

# NOVEDADES TÉCNICAS

## AZÚCAR Y DERIVADOS





# NOVEDADES TÉCNICAS AZÚCAR Y DERIVADOS No. 78



## NOTA AL LECTOR

*Estimado lector:*

*Nos complace poner en sus manos el Boletín Novedades Técnicas. Azúcar y Derivados no. 78 correspondiente al mes de enero del año 2017, elaborado mediante informaciones obtenidas de Internet y gracias a la contribución de especialistas de nuestro instituto y de otras entidades, con el propósito de divulgar las novedades científico-técnicas afines al sector del azúcar y sus derivados. Incluye, además, la energía en todas sus alternativas. Su frecuencia de salida es mensual. Puede contactarnos a través de los teléfonos: 7698 6501 ó 02, extensión 211 y por el correo:*

*hermys.rojas@icidca.azcuba.cu*

## TABLA DE CONTENIDO

- I. En Argentina aumenta la producción de azúcar de caña. (1)
- II. CEA inicia zafra azucarera en ingenio Porvenir; busca moler 325 mil toneladas de caña. (2)
- III. Las lluvias complicaron la producción de azúcar en Brasil. (3)
- IV. Tailandia: Compañía japonesa se aprovechará de bagazo de caña para producir biocombustibles. (3)
- V. Producción de azúcar en México: 1.62 millones de toneladas. (4)
- VI. Construirán un vinazoducto de 3000 metros en Monteagudo, Argentina. (5)

## Propuesta del mes

"Modificación de un método rápido para el análisis de almidón en jugo de caña".  
Fuente: Revista Sugar Journal, vol 79, no 5, octubre 2016.  
(Colaboración del Dr. Oscar Almazán del Olmo)

## Próximamente!

**Pondremos a su disposición un artículo titulado: "Contaminación del proceso de fermentación alcohólica por Dekkera".**

**Fuente: Revista Industrial y Agrícola de Tucumán  
[www.eeaoc.org.ar](http://www.eeaoc.org.ar)**





## En Argentina aumenta la producción de azúcar de caña



Según un informe del Centro Azucarero Argentino (CAA), la producción 2016 de azúcar físico aumentó alrededor de un 2,5% en el país respecto de la campaña del año pasado.

Durante este año se elaboraron 2 millones de ton del producto, frente al 1,94 millón de toneladas de 2015.

Si bien los valores aún son preliminares frente al cierre de la temporada de casi todas las fábricas, desde las cámaras privadas explicaron que algunos ingenios podrían optar por refundir azúcar para cubrir la significativa demanda de bioetanol de este año, lo que modificaría los números finales del sector. Ello implicaría, en caso de que ocurra, una baja de los números de elaboración de azúcar tanto crudo como blanco.

Respecto del alcohol con base en la caña de azúcar, la agroindustria había producido, en la conversión, 416.820 ton.

Eso llevaría a una campaña de 2,41 millones de ton totales de "azúcar equivalente" (incluido el alcohol).

En cuanto a las exportaciones, las empresas enviaron a los mercados externos 355.690 ton, lo que alcanzaron los U\$S 153,6 millones, durante junio-noviembre (restan datos de la zafra 2016-2017).

La zafra azucarera ha concluido en casi toda la actividad, sean en las fábricas de Tucumán como en Salta y Jujuy.

Según informaron en la cámara, el ingenio Tabacal (Orán) podría continuar con la molienda de caña, aunque esto no estaba definido de manera oficial. El personal y las autoridades de la firma sobrellevaron un extenso conflicto en los últimos meses.

<http://agroproteinas-contenidosglobales.com/en-argentina-aumenta-la-produccion-de-azucar-de-cana/#prettyPhoto>



## **CEA inicia zafra azucarera en ingenio Porvenir; busca moler 325 mil toneladas de caña**

**Por María Victoria Báez**

EL NUEVO DIARIO, SANTO DOMINGO.- El director ejecutivo del Consejo Estatal del Azúcar (CEA), José Joaquín Domínguez Peña dio inicio a la zafra azucarera 2016-2017 del ingenio Porvenir, de San Pedro de Macorís.

Domínguez Peña manifestó que para este ciclo productivo se espera obtener una molienda de más de 325 mil toneladas de caña, que dejará como resultado una producción de azúcar crema de 28 mil toneladas. Hasta el momento el ingenio Porvenir es el único que tiene en operación el CEA.

Destacó que esta zafra será una de las más productivas, debido a que el colonato ayudará al ingenio Porvenir un total de 213 mil 346 toneladas de caña, gracias al apoyo brindado por el presidente Danilo Medina al sector azucarero.

“Esta zafra 2016-2017 es el despegue de lo que debe ser la industria azucarera en el ingenio Porvenir, si Dios quiere este año vamos a producir entre 25 y 28 mil toneladas y cuidado si llegamos a 30 mil y duplicamos lo del año pasado”, agregó Domínguez Peña.

La zafra en la que se proyecta la producción de dos millones 920 mil galones de melaza, tendrá una duración de 170 días, dijo.

Para la zafra 2015-2016 se desembolsaron más de 163 millones de pesos en pago a productores para corte y tiro de caña.

<http://elnuevodiario.com.do/app/article.aspx?id=515163>





5 de enero de 2017

## Las lluvias complicaron la producción de azúcar en Brasil

La producción de azúcar en el centro-sur de Brasil ascendió a 362.000 ton en la primera quincena de diciembre, 68% por debajo de la segunda quincena de noviembre, con actividades que están siendo afectadas por las lluvias y la reducción en el número plantas en operación, de acuerdo a la Cámara de la Industria UNICA.



En la segunda quincena de diciembre, sólo alrededor de 55 plantas deben seguir funcionando, según UNICA, con la cosecha en la principal región productora del país de cara a la final después de un inicio más rápido de las actividades en la temporada 2016/17.

En comparación con el mismo período del año pasado, la disminución de la producción de azúcar en la primera mitad de diciembre fue de 43.86 %.

La cantidad de caña procesada por los molinos en la primera quincena de diciembre ascendió a 7,15 millones de ton, menos de la mitad de los 19,6 millones de la segunda quincena de noviembre y una disminución del 60,3 % anual.

El volumen de etanol producido alcanzó 336 millones de litros en la primera mitad de diciembre, frente a más de 50 % respecto al mismo período del año pasado. La producción de hidratado en el período ascendió a 215 millones de litros, y anhidro (mezclado con la gasolina), 122 millones de litros.

Acumulado desde el comienzo de la temporada, el 1 de abril, la caña de azúcar procesada llegó a 588.85 millones de ton, casi un 2 % respecto al mismo período de 2015/16.

La producción de azúcar acumulada llegó a 35.06 millones de ton, un aumento de aproximadamente el 17 %, con plantas favoreciendo el edulcorante en lugar de etanol, por los precios menos interesantes.

La producción de etanol acumulado en el cultivo ascendió a 24,74 millones de litros, un descenso del 6,4 %.

<http://agroproteinas-contenidosglobales.com/las-lluvias-complicaron-la-produccion-de-azucar-en-brasil/#prettyPhoto>

\*\*\*\*\*



23 de enero de 2017

## Tailandia: Compañía japonesa se aprovechará de bagazo de caña para producir biocombustibles

Japón construirá en Tailandia una de las fábricas más grandes para procesar el bagazo de caña de azúcar, que se utiliza en la producción de biocombustibles.

Toray Industries planes para utilizar los residuos de la caña de azúcar El en Tailandia para producir materia prima para biocombustibles, una fuente de ingresos que encaja con la empresa 's planes de expansión.



El fabricante japonés de fibras sintéticas planes para gastar hasta mil millones de ¥ 6 en la construcción de una de las fábricas más grandes para procesar el bagazo , el residuo fibroso obtenido de la molturación de la caña de azúcar que extrae el jugo de la producción de azúcar.

La fábrica en la provincia de Udon Thani, cuyas operaciones comenzarán en agosto de 2018, tendrá una capacidad de producción de 1.400 toneladas de celulosa al año para el bioetanol, junto con 450 toneladas de oligosacáridos y 250 toneladas de polifenoles para alimentos y piensos.

Toray se conoce como un fabricante de fibras sintéticas, pero se amplió para incluir usos para fibras de carbono. La compañía está expandiendo su negocio con membranas y filtros de tratamiento de agua y purificación del aire y ver los biocombustibles como una fuente próxima generación de ingresos por el aprovechamiento de estas tecnologías.

La compañía considera Tailandia un importante mercado para los biocombustibles. El país es el mayor productor de caña de azúcar en Asia y el cuarto más grande en el mundo.

Fuente: Portal Mie



<http://www.portalcania.com.ar/noticia/tailandia-compania-japonesa-se-aprovechara-de-bagazo-de-cana-para-producir-biocombustibles/>

## Producción de azúcar en México: 1.62 millones de toneladas

En el análisis de las cifras del avance de la zafra en México, publicadas por el Comité Nacional para el Desarrollo Sustentable de la Caña de Azúcar (CONADESUCA), hasta el 21 de enero la producción nacional de azúcar alcanzó los 1.62 millones de toneladas.

Las cifras acumuladas a la semana 17 del actual ciclo azucarero con fecha de corte al 21 de enero de 2017, reportan una Superficie Cosechada de 205 mil 921 hectáreas y un volumen industrializado de Caña Molida Bruta de 16 millones 135 mil 13 toneladas.

De los 51 ingenios que ya iniciaron su molienda sólo 49 proporcionaron información.

Redacción Zafranet con datos de CONADESUCA.



<https://www.zafranet.com/2017/01/produccion-de-azucar-en-mexico-1-62-millones-de-toneladas/>



## Construirán un vinazoducto de 3000 metros en Monteagudo, Argentina

El ministro de Desarrollo Productivo, Juan Luis Fernández, anunció que se alcanzó un acuerdo entre el Gobierno de la Provincia, la comunidad de Monteagudo y el Ingenio La Trinidad para construir un vinazoducto de 3000 metros, desde la fábrica hasta una finca en la que utilizan este subproducto como fertilizante y riego para suelos.



Además, la empresa dispondrá maquinarias para colaborar con la comuna en el tratamiento de los residuos sólidos urbanos (RSU). Ambas medidas tendrán una valiosa incidencia medio ambiental porque posibilitará exterminar moscas y eliminar malos olores fruto de la descomposición orgánica de residuos.

Del encuentro participaron el secretario de Medio Ambiente, Alfredo Montalván; Alberto Olea, en representación del Ministerio del Interior; el delegado comunal de Monteagudo, Arturo Guerra; y responsables de La Trinidad.

“La preocupación de la comunidad es legítima porque hay canales para disposición final de vinaza que afectan a algunos barrios al generar olores y moscas. Alcanzamos un acuerdo entre los vecinos y la empresa para que el ingenio prolongue un vinazoducto. Esto lo alejará de la población con lo que se disminuirá el problema”, dijo Fernández.

Comentó, además, que la empresa está trabajando con insecticidas para erradicar las moscas, al tiempo que dispuso maquinarias para enterrar RSU. “Desde hace varios años se trabaja para utilizar la vinaza con otros fines. Acciones que representará una solución para el sector alcoholero de la provincia”, dijo.

### Reutilización de la vinaza

El ducto transportará el producto desde el Ingenio hasta la Finca Austerlitz. Establecimiento que emplea vinaza diluida para riego y fertilización de suelos. Práctica agrícola habitual para tratar territorios áridos y salinos.



## **Medio ambiente**

Montalván expresó su satisfacción por que se arribó a un acuerdo entre privados y el Estado. “Discutimos la problemática que afecta a los vecinos, en el entendimiento de la actividad productiva primaria y su sustentabilidad en el tiempo. Con el vinazoducto se dará un tratamiento a la vinaza, acorde a las resoluciones de la Secretaría”, dijo.

Con una mejora en la disposición final de los RSU podrán hacer un control de vectores. “Hoy tenemos moscas donde no hay vinaza. Estamos estudiando el origen de esta problemática”, afirmó.

## **Vinaza**

Es un subproducto rico en potasio vital para la industria tucumana.

Puede ser empleado como fertilizante para suelos productivos.

Argentina importa este mineral desde los países árabes.

Hay desarrollos tecnológicos para dar un uso agroindustrial al producto.

Sirve para tratar territorios salinos y campos agrícolas.

Guerra expresó que el Ministerio de Desarrollo Productivo es el garante del acuerdo: “Alcanzamos soluciones concretas para los vecinos. Se realizará un entubamiento de 3000 metros para trasportar la vinaza hacia un campo en el que se la usará para mejorar la calidad de las tierras y podremos dar una correcta disposición final a la basura domiciliaria”, concluyó.

## **Nuevas tecnologías**

Empresas tucumanas realizan intercambios con India para conocer cómo funciona la tecnología para la calcinación de la vinaza a través de biomasa para la recuperación de sales de potasio. Una posible solución para el sector azucarero tucumano.

<http://comunicaciontucuman.gob.ar/2017/01/construiran-un-vinazoducto-de-3000-metros-en-monteaagudo/>



# MODIFICACIÓN DE UN MÉTODO RÁPIDO PARA EL ANÁLISIS DE ALMIDÓN EN JUGO DE CAÑA

By M Saska, S Zossi, M Sastre and M Ruiz

Estación Experimental Agroindustrial "Obispo Colombres", Av. William Cross 3150 Las Talitas, Tucuman, Argentina

## RESUMEN

Los métodos rápidos de análisis de almidón en jugos de caña no usan la precipitación inicial de almidón con etanol, así que son útiles para monitoreo de rutina de calidad de caña entrando a la fábrica o remoción de almidón en clarificación. Sin embargo, la evaluación de los procedimientos anteriores reveló resultados inconsistentes y/o recuperación de almidón baja. Nuestros ensayos mostraron que una parte del almidón es removida de la solución durante la ebullición inicial de la muestra, supuestamente por co-precipitación con proteínas de caña debido a su desnaturación durante el calentamiento. La parte de almidón precipitada es removida posteriormente por centrifugación o filtración, resultando en una subestimación de almidón en el jugo. Se desarrolló una modificación donde antes de la reacción iodométrica estándar, se solubiliza el almidón del jugo por ebullición en una solución de cloruro de calcio al 15% ( $\text{CaCl}_2$ ). Con esta concentración, el  $\text{CaCl}_2$  parece prevenir pérdidas de almidón durante el calentamiento inicial de la muestra. Esta

## PALABRAS CLAVES:

Análisis de almidón,

método rápido

proteínas de caña

jugo de caña de azúcar

modificación mantiene la simplicidad y facilidad del procedimiento SPRI anterior; el método está apto para analizar simultáneamente una cantidad importante de las muestras, es robusta (no sujeto de interferencias de la matriz de jugo de caña) y se obtuvo el 100% de recuperación de almidón.

## INTRODUCCION

Los métodos rápidos para análisis de almidón en jugos de caña evitan la precipitación de almidón u otros polisacáridos de peso molecular alto con etanol (Altenburg, 1993). Son útiles para los programas de mejoramiento de caña, o monitoreo de calidad de caña que ingresa a fábrica o para determinar la remoción de almidón en la etapa de clarificación. Luego de una validación parcial (Zossi et al. 2011) el método VSI (Anon. 2007; Chavan et al. 1991) fue adoptado en la EEAOC para analizar una gran cantidad de muestras producidas por el programa de mejoramiento de caña. Con mejor productividad que el método SPRI (Godshall et al. 2004) se determinó su adopción en EEAOC en 2014. Sin embargo, en 2015 en una serie

de ensayos paralelos se descubrió que con el método SPRI se obtenían niveles sustancialmente más bajos que con el método VSI. La revisión de los dos métodos y los datos publicados (Chavan et al. 1991; Zossi et al. 2011; Godshall et al. 2004) reveló deficiencias aparentes en los procedimientos de la validación anterior de los métodos (Saska et al. 2016).

Los esquemas de dos métodos publicados están en la Figura 1. En ambos métodos, el almidón de caña se solubiliza por calentamiento directo o indirecto, y el precipitado es removido por filtración o centrifugación. En el procedimiento original la reacción iodométrica se hace antes de la centrifugación. Se probó ambas opciones: reacción con yoduro/yodato antes o después de centrifugar con las mismas conclusiones. El floc frágil formado por proteínas con una parte de almidón se remueve completamente con centrifugación y en grado menor por filtración. Se puede anticipar que con filtración la remoción depende del tipo de filtro, el volumen filtrado o si o no se usa pre-cap. Eso conduce entonces a la subestimación del contenido de almidón y generalmente se determinaron niveles más altos por el método VSI. El nivel de subestimación dependería, entre otros factores, de los niveles de proteínas y almidón. Más detalle de esta evaluación de ambos métodos se encuentra en la publicación de ISSCT 2016 (Saska et al. 2016).

La efectividad de altos niveles de  $\text{CaCl}_2$  para gelatinizar y solubilizar almidón es bien conocida, y forma una parte esencial de los métodos tradicionales de almidón en productos de caña (Altenburg, 1993). Aunque una publicación reciente (Cole et al. 2014) informó de la inestabilidad del complejo almidón – yoduro/yodato en presencia de altas concentraciones de  $\text{CaCl}_2$ , se decidió probar a qué niveles podría utilizarse este compuesto para evadir los problemas potenciales de solubilización y remoción de almidón durante el calentamiento inicial de la muestra.

## RESULTADOS Y DISCUSION

### Modificación del método rápido SPRI para jugo de caña de azúcar

Como se indica en la Figura 1, en nuestra modificación el jugo se diluye con una solución de  $\text{CaCl}_2$  con una concentración efectiva de 15%, directamente en tubos plásticos estándares de centrifuga de 15mL. Después, en el mismo tubo tapado se calienta la solución en un baño maría en ebullición por 5 minutos, el tiempo suficiente para la solubilización completa del almidón de caña. Después se enfría a temperatura ambiente y se centrifuga por 5 minutos. En otro tubo de las mismas características se colocan 3mL del sobrenadante para llevar a cabo la reacción iodométrica en condiciones estándares. El procedimiento es sencillo, rápido y no usa material de vidrio. Permite un análisis simultáneo de un número grande de muestras dependiendo de la capacidad de la centrifuga (generalmente 16 tubos simultáneamente). El procedimiento completo está detallado en el Apéndice. Fue reportado por Cole et al. (2014) que el complejo almidón – yoduro es inestable en exceso de  $\text{CaCl}_2$  y precipita. Trabajando a una concentración de 15%, se encontró que el complejo y la lectura de absorbancias eran estables por lo menos durante 15 minutos. A tiempos mayores, cercanos a 60 minutos, el complejo azul comienza a precipitar reduciendo las lecturas de absorbancia.

**FIGURA 1.** Esquema de los dos métodos anteriores y del método modificado

### VSI

Jugo de Cana

Ebullición por 1 min

Dilución 1:1

Filtración con filtro de pape

Iodine reactoin on filtrate

Absorbancia a 570 nm

### SPRI

Jugo de Cana

Calentamiento por 5min

Reacción iodométrica

Centrifugacion 5 min

Absorbancia a 600 nm

### MODIFIED

Jugo de Cana +  $\text{CaCl}_2$

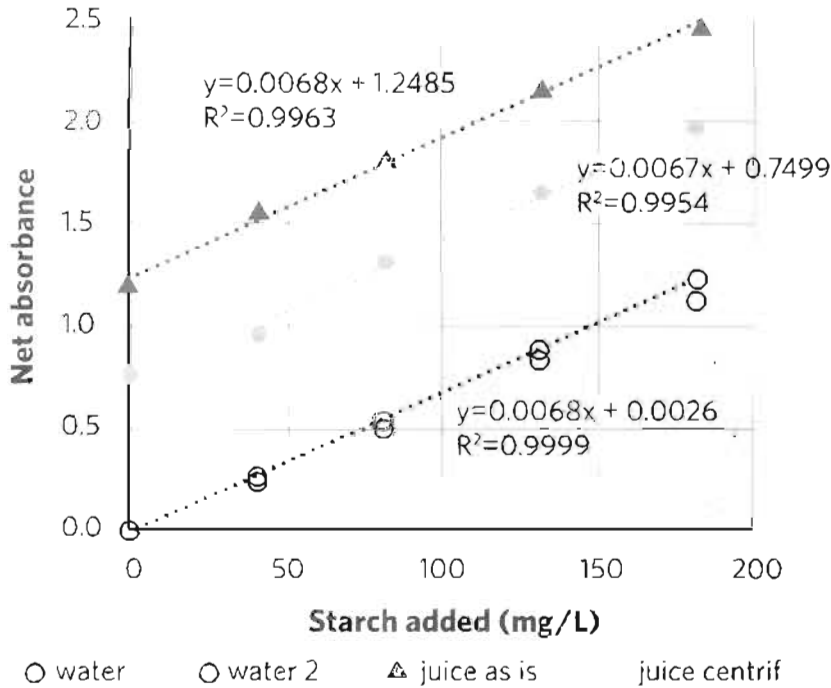
Calentamiento por 5min

Centrifugacion 5 min

Reacción iodométrica

Absorbancia a 600 nm

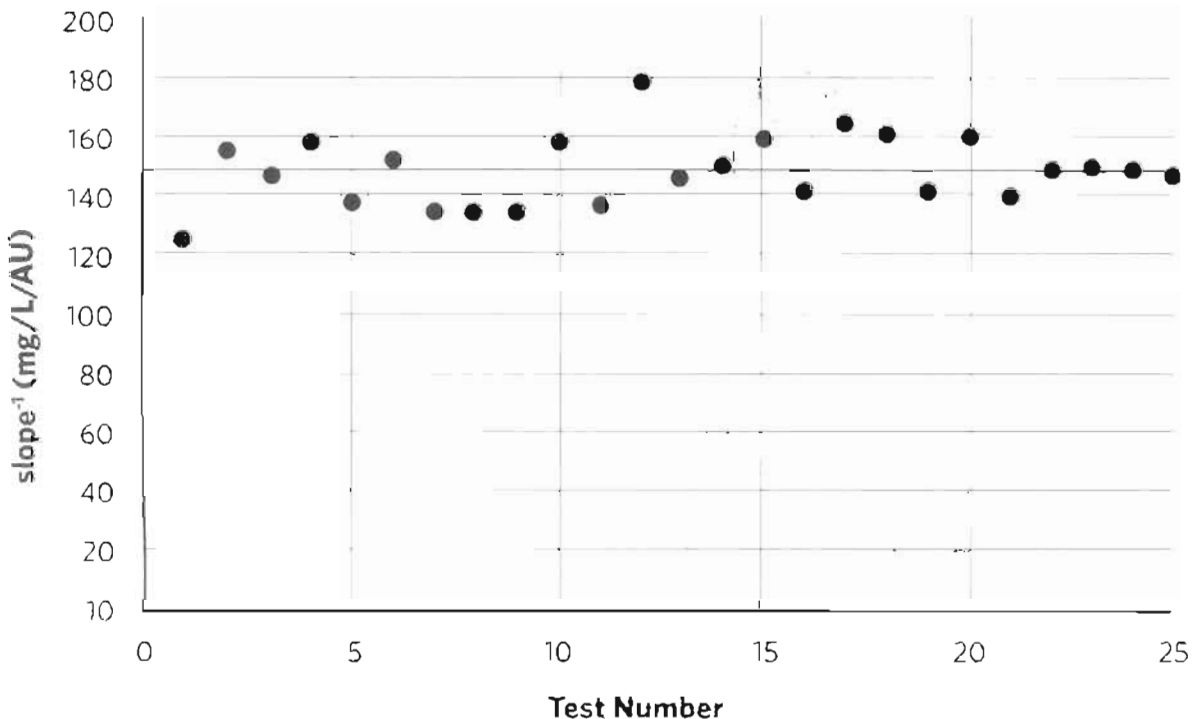
**FIGURA 2.** Calibración del método modificado en tres matrices: agua, jugo de caña y el mismo jugo centrifugado a la temperatura ambiente



## VALIDACIÓN DEL MÉTODO MODIFICADO

La calibración se hizo según el procedimiento en el Apéndice. Para investigar los efectos de la matriz de jugo de caña sobre la pendiente de la calibración, en algunos ensayos se reemplazó con agua el mismo volumen de jugo: 1, 2, 3 o 4 mL. Un ejemplo, en la figura 2 se muestra la calibración con agua y con un jugo de caña (2 mL) antes y después de centrifugar a temperatura ambiente. La ordenada al origen, que es proporcional al nivel de almidón existente en el jugo, se redujo debido a la eliminación de una parte de éste por centrifugación, pero la pendiente obtenida es igual en los tres casos, indicando que la matriz no interfiere con la reacción iodométrica y por ende, con la cuantificación de almidón.

**FIGURA 3.** Resumen de veinte y cinco calibraciones (1/pendiente vs el número de ensayo) en matrices distintas: agua y 1, 2, 3 y 4 mL de jugo de caña



Después de realizar numerosos ensayos de calibración, durante un período de más de seis meses, empleando volúmenes y muestras diferentes de jugos, como así también distintos lotes de reactivos, se demostró la robustez del método y la no interferencia de la matriz. A pesar de cierta dispersión en los resultados por ser una técnica experimental mejorada progresivamente, se obtuvieron pendientes constantes con promedio de 0,0067 AU/mg/L o 148,2 mg/L/AU.

En la Tabla 1 hay una comparación entre la determinación de almidón con el método modificado, en un jugo original y en el mismo jugo después del calentamiento a ebullición por 5 minutos y centrifugación, como sería en el pro-

cedimiento de SPRI. 76 y 193 mg/L de almidón se “perdieron” durante la ebullición y centrifugación, correspondiendo a 12% y 30% del almidón total. El rango típico de almidón en jugo es 150 – 800 mg/L. En un jugo de concentraciones menores, la subestimación empleando el método SPRI sería mayor.

Para comprobar la repetibilidad del método se analizaron 9 muestras de concentraciones comprendidas entre 300mg/L y 500mg/L, por triplicado en dos días diferentes. Los resultados, mostrados en la Tabla 2, fueron aceptables, con una desviación estándar promedio de 9mg/L y CV% = 3.

Se hicieron ensayos de recuperación agregando niveles distintos de una solución patrón de almidón de

papa. En diferencia con las validaciones anteriores, se agregó patrón en el jugo original sustituyendo agua con el mismo volumen de la solución de patrón de almidón, siempre manteniendo el volumen total de 8mL en el tubo de centrifuga. Esto asegura que el almidón agregado recibe el tratamiento completo, siendo el más importante el calentamiento inicial y la centrifugación. Pese a algunas variaciones, la recuperación promedio es satisfactoria para justificar la aceptación del método modificado para monitoreo de rutina de almidón en jugos de prensa, mixto y clarificado.

**TABLA 1.** Almidón por el método modificado en jugo fresco y después calentamiento y centrifugación del mismo jugo según el procedimiento SPRI

VARIEDAD	TRATAMIENTO	ALMIDÓN (MG/L)	PERDIDO (MG/L)	% PERDIDO
LCP 85-384	sin tratamiento	655		
	hervido y centrifugado	578	76	12
TUC CP 77-42	sin tratamiento	642		
	hervido y centrifugado	449	193	30

**TABLA 2.** Repetibilidad del método modificado. Nueve muestras del jugo de prensa analizados en triplicado a dos días distintos.

MUESTRA	FECHA	ALMIDÓN (MG/L)			PROMEDIO	DESV.EST.	CV (%)
1	6/4/2016	325	329	334	329	5	1
2	6/4/2016	293	302	315	303	11	4
3	6/4/2016	333	357	324	338	17	5
4	6/4/2016	247	270	258	258	12	4
5	6/4/2016	294	265	276	276	16	6
6	6/4/2016	487	492	494	494	8	2
7	6/4/2016	395	386	390	390	5	1
8	6/3/2016	271	268	269	269	3	1
9	6/3/2016	329	347	340	340	10	3

## CONCLUSIONES

Se desarrolló una modificación del procedimiento SPRI para la determinación de almidón en jugos de caña que emplea una concentración efectiva de  $\text{CaCl}_2$  de 15%. Esta concentración asegura la solubilización completa del almidón de caña y evita la remoción del almidón por la precipitación de proteínas durante el calentamiento inicial de la muestra. El complejo azul almidón-ioduro es suficientemente estable a esta concentración de  $\text{CaCl}_2$  para dar tiempo para la lectura de las absorbancias. El método es sencillo y suficientemente rápido para el monitoreo de rutina de niveles de almidón en caña que entra a fábrica.

**TABLA 3.** Recuperación (% de agregado) de almidón de papa a dos niveles de fortificación. Los niveles agregados y detectados (det.) en mg almidón por litro de jugo: JC = jugo clarificado, JM = jugo mixto, JP = jugo de prensa, JPP = jugo de primera presión.

		ALMIDON AGREGADO (MG/L)				
		0	324		526	
FECHA	JUGO	DET	DET	RECUP %	DET	REC %
25 - Jul	FE	332	624	90	936	115
25 - Jul	MJ	392	728	104	920	101
25 - Jul	CJ	280	588	95	808	101
26 - Jul	PJ	596	920	99	1072	91
26 - Jul	PJ	512	896	119	1056	104
	Recuper. prom. (%)			100		101
	Desv. est. (mg/L)			11		9

## REFERENCES

- Altenburg W, in Chen CP and Chou CC. **Cane Sugar Handbook, 12th edition**, John Wiley & Sons, 1993, pp 913 - 919
- Anon. 2005. Method S1-17 (2005) *The Determination of Starch in Raw Sugar by the SPRI Rapid Starch Test, Methods Book Supplement*, Bartens Publ., Berlin
- Anon. 2007. *Determination of Starch in Cane Sugar Products and Beet Juices, ICUMSA Draft Method No. 3. ICUMSA Methods Book Supplement*, Bartens Publ., Berlin
- Chavan SM, Kumar A, Jadhav SJ. 1991. *Rapid quantitative analysis of starch in sugar cane juice. International Sugar Journal* 93: 56-58
- Cole MR, Eggleston G, Gilbert A, Chung YJ. 2014. *Development of a research method to measure insoluble and soluble starch in sugarcane factory and refinery products. Proc. Sugar Industry Technologists, Inc.*, 212 - 229
- Godshall MA, Triche M, Moore SJ. 2004. *A rapid starch test for use in cane mills. Proceedings of the SPRI 2004 Conference on Sugar Processing Research* pp. 428-440
- Saska M, Zossi S, Sastre M and Ruiz M. 2016. *Rapid methods for starch analysis in cane juice. Proceedings of the International Society of Sugar Cane Technologists*, volume 29.
- Zossi S, Sorol N, Sastre M, Ruiz M. 2011. *Validación de la metodología ICUMSA "Draft Method No 3" para determinar la concentración de almidón en jugos de caña de azúcar. Revista Industrial y Agrícola de Tucumán* 88(1): 23-27

# APPENDICE

## Trazado de la curva de calibración

Los reactivos y la solución patrón de almidón de 1000 mg/L se preparan según ICUMSA GS1-17 (2005), análisis de almidón en azúcar (Anon. 2005). Para preparación de la solución de  $\text{CaCl}_2$  al 40% se pesan 53.0 gramos de  $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  en un volumen de 100mL. En cinco tubos plásticos de centrifuga de 15mL se agregan los siguientes volúmenes de agua,  $\text{CaCl}_2$  y patrón de almidón:

A continuación, se colocan los tubos en un baño en agua a ebullición durante 5 minutos, se enfrían y centrifugan por 5 minutos. El trazado de la curva se hace en otros tubos de centrifuga de 15mL. Se pipetea 3mL de sobrenadante de cada una de las diluciones estándares, 1,20mL de ácido acético, 0,25mL de solución de yoduro de potasio y 2,50mL de solución de yodato de potasio. En un tubo se prepara el blanco de reactivo de la misma manera, pero substituyendo el sobrenadante con agua desionizada. Homogeneizar con un vortex y medir la absorbancia con un espectrofotómetro a 600nm, en celda de 10mm.

Tubo	Agua (mL)	Solucion de $\text{CaCl}_2$ (mL)	Patrón de almidón	Agregado de almidón (mg/L)
0	5.0	3.0	0.0	0
1	4.6	3.0	0.4	40.5
2	4.2	3.0	0.8	80.9
3	3.7	3.0	1.3	131.5
4	3.2	3.0	1.8	182.1

Concentración anticipada de Almidón en jugo	Volumen de jugo de caña	Volumen de Agua (mL)
< 300	4	1
300 - 500	3	2
> 500	2	3


contra agua destilada. Las lecturas de absorbancia deben realizarse en un intervalo de tiempo no mayor a 15 min. Determinar, mediante regresión lineal, la ecuación de calibración graficando concentración de almidón (mg/L) vs absorbancia neta de los patrones.

## ANÁLISIS DE LAS MUESTRAS

En un tubo de centrifuga de 15mL agregar de 2 a 4mL de jugo de caña y de 1 a 3mL de agua, dependiendo de la concentración anticipada de almidón en la muestra, de acuerdo a la tabla. Completar con 3mL de solución de  $\text{CaCl}_2$  de forma tal que el volumen final sea siempre 8mL.

Colocar el tubo en un baño con agua a ebullición durante 5 minutos, retirar el tubo y enfriar en un baño de agua fría. Centrifugar durante 5 minutos. Antes y luego de la centrifugación se debe tener la precaución de manipular las soluciones de manera suave evitando los movimientos bruscos para que los flóculos o la torta no se vuelva a solubilizar.

Transferir 3mL de sobrenadante de cada una de las muestras preparadas a dos tubos de centrifuga de 15mL utilizando una pipeta automática. Un tubo se utilizará para la lectura del blanco de muestra y el otro para la reacción colorimétrica. A cada tubo de blanco de muestra agregar 1,20mL de ácido acético y 2,75mL de agua desionizada. A cada tubo de muestra añadir 1,20mL de ácido acético, 0,25mL de yoduro de potasio y 2,50mL de yodato de potasio.

Preparar un blanco de reactivos de 3mL agua desionizada y 1,20mL de ácido acético, 0,25mL de yoduro de potasio y 2,50mL de yodato de potasio. Llevar el espectrofotómetro a cero utilizando agua desionizada y leer las absorbancias a 600 nm contra agua. Calcular la absorbancia neta y usar la curva de calibración para calcular almidón en jugo diluido. Multiplicar por 8/volumen del jugo (mL) usado para calcular almidón en jugo. 

Subscribe to  
**Sugar Journal**

The Leading Resource  
for the Global  
Sugar Industry

[www.SugarJournal.com](http://www.SugarJournal.com)

### Self lubricating Hitemp 150 Best for hanger bearings

- High temperature tolerance
- Low friction qualities
- High abrasion resistance
- Unaffected by alkalis
- Longer life than bronze
- Reduced maintenance

Call +1 866 635 7596  
Mail [vesconite@vesconite.com](mailto:vesconite@vesconite.com)  
**FREE DESIGN MANUAL**

**BROADBENT  
CENTRIFUGALS**

### Batch & Continuous Centrifugals for Cane & Beet Sugar Dextrose/Sweeteners

- Single Machines
- Complete Batteries
- Ancillary Equipment
- Conversions & Spares  
for Broadbent & Other  
Brands of Centrifugals

Decanter Centrifugals  
for Cane and Beet Muds  
& Ethanol Stillage Dewatering

#### **BROADBENT INCORPORATED**

P.O. Box 185249  
Ft. Worth, Texas 76181-0249  
Tel: 817-595-2411 • Fax: 817-595-0415  
Email: [broadbent.inc@att.net](mailto:broadbent.inc@att.net)  
[www.broadbent.co.uk](http://www.broadbent.co.uk)

**140 years of Centrifuge Technology**





**Confeccionado por:**  
Grupo de Información Científica - ICIDCA

**Compilación, edición y composición:**  
Hermys Rojas Núñez

**Diseño:**  
Yamil Díaz Pérez

**Colaboradores:**  
Luis O. Gálvez Taupier  
Leslie García Marty  
Oscar Almazán del Olmo

