy por debajo aun de 0.1%.** El sistema de purificación empleado compara perfectamente con el de referencia utilizado por Fernández (1999).

Tabla I. Resultados de los experimentos de desulfurización del biogás por método biológico.

Día de experimento	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
Mosto (5% de aire)					
Biogás impuro	**0.35**	**0.17**	**1.44**	**1.42**	**0.81**
Biogás purificado	**0.009**	**0.0046**	**0.006**	**0.0046**	**0.0046**
Purificación (%)	**97.4**	**97.2**	**99.5**	**99.6**	**99.4**
Mosto (3.5% de aire)					
Biogás impuro	**2.37**	**1.19**	**0.14**	**1.23**	**1.21**
Biogás purificado	**0.0061**	**0.0061**	**0.0046**	**0.0046**	**0.003**
Purificación (%)	**99.7**	**99.4**	**99.6**	**99.6**	**99.7**
Mosto con 2% de aire					
Biogás impuro	**0.83**	**1.06**	**0.47**	**0.54**	**-**

Biogás purificado	**0.006**	**0.006**	**0.006**	**0.0046**	**-**
Purificación (%)	**99.2**	**99.4**	**98.7**	**99.1**	**-**
Azucarero (3.5% de aire)					
Biogás impuro	**2.37**	**0.24**	**0.24**	**-**	**-**
Biogás purificado	**0.014**	**0.0077**	**0.0046**	**-**	**-**
Purificación (%)	**99.4**	**96.7**	**98.0**	**-**	**-**
Azucarero (2% de aire)					
Biogás impuro	**2.81**	**2.37**	**0.237**	**-**	**-**
Biogás purificado	**0.038**	**0.031**	**0.007**	**-**	**-**
Purificación (%)	**98.6**	**98.6**	**96.7**	**-**	**-**
Albañal (2% de aire)					
Biogás impuro	**0.81**	**0.74**	**0.29**	**0.53**	**0.512**
Biogás purificado	**0.0092**	**0.012**	**0.0064**	**0.0092**	**0.01**
Purificación (%)	**98.8**	**98.3**	**97.7**	**98.2**	**98.0**
Albañal (5% de aire)					
Biogás impuro	**2.13**	**1.68**	**0.69**	**-**	**0.64**
Biogás purificado	**0.083**	**0.0055**	**0.0064**	**-**	**0.0064**
Purificación (%)	**99.6**	**99.6**	**98.9**	**.**	**99.0**

De lo reportado en la literatura se ha comprobado que muchos de los microorganismos responsables de la oxidación del sulfuro de hidrógeno, pertenecen a la familia de los *Thiobacillus*. La mayoría de ellos son autotróficos, es decir, utilizan dióxido de carbono del biogás para cubrir sus necesidades de carbono Biogas Upgrading and Utilization (2000). Sin embargo, se reportan también bacterias heterotróficas que son capaces de crecer en ácidos generados de un grupo de sustratos orgánicos Robertsis (1994).

Los residuales utilizados se caracterizaron (resultados no mostrados) y se pudo comprobar que las aguas residuales empleadas para el tratamiento sufren ligeras variaciones producidas por el consumo de nutrientes de los microorganismos que crecen en ellas. Los análisis microbiológicos realizados a estas aguas indican un contenido de bacterias totales del orden de 10^9 UFC/ml, no se detectaron hongos ni levaduras y se detecta la presencia de bacterias en forma de cocos y bacilos pequeños capaces de crecer en un medio quimiotrófico que presenta como substrato tiosulfato de sodio. Existe además una flora bacteriana capaz de consumir algunos sustratos orgánicos presentes en los residuales, lo

cual quedó demostrado con el crecimiento de bacterias en los medios que contenían glucosa y acetato como sustrato, lo cual se refleja en las reducciones de la Demanda Química de Oxígeno, del orden del 10%.

Desde el punto de vista tecnológico **el método ensayado resulta muy exitoso al alcanzar muy altos por cientos de reducción de H_2S** en el biogás tratado y concentraciones de este gas muy por debajo de las requeridas, al menos en el rango de concentraciones ensayadas. Se ha comprobado a escala de laboratorio que:

- Es factible el uso de las aguas residuales de las producciones de alcohol y azúcar como fuente de microorganismos para la oxidación de sulfuro de hidrógeno y la purificación del biogás en plantas de este tipo. En ambos casos se alcanzan concentraciones de H_2S en el biogás purificado por debajo de 0.1%.
- Las menores concentraciones del sulfuro de hidrógeno en el gas purificado se alcanzan cuando se emplea vinaza como fuente de microorganismos.
- Se obtuvieron resultados muy satisfactorios incluso, con el empleo de sólo el 2% del aire del volumen de biogás a tratar, para los residuales ensayados.
- Los valores del porciento de reducción del H_2S son similares para cualquier concentración de H_2S en el biogás impuro.
- En la medida que aumentan las concentraciones de H_2S en el biogás impuro se producen incrementos del porciento de purificación alcanzados.
- El porciento de purificación de las aguas se mantiene alto durante los 5 días de experimentación, lo cual indica que la biomasa se mantiene activa, al menos en el tiempo de duración ensayado.
- Las aguas residuales empleadas para el tratamiento sufren ligeras variaciones producidas por el consumo de nutrientes y materia orgánica de los microorganismos quimiotróficos y heterotróficos que se demuestran, crecen en ellas.

REFERENCIAS

- THIOPAQ (2000) Cost effective H_2S removal. Sulfur recovery.
- IEA Bioenergy (2000) Biogas Upgrading and Utilization.
- Takahiro H. (2001) Journal of Fermentation and Bioengineering Vol. 81 No. 4 pp. 337-342
- Fernández E. (1999) Tesis Doctoral 100 p.
- Robertsis L.A. and Kuenen J.G (1994) The Colorless Bacteria Cap. 16 pp. 385-413

REDUCCIÓN DEL SULFURO DE HIDROGENO EN EL BIOGAS EMPLEANDO BACTERIAS SULFURO OXIDANTES PRESENTES EN LAS AGUAS RESIDUALES DE LAS FÁBRICAS DE AZÚCAR Y LAS VINAZAS DE LAS DESTILERÍAS DE ALCOHOL.

Autores: Ma. Cristina Obaya[1], Roxana Valencia[1], Felipe Eng[1], Katia Diez[1], Pilar Villa[1], Heidi Pérez[1], Esperanza Valdés[1] y Elina Fernández [2].

1. 1. Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar P.O. Box. 4026, Habana, Cuba E. Mail obaya@icidca.edu.cu
2. 2. Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría, Carretera de la CUJAE, Rancho Boyeros, Ciudad de la Habana

RESUMEN

El presente trabajo tiene por objetivo presentar los resultados obtenidos en la reducción del sulfuro de hidrógeno del biogás producido de la digestión anaeróbica de vinazas de destilerías de alcohol, en reactores UASB, empleando un método biológico, utilizando como fuentes de bacterias sulfuro oxidantes, las aguas residuales de las fábricas de azúcar, las vinazas tratadas en reactores anaerobios y las aguas albañales, estas últimas como patrón, teniendo en cuenta los resultados obtenidos por Fernández 1999. Las concentraciones de sulfuro de hidrógeno en el biogás producido, están por encima de los valores permisibles, de 0.1%, para considerarlo apto para ser empleado en la cocción de alimentos u otros usos, sin riesgos de corrosión (THIOPAQ, 2000).

Como fuentes de bacterias sulfuro oxidantes se emplearon vinazas de destilerías tratadas en el reactor UASB, aguas residuales de la fábrica de azúcar de CAI Ciro Redondo y aguas albañales del río Luyanó. Los experimentos con vinazas se realizaron adicionando una cantidad de aire equivalente a 2, 3.5 y 5 % del volumen de gas producido en el reactor anaerobio. Considerando los resultados de estos experimentos, para el residual azucarero, se adicionaron cantidades de aire equivalentes al 2 y el 3.5 %. Teniendo en cuenta los resultados obtenidos por Fernández 1999., se empleó como patrón de comparación el residual albañal, adicionando hasta un el 5% de aire. En todos los casos los experimentos se realizaron hasta el quinto día con el objetivo de estudiar la vida útil del cada residual para este proceso de purificación.

Desde el punto de vista tecnológico **el método ensayado resulta muy exitoso al alcanzar muy altos por cientos de reducción de H_2S** en el biogás tratado y concentraciones de este gas muy por debajo de las requeridas, al menos en el rango de concentraciones ensayadas. Se ha comprobado a escala de laboratorio que:

Es factible el uso de las aguas residuales ensayadas como fuente de microorganismos para la oxidación de sulfuro de hidrógeno y la purificación del biogás en plantas de este tipo. En todos los casos se alcanzan concentraciones de H_2S en el biogás purificado por debajo de 0.1% (concentración permisible). Las menores concentraciones del sulfuro de hidrógeno en el biogás purificado se alcanzan cuando se emplea vinaza como fuente de microorganismos. Se obtuvieron resultados muy satisfactorios incluso, con el empleo de sólo el 2% del aire del volumen de gas a tratar, para los tres tipos de residuales ensayados. Los valores del por ciento de reducción del H_2S son similares para cualquier concentración de H_2S en el biogás impuro. En la medida que aumentan las concentraciones de H_2S en el gas impuro se producen incrementos del por ciento de purificación alcanzados. El porciento de purificación de las aguas se mantiene alto durante los 5 días de experimentación, lo cual

indica que la biomasa se mantiene activa, al menos en el tiempo de duración ensayado. Las aguas residuales empleadas para el tratamiento sufren ligeras variaciones producidas por el consumo de nutrientes y materia orgánica de los microorganismos quimiotróficos y heterotróficos que se demuestran, crecen en ellas.

TRAZAS DE MERCURIO EN AZÚCAR CRUDO Y MIEL FINAL ORGÁNICA

Casas Cardoso, Lourdes
Cardoso Romero, Gladis
Iglesias Jacomino, Felix

*Facultad de Química – Farmacia, UCLV
E-mail: lcc@uclv.edu.cu
** Facultad de Matemática – Física y Computación, UCLV
E-mail: mailto:gcardoso@uclv.edu.cu
***Centro de Higiene y Epidemiología

ABSTRACT

Because of the high tocicity of mercury and its compounds, it was considered important to determine it in sugar and molases obtained. Non-flame atomic absorption spectrophotometry was used at 253,7 nm after reduction of mercury to its elementary state and isolation from the solutions with a current of air. Results show that both sugar and molases were free of mercury at permisible limits of 0,03 ppm for sugar**.**

INTRODUCCIÓN

En la sociedad moderna se advierte una tendencia a retornar al uso de productos naturales, a través de una agricultura "orgánica o ecológica", que no emplea fertilizantes ni plaguicidas de síntesis química, y respeta el entorno, incluida la salud de la tierra, del agua, de las plantas y animales que se alimentan de ellos, por lo que ofrece alimentos más saludables según Schmidt (1997).

El azúcar, en estos momentos es solo un producto suplementario en el mercado mundial de productos orgánicos, que por cierto está creciendo rápidamente. Sin embargo, teniendo en cuenta la expansión rápida de estos productos por un lado, y la importancia general del azúcar (en particular en la forma de productos que contienen azúcar) en la dieta humana por el otro, se podría sugerir que su nicho en el mercado de productos orgánicos mostrará un crecimiento sostenido en el futuro tal como lo plantea Gudoshnikov (2000). De aquí, que la producción y comercialización de este tipo de azúcar cobre gran importancia en nuestro país, gran productor y exportador de azúcar por casi cinco siglos.

La contaminación es la introducción por el hombre de sustancias propensas a causar riesgos a la salud humana, daño a los recursos vivos y a los sistemas ecológicos. Cada vez más, se hace necesario que el tratamiento de la contaminación industrial se plantee desde el inicio del proceso productivo con el objeto de conseguir una máxima rentabilidad con un mínimo impacto, con énfasis en los metales pesados por constituir un serio riesgo para el

medio ambiente y para la salud humana ya que presentan elevados niveles de bioacumulación y alcanzan elevadas cotas de toxicidad.

Los contaminantes químicos traen como consecuencia que se produzcan daños que pueden resultar irreparables para la vida, tanto de los seres humanos como de los animales, por lo que es muy importante evaluar los contenidos de metales pesados en el azúcar crudo y en las mieles finales orgánicas, que son los dos principales productos del proceso agroindustrial azucarero.

MATERIALES Y MÉTODOS

***Tratamiento de la muestra de azúcar crudo*.**

Se pesan exactamente 20,0000 g de azúcar crudo en balanza analítica (Sartorius) y se disuelven con una solución de ácido clorhídrico 0,10 mol/L. Se lleva a un volumen de 100 ml enrasando con la misma solución y dejando en reposo por espacio de 24 horas. Se realiza un blanco**.**

Tratamiento de la muestra de miel final.

Se pesan de 2-5 g de miel final y se le adicionan 20 ml de ácido nítrico concentrado, 10 ml de agua destilada, 10 ml de ácido sulfúrico concentrado y 40 mg de pentóxido de vanadio. Se deja en reposo por dos horas para que se complete la reacción. Luego se calienta a reflujo por 20 minutos y posteriormente se calienta intensamente hasta que hierva durante 30 minutos. Se filtra y se transfiere el filtrado a un matraz de 100 ml, adicionando agua destilada hasta completar el volumen. Se realiza un blanco.

La determinación del mercurio en ambas muestras se realiza por el método del vapor frío en un Espectrofotómetro de Absorción Atómica SHIMADZU, modelo MVU-1A utilizando una corriente de lámpara de 2 mA, un ancho de rendija (slit) de 0,7 m y a una longitud de onda de 253,7 nm.

DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

Determinación de mercurio en muestras de azúcar crudo

Para determinar el contenido de Hg en azúcar refino la ICUMSA, en el congreso celebrado en La Habana en 1994, recomienda partir de 20,00 g de la muestra disueltos en HCl 0,10 mol/L. Al tratar de utilizar esta misma técnica pero aplicada al azúcar crudo fue necesario comprobar si la matriz provocaba interferencias. Para ello se tomaron muestras de 20,00 g de azúcar crudo a las que se le añadieron cantidades conocidas y crecientes de mercurio patrón y se les determinaron experimentalmente los contenidos de este elemento, obteniéndose así una curva de calibración. El experimento se repitió un día diferente para obtener una segunda curva. En tabla 1 se muestra los resultados obtenidos del procesamiento estadístico de estas curvas a través del paquete SPSS. Se observa que ambas presentan coeficientes de correlación (r) superiores a 0,99, además cumplen con el test de proporcionalidad ya que las significaciones (p) de t para los términos independientes son mayores que 0,05 y con el de linealidad puesto que las significaciones (p) de t para las pendientes son menores que 0,05.

Tabla 1 Resultados obtenidos del análisis estadístico de las curvas de calibración con patrones de Hg en muestras de azúcar crudo

Curvas	Variable	Coeficientes	r	p
1	x	$1{,}91.10^{-4}$	0,997	0,000
	cte	$2{,}5{,}0.10^{-4}$		0,806
2	x	$2{,}00.10^{-4}$	0,999	0,000
	cte	$-7{,}50.10^{-4}$		0,206

En la tabla 2 aparece el procesamiento estadístico de la curva de calibración realizada con patrones de Hg solamente. Los interceptos y las pendientes de las curvas 1 y 2 están comprendidas dentro del intervalo de confianza establecido para cada término, por lo que se puede afirmar que las rectas son estadísticamente similares, demostrándose que la matriz de azúcar crudo no provoca interferencias en la determinación del contenido de este metal.

Tabla 2 Parámetros de la curva construida con patrones de mercurio disuelta en agua destilada.

Variable	Coeficientes	Intervalo de confianza 95%	r	p
x	$2{,}04 \cdot 10^{-4}$	$1{,}24 \cdot 10^{-4}$ a $2{,}84.10^{-4}$	0,999	0,000
cte.	$-5{,}00 \cdot 10^{-4}$	$-2{,}00. 10^{-3}$ a $1{,}00.10^{-3}$		0,409

Al comparar los resultados obtenidos en muestras de azúcar crudo + patrón de Hg con muestras de patrón de Hg solamente, para una masa de 50 ng de Hg se verificó que no existen diferencias significativas entre las medias de las dos variantes comparadas puesto que el valor de la significación (p) de t (1,000) cumple con el criterio establecido (mayor que 0,05). Esto es otra razón que evidencia que la matriz de azúcar no interfiere en la determinación de mercurio y por tanto el tratamiento puede ser utilizado satisfactoriamente

Digestión de miel final en la determinación de mercurio

El tratamiento de digestión propuesto para la determinación de Hg en mieles finales es el utilizado para determinar dicho metal en alimentos marinos, sin embargo no se había empleado nunca antes en este tipo de muestra, por lo que fue necesario comprobar la influencia del efecto matriz. Se utilizó el método de adición de patrón. Para ello se dispuso de una muestra de la que se tomaron tres alícuotas: a dos de ellas se le añadieron 50,00 ng y 100,00 ng de Hg patrón respectivamente y posteriormente se analizaron las tres en paralelo. Estas muestras se repitieron cuatro veces cada una.

Como paso siguiente, según Castro (1989), se calcularon los por cientos de recobrado a partir de las respuestas experimentales netas (rpta. exp. neta) (tabla 3) y de los resultados obtenidos por interpolación de la recta de calibración para las dos masa de analito estudiadas. Luego se compararon estos por cientos de recobrado con 100 % a través de la prueba de hipótesis para una población. El valor obtenido de significación (p) de t = 0,500 (mayor que 0,05) comprueba que no hay diferencias significativas entre los % de recobrados obtenidos y el 100 % por lo que el tratamiento propuesto puede ser utilizado como paso previo para determinar el contenido de Hg en las mieles finales orgánicas.

Tabla 3. Resultados experimentales del análisis de la exactitud del Hg en miel final.

Muestra	masa teórica	Ā	C.V.%	Rpta. exp. neta (Blanco+analito)-Blanco	Interpolación aplicando la ec. de la recta	% de recobrado
Blanco	X	0,002	3,0	-	-	-
Banco+ analito	X+50ng	0,013	2,6	0,013-0,002=0,011	0,010	110
Blanco+ analíto	X+100ng	0,022	2,9	0,022-0,002=0,020	0,020	100

Ecuación de la recta de calibración: $y=-5{,}00.10^{-4}+2{,}04.10^{-4}x$
donde: y =Absorbancia (A), x = masa de Hg (ng).

Cuantificación de Hg en muestras reales de azúcar crudo y miel final

Después de comprobar los tratamientos para la digestión de las muestras de azúcar crudo y miel final se procedió a utilizar la técnica de absorción atómica para cuantificar las cantidades de mercurio. Se analizaron muestras de azúcar y miel orgánicas proveniente de Alemania y de la Planta Piloto "José Martí" durante las zafras 98-99 y 99-00, tabla 4.

Tabla 4. Promedio e intervalos de confianza de las determinaciones de Hg (µg/ml) en azúcar y miel final orgánica.

Muestra	Producto	Hg
Alemania	Azúcar	< 0,001
Zafra 98-99	Azúcar	<0,001
Zafra 99-00	Azúcar	<0,001
Zafra 99-00	Miel	0,0070±0,0012
NMP	Azúcar	0,03

NMP: nivel máximo permisible en azúcar orgánica.

En el caso del azúcar, este contaminante metálico se encuentra por debajo de los límites establecidos por el instituto del mercado ecológico (1998) y es similar a las concentraciones que aparecen en un azúcar orgánica comercial de otra procedencia, por lo que es de destacar que el azúcar producida en la Planta Piloto cumple con los criterios establecidos en cuanto a este parámetro de calidad.

En el caso de la miel, lo primero que hay que señalar es que no hay concentraciones de referencia de los principales componentes metálicos, pues la información que aparece en la literatura no permite establecer las mismas. Hay que tener en cuenta que, como regla, la miel no se utiliza para alimento directo de las personas, y el NMP aplicables al azúcar, no necesariamente es válido en este caso. No se puede perder de vista tampoco, que en la miel final se concentran todas las impurezas que acompañaban al jugo y que no salen con el azúcar por lo que es natural esperar que las concentraciones de todas las impurezas presentes en la miel final sean superiores a las del azúcar, tal como se aprecia en los

contenidos de Hg que aparecen reflejados en la tabla 4. Llama la atención que su concentración en la miel se encuentra, inclusive, por debajo del nivel máximo permisible existentes para los alimentos humanos directos.

CONCLUSIONES

- Se comprobó que para digestar el azúcar crudo se puede utilizar el mismo tratamiento propuesto por la ICUMSA en el año 1994.
- La técnica propuesta para determinar Hg en azúcar crudo resultó ser lineal y exacta.
- Se demostró la exactitud de la técnica de determinación de Hg en mieles finales a través del método del patrón externo.
- Se comprobó que el azúcar ecológica de la Planta Piloto "José Martí" cumple con las normas de calidad en cuanto al contenido de trazas de Hg.

REFERENCIAS

Schmidt and Haccius (1997) EU regulation "Organic Farming". A legal and agro-ecological commentary on the EU's council regulation (EEC). (2092/91). Madfrag Verlag pp. 3-4.

Gudoshnikov, S. (2000), "Organic sugar-a growth for producers?". *International Sugar Journal*. Vol. 102(1221) pp. 463-468.

Castro, C.M. (1989) "Validación de métodos analíticos" Monografía. Asociación Española Farmaceutica de la industria pp. 3-48.

Anónimo (1998) Especificaciones de alimentos. Certificado por el instituto del Mercado ecológico (IMO). Suecia. Diciembre**.**

"VALORAÇÃO" MEDIOAMBIENTAL Y LA PÉRDIDA DE ENERGÍA Y AGUA EN EL SECTOR AZUCARERO

Costa Mattos
Katty Maria da
Mattos, Arthur

Escola de Engenharia de São Carlos - USP - Departamento de Hidráulica e Saneamento
E-mail: ktmattos@terra.com.br

ABSTRACT

With the menace of the shortage of the natural resources, they come being looked for alternatives so that the socioeconomic development is sustainable. As the impact of the industrial section in to environmental deterioration it is significant, it is fundamental that the effects of the productive process in the environment and the need of those effects are considered in the economy . The introduction of the natural capital in the economic analysis makes herself necessary since the costs of the environmental degradation and of the consumption of natural resources they have not been added to the productive processes, being evaluated the flows of natural stocks and contributing to the definition of a sustainable scale of the economy. When these industrial organizations embrace a great productive area of the Country, as it is the case of the compound of the alcohol industry, the problems caused for the it burns of the sugar cane plantation they become fundamental, mainly when the wastes of energy and of water are considered caused by the burned. The objective of this paper is to do a theoretical approach on the environmental valuation and some impacts of those wastes.

INTRODUCCIÓN

Los costos de la degradación medioambiental y del consumo de los recursos naturales no han sido computados en los procesos económicos, para que continuem siendo productivos un precio tendrá que ser pagado. El valor medioambiental es esencial, si pensamos interrumpir la degradación de la gran mayoría de los recursos naturales antes de que se supere el límite de la irreversibilidad.

En el caso de los complejos azucareros, el problema de la administración medioambiental es esencial, porque la caña de azucar, para la industria es el cultivo más importante del País, tanto cuanto su contribución para la producción, como para la generación del empleo. En el sector azucarero son bastantes evidentes las demandas de los grupos ambientalistas y de la opinión pública en todo el mundo, para que se desarrollen fuentes de energias renovables, menos poluentes que los combustibles fosiles. El

crecimiento del área de plantación de caña de azúcar en Brasil, para proporcionar la demanda del combustible del alcohol ha estado provocando mucha discusión debido a los problemas generados por el quemado como de práctica pré-cosecha. Debido a presiones ambientalistas surgio el Decreto Lei n.° 42.056 del 06 de agosto de 1997 (D.O.E. 07/08/1997) que, en el esfuerzo de normatizar el asunto, fijó un periodo para la adopción de medidas que eliminen la quema de la caña.

Siendo importante señalar que además varios daños al medioambiente y a la salud de la población, las quemas causan una gran pérdida de energía y agua que podrían usarse para otros fines, evitando la pérdida hídricos de los cuerpos y de los aqüíferos.

DESARROLLO SOSTENIBLE

El desarrollo y la calidad del medioambiente estan indisolublemente unidos y ellos deben tratarse por medio cambios de las modalidades y de los usos del crecimiento. Tres criterios fundamentales deben obedecerse simultáneamente: la justicia social, prudencia ecológica y eficacia económica. Este concepto normativo básico surgió de la Conferencia de Stockholm en 1972, que lo designó en la epoca como "el acercamiento del ecodesenvolvimento" y fue llamado más tarde " desarrollo sustenible" (Sachs, 1993).

Según Common (1995), las características essenciales del desarrollo sostenible para la sociedad necesita de tres imperativos ecológicos:

1. el tamaño de la población en la Tierra debe ser relativamente estable (o disminuir);
2. la población global y sus actividades no deben superar los límites de los recursos naturales impuestos por la biosfera;
3. la organización de la sociedad y el sistema económico debe ser tal que la salud humana y la calidad de vida, y los empleos, no dependan del aumento de los niveles de consumo y de los productos de los recursos naturales o de las actividades que reducen la productividad del ecosistema.

La internalização de los costos medioambientales es un paso importante para el control mando del uso de los recursos y servicios naturales, y los hará a los consumidores pagar el costo real de lo que ellos adquieren, en lugar de repasar estos costos a la sociedad. También podrá llevar a la adopción de medios más eficaces de controlar la polución y del uso eficaz de la energía y recursos.

Según Acselrad (1995), dos tipos de dificultades existen al respeito de la internalização de los costos medioambientales:

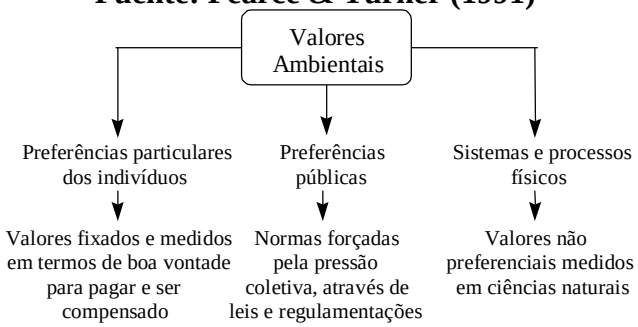
- las dificultades aparentemente" técnicas" de valorar los procesos ecológicos inciertos y heterogéneos;
- las dificultades de identificar las fuentes legitimas em que basar los valores económicos de tales procesos y para hacerlos valer en el mercado.

La importancia de los métodos de "valoração" medioambiental parte no sólo de la necesidad de dimensionar los impactos medioambientales, internalizandolos con la economía, si no también de la necesidad de evidenciar los costos y los beneficios actuales de la expansión de la actividad humana.

"VALORAÇÃO" MEDIOAMBIENTAL

El valor puede interpretarse de varias maneras, aunque para Pearce y Turner (1991) existen tres relaciones de los valores medioambientales adoptados por la política y ética en las sociedades industrializadas: los valores expresaron a través de las preferencias individuales; los valores preferentemente públicos; y el valor del ecosistema físico funcional (Ilustración I).

Ilustración I: Las relaciones de los Valores Medioambientales
Fuente: Pearce & Turner (1991)



En el momento enque el sistema económico credo, por el ser humano, no es más compatible con el sistema ecológico que la naturaleza ofrece, existe la necesidad de una nueva adaptación de las relaciones entre el Hombre y la Naturaleza. Surge de esta manera la propuesta de una evaluación económica del medioambiente que no tiene como objetivo dar un "precio" a un cierto tipo de ambiente y sí mostrar el valor económico que el ambiente puede ofrecer y el daño irrecuperable que puede tener en caso de que se destruye (Figueroa, 1996).

ALGUNOS IMPACTOS CAUSADOS POR LA QUEMA DE LA CAÑA DE AZÚCAR

Calculase que sólo en el Estado de São Paulo las quemas de la caña inyectan en la atmósfera aproximadamente 350.000 toneladas de carbono en la forma de CO (Mattos,1993). Segun Carlos Júlio Laure de USP de Ribeirão Preto (en Mattos, 1993) el gas carbónico es un gas de importancia extrema, entre los gases producidos en el proceso de las quemas, porque él es el responsable por el metabolismo de las plantas y por el balanceo climático terrestre. Su concentración tuvo un aumento, en un periodo de 200 años, de 26%. EL aumento de la concentración de CO_2 atmosférico es de gran interés, porque él es el gas principal en el Efecto Estufa y, además de su contribución en el Efecto Estufa, en concentraciones altas es nocivo a la vida humana. Sin embargo, experimentos han mostrado que el doble de su concentración actual acarreta una productividad más grande de las plantas, del orden de 30 %.

Por otro lado, la presión de la sociedad contra prácticas que atacan el medioambiente estan cada vez más presentes. Todavía debe ser considerado que Brasil es un país carente de energía disponible y de pronto uso para la población y, por consiguiente, no puede darse al lujo de desperdiciar una grande cantidad de energía existente en la paja

de la caña, factor este tirado, en el proceso de la quema de la pré-cosecha (Furlani Neto et al, 1997).

Según Saffioti (1985), una visión práctica de la energía gastada en la quema de las plantaciones de la caña de azúcar, es pertinente comparar al equivalente de otras fuentes de energía comúnes (Tabla 1). Esas comparaciones demuestran que la pérdida de energía en el quemado anual corresponde a 15,5 mil millones litros de etanol. Este valor es, aproximadamente, 50% superior al de la energía generada por el alcohol, producido en Brasil en 1985. Comparado a la gasolina, o referido *quantum* de energía corresponde al consumo nacional actual de ese tipo de combustible.

TABLA 1 - Fuente: Saffioti (1985)

COMBUSTÍBLE	PODER CALORÍFICO	EQUIVALENTES	
		por ano	**por dia**
Paja seca	4100 Kcal/Kg	20 billonesKg	55 mil toneladas
Etanol	5300 Kcal/lt	15,5 billones lt	267 mil barriles
Gasolina	8500 Kcal/lt	9,6 billones lt	166 mil barriles
Aceite combustível	9400 Kcal/lt	8,7 billones lt	150 mil barriles
Petróleo	8300 Kcal/lt	8,8 billones lt	152 mil barriles
Metano	9400 Kcal/m^3	8,7 billonesm^3	150 mil m^3
ENERGIA ELÉCTRICA: Potência de 8,8 milhões de KW			

La energía libera da en las quemas de las plantaciones de caña de azúcar es equivalente a la energía producida por un grupo de plantas eléctricas con una potencia total de 8,8 millones de kilovatios. Ese *quantum* corresponde al doble de la energía producida anualmente por la estacion nuclear Angra I, Angra II, Angra III y por uno de los reactores (Iguape I) que el gobierno piensa instalar en la costa Sur del Estado de São Paulo. Osea:

Angra I + Angra II + Angra III + Iguape I = Valor Total

⇨ 0,65 MKW + 1,25 MKW + 1,25 MKW + 1,25 MKW = 4,4 MKW

La energía producida por las estaciones nucleares cuesta aproximadamente 3 mil dólares por KW generado. Por consiguiente, Brasil gastará 13,2 billones dólares para generar la la mitad de la energía desperdiciada en la quema de las plantaciones de caña de azúcar.

Las quemas de la caña son responsables por los desperdicios en el consumo del agua, segun levantamientos realizados por DAERP (Departamento de Água e Esgoto de Ribeirão Preto), já que devido al hollin de la caña quemada las personas se obligan a consumir más agua para lavar patios, aceras y la ropa que se ensucia en los estendedores. Haciendo con que el consumo de agua aumente 50% en la cosecha. La pérdida de agua tratada y de calidad buena trae grandes daños y perjuicios a la población que necesita agua exenta de microorganismos para consumir. Las actividades antrópicas de estampa urbano, industrial y agrícola son las causas naturales principales que provocan la polución y la alteración consecuente de las características de las aguas naturales. Ellos pueden inventariarse como las causas naturales de las alteraciones en las características de las aguas: el clima, la topografía y la geología de la tierra, la intrusión de agua del mar en las áreas costeras, la presencia de nutrientes, los fuegos, como las quemas de la caña y las estratificaciones termicas en los lagos y depósitos.

La caña de azúcar es a la fuente generadora principal de recursos financieros del área agrícola del Estado de São Paulo y una de las principales del Brasil. Esta cultura ocupa, según el Instituto Brasileño de Geografía y Estadísticas - IBGE (200I), una área de 4.874.821 ha del territorio brasileño. Segundo Gentil Ferreira Filho, Gerente General del Usina Estivas, localizado en Arez - RN, Brasil, en la comunicación personal, la caña de azúcar cortada cruda ahorra una irrigación, osea 50 mm de agua en una hectárea. Siendo que 1 mm es igual a US$ 0,80, la economía sería de US$ 40,00 para la hectárea.

1 ha ⇨ 50 mm ⇨ US$ 40,00

4.874.821 ha ⇨ 243.741.050 mm ⇨ US$ 194.992.840,00

CONCLUSIONES

La degradación medioambiental y la cuestión energetic son ahora dos de las preocupaciones principales de la humanidad. Esos asuntos estan íntimamente unidos y una de las posibles soluciones es el uso racional y eficaz de la energía disponible. Hoy día, la energía sólo puede evaluarse si se tiene en cuenta los aspectos económicos, sociales y ambientales juntos. De esa manera, el sector azucarero para que sea considerado de verdad como una fuente de energía limpia, debe eliminar la práctica de la quema en la pré-cosecha, aboliendo, así, sus efectos nocivos discutidos.

La "valoração" medioambiental puede tener dependiendo de las prácticas usadas en sector azucarero un fuerte aliado, porque dejando de hacer el pré quemado, ahorra en agua el equivalente a una irrigación que corresponde a un total de 195 millónes de dollares, con el uso de la paja y del palhiço como la materia prima para la generación de energia eléctrica, agregando a los Ingenios de Azúcar, más esta función, para ser usada como thermoelectrica, podría generar al País entero, principalmente en el periodo de sequedad el más el crítico en la producción de energía, el total de 8,8 millones de KW.

REFERENCIAS

Acselrad, H. (1995). Externalidade ambiental e sociabilidade capitalista. In: CAVALCANTI, C., *Desenvolvimento e natureza: Estudos para uma sociedade Sustentável*. São Paulo: Cortez; Recife: Fundação Joaquim Nabuco. Cap.7, Pag.128-138.

Common, M. (1995). Sustainability and Policy: limits to economics. Cambridge University Press.

Figueroa, F.E.V. (1996); Avaliação econômica de ambientes naturais - o caso das áreas alagadas - uma proposta para a represa do Lobo (Broa) – Itirapina - SP; *Dissertação de Mestrado em Ciências da Engenharia Ambiental*; Escola de Engenharia de São Carlos - USP; São Carlos - SP.

Furlani Neto, V.L.; Ripoli, T.C.; Villa Nova, N.A. (1997); Biomassa de cana-de- açúcar: energia contida no palhiço remanescente de colheita mecânica; Revista STAB; Vol.15; Num.4; Pág. 24-27; Piracicaba; Mar/Abr.

IBGE (200I). www.ibge.gov.br. Site obtido em 27/06/01.

Mattos, K.M.C. (1993). Conseqüências sócio-econômicas na estrutura de produção agrícola da introdução do corte de cana crua; *Trabalho de Iniciação Científica*; UFSCar; Departamento de Engenharia de Produção Química; São Carlos.

Pearce, D.W. & Turner, R.K. (1991). *Economics of natural resources and the environment*. The Johns Hopkins University Press. Baltimore, Maryland.

Sachs, I. (1993). Estratégias de transição para o século XXI: desenvolvimento e meio ambiente. São Paulo, *Studio Nobel, Fundação do desenvolvimento administrativo.*

Saffioti, W. (1985). O desperdício de energia na queima dos canaviais*; Revista Pau Brasil*; pp. 40-43; São Paulo; Nov/Dez.

ZERO POLLUTION FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT IN EGYPTIAN INDUSTRIES

Salah M. El-Haggar

Professor of Energy and Environment The American University In Cairo
P.O.Box 2511 Cairo, Egypt

ABSTRACT

Finding new sources of raw material are becoming costly and difficult. Concurrently, the cost of safe disposal of waste is exponentially increasing and even locating waste disposal sites are becoming more and more difficult. Also, the impact of waste disposal on the environment is significant since it might contaminate air, soil and water. In order to make waste management more sustainable, it should be moved up the traditional waste hierarchy (Reduction-Reuse-Recycle-Recovery-Treatment-Disposal on landfill) to a new hierarchy without disposal facilities to approach zero pollution.

Therefore, a new hierarchy for waste management to approach zero pollution is proposed which starts from reduction at the source to re-use and recycle and finally partial treatment for possible material recovery. This approach is based on the concept of adapting the best practicable environmental option for individual waste streams and dealing with waste as a by-product.

This paper focuses on the potential role of centralized waste activities among different industries. Case studies will be presented

to demonstrate the practicality of the new waste management hierarchy, which is called Cleaner Production Hierarchy for Zero Pollution (CPHZP).

INTRODUCTION

Zero pollution can be defined as the pollution generated within the allowable limits. The cost of treatment and safe disposal of waste is escalating exponentially. Locating waste disposal sites (landfills) are becoming more difficult and expensive. Therefore , waste is not waste to get red of, it should be treated as a by-product or raw material for possible utilization especially finding new sources of raw material are becoming costly and difficult. As a result, a new hierarchy for waste management to approach zero pollution (cleaner production) is proposed in this paper which starts from reduction at the source followed by reuse and recycle and then partial treatment for possible material recovery if still some waste left without recycling.

The concept of zero pollution started in 1995 when Nemerow [Namero, 1995] developed an idea for the future industrial complexes or parks to approach zero pollution. Most of the countries (developed and developing countries) are working toward zero pollution not only in Industrial sectors but also in vehicle emissions to reduce the gaseous

emissions to the allowable limits. To achieve zero pollution, industry should prevent all pollutants from its effluent. The hierarchy to eliminate all pollutants should start from raw material selection all the way to product modifications in order to avoid end of pipe treatment

The waste management hierarchy developed and implemented everywhere by all international organization is reduce, reuse, recycle, treatment (thermal, chemical, biological or physical) and final disposal through landfill [Kharbanda, 1990]. The selection of a combination of techniques, technologies and management programs to achieve waste management objectives is called integrated solid waste management (ISWM). The hierarchy of actions to implement ISWM: reduction, reuse, recycle, treatment and final disposal [Tchobanoglous, 1993].

It is obvious that zero pollution techniques are good business for Egyptian industry because:

- It will reduce waste disposal cost.
- It will reduce raw material cost
- It will reduce Health-Safety-Environment (HSE) damage cost
- It will improve public relations / image
- It will help comply with environmental protection laws.

4-R Golden rules for zero pollution

The 4-R golden rules for zero pollution as mentioned before are Reduce, Reuse, Recycle and Recovery. There is no need for treatment or land fill to approach zero pollution through the 4-R golden rule. We might need partial treatment for possible material recovery as will be explained later.

Reduction at the source is a very important step in the hierarchy because it will minimize the amount of waste generated and reduce the input resources represented by water consumption, energy consumption, raw material consumption and labor cost.

Re-use of materials involves extended use of a product (retrading auto tires) or use of a product for other purposes (tin cans for holding nails, soft drink bottles for holding water in refrigerators). Reusing the product does not return the material to the industry for manufacturing.

Recycling of material involves manufacturing of other products with less quality. Additives can adjust quality. All wastes can be recycled to produce another product. The problem with recycling is the cost benefit analysis and the selected product to be produced. a lot of benefits (tangible and intangible) can be obtained by recycling “trash to cash”. The intangible benefit is to comply with environmental regulations with a value added.

Recovery differs from recycling in that waste is collected as mixed refuse, and then various processing steps remove the materials. Separating oil from wastewater effluent of oil and soap industry by Gravity oil Separator (GOS) is material recovery from waste. This material is then sold back to less quality soap industry or returned back to the industrial process. The difference between recycling and recovery, the two primary methods of returning waste materials to industry for manufacturing and subsequent use, is that the latter require a process to remove the material from the waste while the former does not require any processes for separation, sorting can be done manually.

TREATMENT

Treatment means converting harmful waste into less harmful waste. In other words, treatment means converting waste from one form to waste in another form. It is necessary for any establishment to treat its waste to be able to comply with Environmental Protection Regulations. Some industry resisted compliance in order to avoid costs that would jeopardize. Now, new industries are accepting waste treatment as an integrated part of production cost. The added costs must then be passed on to consumers or deducted from the profits of the firm depends on market competition.

The total treatment cost can be divided into direct cost and indirect cost. The direct cost of waste treatment is more than just the expense of capital equipment and running cost (maintenance, operation and labor). This direct cost represents only a portion of the total cost. The other indirect cost may not be an easily identified and quantified. This includes the disposal cost of the generated waste/effluent and the cost related to adverse impact of the waste on the environment contaminating air, water and land. Unfortunately, indirect costs are external costs to an industry, in that they must be borne by society often at some distance from the manufacturing plant. Some can be quantified, but most are costs of environmental damages that cannot evaluate accurately.

If the disposal is not done properly, or the disposal facility is not well designed and constructed, the adverse impacts will be significant. Three questions are always raised:

- Who will pay for the disposal facility?
- Who will manage the disposal facility?
- Who will run the disposal facility?

The answer to these questions is very difficult especially in developing countries where Government, Society and Industry (GSI) are always involved and who will take the lead?

In the contrary, the less the waste treatment provided by industry, the greater the cost of environmental damages. If industry will not provide waste treatment, environmental damage cost will be maximum. This will bring us to a very complicated formula, which is if no waste treatment, the damage will be high, and if no proper disposal facilities, the damage will be high too. Then, what is the solution, *the solution is zero pollution*, which is the subject of this paper.

Treatment should be modified in the hierarchy of cleaner production for zero pollution to recovery (or possible treatment for material recovery). In other words, to what degree of treatment is required to arrive at the optimum outcome for material recovery without damaging the environment. Thus, waste treatment can be partially or completely eliminated for cleaner production hierarchy.

The challenge of industry is to determine which techniques of the hierarchy including treatment to some degree (if applicable) should be followed. Although technical parameters such as quantity and quality of waste are the primary factors, economical, political, social and psychological factors are also extremely important. The optimum approach that industries can use to eliminate completely the environmental damages is to weigh the pros and cons of each technique of the hierarchy.

Economic indicators should be used through cost-benefit analysis, as a primary criterion in making the decision but the HSE intangible benefits including the environmental monetary benefits of abating pollution should also be considered.

Innovative solutions are required to solve the problem of industrial pollution through each of the hierarchy techniques such as:

- Reduction at the source by;
  - Changing the raw material with better quality.
  - Product modification
- Reuse directly within a plant or indirectly by other industrial plants and /or recycle (on site) the waste stream resource.
- Marketing of stream resources (off site reuse or recycling) and mixed with another industrial waste to produce a valuable product.
- Recovery of materials by partial treatment as the case of gravity oil separator (GOS) and dissolved air flotation (DAF) in oil industry to recover fat and grease and comply the effluent with environment protection regulations.

OBSTACLES AND SOLUTIONS

- Some industries claim that we cannot have both jobs and capital spending for growth and at the same time, clean air and water. This statement is not true for industry, because waste and emission was originally raw material and should be treated as a by-product not as a waste through reusing, recycling or recovery techniques.
- An industrial program in education must precede a successful reuse / recycling program by acquainting plant personnel with the potential value contained in the waste.
- Detailed qualitative analysis of wastes should be made available over relatively long period of time (at least one year).
- Establishing another industry correlating as much industrial waste as possible with some other additives to produce a good quality product. This is the challenging point because industrial waste varies in quality and quantity from time to time according to changes of products types and amounts.
- An assistance of the government/ or industrial development agency would be helpful in obtaining agreement for locating plants of these types with all the necessary licenses and support. In fact, the newly established industries based on industrial waste offers one of the most promising long-term solutions to today's environmental pollution problems as well as to many industrial economic problems of the future as a result of any damage might occur.

CONCLUSIONS

The 4-R golden rules represent a new hierarchy for waste management to approach zero pollution without treatment or land filling. This 4-R golden rule starts from reduction at the source to re-use and recycle and finally partial treatment for possible material recovery. This approach is based on the concept of adapting the best practicable environmental option for individual waste streams and dealing with waste as a by-product.

This new Cleaner Production Hierarchy for Zero Pollution (CPHZP) theory was implemented in industrial sectors [El-Haggar, 2000; Korany, 2000], communities [Salah, 2000], projects [Salah, 2001] with very successful approaches. Different case studies will be presented during the congress dealing with cement industry, iron & steel industry and

sugar cane industry for sustainable development, to demonstrate the practicality of the new waste management hierarchy to approach zero pollution.

REFERENCES

Namero, N.L. (1995). "Zero pollution for Industry", John Wiley and Sons, Inc., New York

Kharbanda, O.P., and Stallworthy, E. A. (1990). "Waste Management: Towards a sustainable society", Gower Publishing Co. Ltd.

Tchobanoglous, G., Theisen, H. and Vigil, S. (1993). "Integrated Solid Waste Management: Engineering Principles and Management Issues", McGraw Hill Inc.

El-Haggar S.M. (2000). "The Use of Cement By-Pass Dust for Sewage Sludge Treatment" In: *The International Conference For Environmental Hazardous Mitigation, ICEHM2*000, Cairo University, September 9th –12th.

El-Haggar S.M and . Korany, Y. (2000). "Solid Waste Generated From Iron and Steel Industry, the Problem and the solution", In: *International Conference On Energy And Environment*, 7th pp 825-835, Cairo, Egypt, March.

Korany, Y. and El-Haggar, S.M (2000). "Utilizing slag generated from iron and steel industry in producing masonry units and paving interlocks",In: *CSCE annual conference*, : 28th June 7-10, London, Ontario, Canada.

El-Haggar Salah M. (2001)."Environmentally balanced rural waste complex for zero pollution". In:. Enviro 2001,: *International Conference for Environmental Management and Technologies* 3th 29-31 October, Cairo, Egypt.

Salah M. El-Haggar (2001) " ero Pollution for Municipal Solid Waste", *Environment Today*, Vol. 12(5). pp. 18-21