Carta Trimestral

Año 26 No. 4 Cali, Colombia 2004

Octubre - Diciembre

www.cenicana.org

Temas

Novedades en www.cenicana.org 2

Notas Técnicas e Informativas

Semilleros ADN. Red GTT. Manejo de variedades CC 4

Estudio detallado. Talleres de capacitación. Gestión de calidad 5

Avances de Investigación

Dosis de vinaza para la caña de azúcar en suelos del valle del río Cauca 6

Notas de Investigación

Efecto de las cenizas en el poder calorífico superior del bagazo de la caña de azúcar 10

Determinación del agotamiento de miel final en dos ingenios azucareros de Colombia 13

Informes

Clima y producción de caña y azúcar en el valle del río Cauca a septiembre de 2004 17

Boletín climatológico: tercer trimestre de 2004 23

Información General

Potencialidad de un programa de derivados de caña y azúcar 24

Política de manejo de variedades obtenidas por Cenicaña 28

cenicaña

Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia

Vinaza del 55% de sólidos totales dirigida al surco de caña en lotes experimentales.

Dosis de vinaza para la caña de azúcar

Resultados preliminares de tres experimentos realizados con la variedad CC 85-92 (plantilla) en suelos Palmira, Río La Paila y Guadualito señalan que la vinaza puede ser tan eficaz como el cloruro de potasio para la fertilización de la caña de azúcar. *Página 6*

Efecto de las cenizas en el potencial energético del bagazo

Avances de un proyecto cooperativo realizado por Incauca y Cenicaña para caracterizar desde el punto de vista energético la biomasa de caña utilizada como combustible. *Página 10*

Clima y producción azucarera a septiembre de 2004

Durante los nueve primeros meses de este año se registran incrementos en los principales indicadores de la actividad azucarera. Datos de once ingenios en 125,685 hectáreas cosechadas. *Página 17*

Potencialidad de un programa de derivados

Panorama general de las oportunidades de desarrollo y comercialización de productos derivados de la caña y el azúcar. Ilustración de un caso de producción de plástico biodegradable en Brasil. *Página 24*

Novedades en www.cenicana.org

Resultados comerciales de la caña de azúcar cosechada en el valle del río Cauca y censo de variedades, 2003

www.cenicana.org/comercial/analisis_produccion_censo.php

Documento que reúne los indicadores de la producción física de campo y la recuperación de azúcar registrados por la agroindustria azucarera colombiana durante 2003, y el censo de las variedades de caña de azúcar sembradas en el área disponible para el cultivo en el valle del río Cauca al finalizar el año.

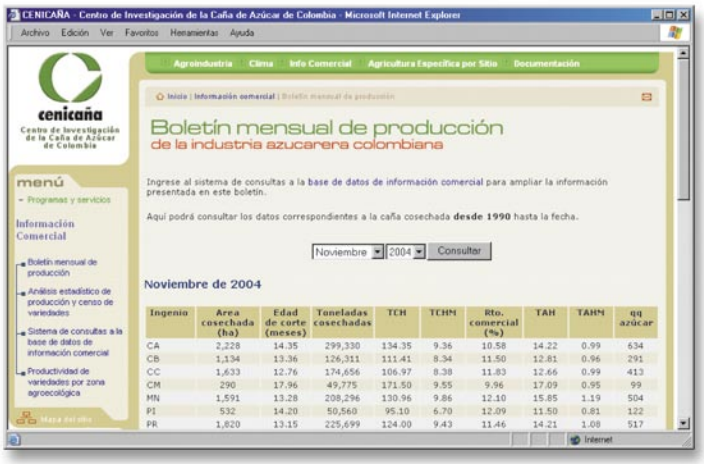
Los análisis se presentan por zona agroecológica (tercera aproximación), ingenio azucarero y variedad de caña, de acuerdo con las cosechas realizadas en tierras con manejo directo de los ingenios Carmelita, Central Castilla, Central Tumaco, Incauca, La Cabaña, Manuelita, Mayagüez, Pichichí, Providencia, Riopaila, Risaralda y Sancarlos, y en tierras de sus proveedores de caña. En el análisis del censo de variedades se incluyen, además de los anteriores, el Ingenio María Luisa.

Este documento electrónico, editado con el objetivo de divulgar los resultados anuales de la actividad azucarera, se suma a los publicados desde 1990 en forma impresa con el mismo propósito. Los textos completos de los años anteriores se encuentran disponibles en *www.cenicana.org/sctt/produccion_material_divulgativo.php* (Serie Informativa y Serie Técnica).

Boletín mensual de producción

www.cenicana.org/comercial/boletin_mensual_produccion.php

Nuevo boletín de actualización mensual donde se reportan los resultados productivos de la caña de azúcar cosechada por la industria azucarera en tierras con manejo directo de los ingenios y en tierras de proveedores. Opciones de consulta personalizada de la información disponible desde 1990 hasta la fecha.



Carta Trimestral
ISSN 0121-0327
Año 26, No. 4 de 2004

Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia
Dirección postal: Calle 58 Nte. No. 3BN- 110 Cali, Colombia
Estación Experimental, vía Cali-Florida km 26
Tel: (57-2) 260 6611 • Fax: 260 7853 • buzon@cenicana.org

Comité Editorial
Adriana Arenas Calderón • Alvaro Amaya Estévez
Camilo Isaacs Echeverry • Carlos Omar Briceño Beltrán
Hernando Rangel Jiménez • Nohra Pérez Castillo
• Victoria Carrillo Camacho

Servicio de Cooperación Técnica y Transferencia de Tecnología
Coordinación editorial y edición de textos: : Victoria Carrillo C.
Diseño gráfico y diagramación: Alcira Arias V.
Preprensa e impresión: FERIVA S. A. - Cali

Biblioteca digital de las publicaciones editadas por Cenicaña:

www.cenicana.org/sctt/produccion_material_divulgativo.php

Datos de evaporación diaria en las estaciones de la Red Meteorológica Automatizada (RMA)

www.cenicana.org/clima/boletin_meteorologico_diario.php

A partir de diciembre de 2004 Cenicaña comenzó a publicar en el Boletín Meteorológico Diario de la RMA los datos de evaporación requeridos para el cálculo del balance hídrico. Dichos valores de evaporación son calculados mediante una ecuación desarrollada para el efecto, en la cual se utilizan datos diarios de otras variables atmosféricas registrados por las estaciones de la red. Los valores de evaporación tienen una correspondencia alta con los obtenidos por mediciones efectuadas directamente en el tanque Clase A.

Hasta ahora, la evaporación había sido calculada con base en el método de Penman-Monteith (integrado al software de las estaciones de la RMA), pero los valores resultaban notoriamente sobreestimados en comparación con los valores reales de evaporación medidos directamente en el tanque Clase A.

Con el propósito de mejorar la calidad del dato de evaporación suministrado por las estaciones, Cenicaña adelantó investigaciones y con la aplicación de diferentes técnicas estadísticas (componentes principales, conglomerados, lógica difusa, regresión múltiple, NLIN de SAS) y, especialmente, mediante la generación y el perfeccionamiento de una aproximación empírico-estadística, se obtuvo la ecuación que ahora es utilizada para el cálculo de los datos diarios de evaporación. La ecuación incorpora los datos diarios de radiación solar, oscilación de la temperatura del aire, velocidad media del viento y humedad relativa del aire.

Para más información consulte a Enrique Cortés B., Ingeniero Meteorólogo M.Sc. <ecortes@cenicana.org>

Gira técnica a Brasil con cañicultores de los GTT del Ingenio Risaralda

Texto completo del informe en: www.cenicana.org/sctt/index.php

Con el objetivo de conocer en detalle las condiciones de desarrollo agroindustrial en el sector azucarero de Brasil, principal exportador actual de azúcar al mercado mundial, un grupo conformado por 21 personas vinculadas con los Grupos de Transferencia de Tecnología (GTT) del Ingenio Risaralda, entre cañicultores y técnicos del ingenio y Cenicaña, visitó ese país durante la primera semana de agosto de 2004.

Cañicultores y técnicos durante la gira técnica en Brasil

La gira fue coordinada por Cenicaña y el Ingenio Risaralda en Colombia, y contó con el auspicio del Instituto Colombiano para el Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología (Colciencias) a través de la "Convocatoria para el apoyo a misiones tecnológicas, promoción de alianzas estratégicas tecnológicas y eventos tecnológicos internacionales". En el país anfitrión, el programa fue organizado y dirigido por la Sociedad de Técnicos de la Caña de Azúcar de Brasil (Stab), a través de su oficina principal en Piracicaba, Estado de Sao Paulo.

Los participantes fueron atendidos en centros de desarrollo tecnológico, ingenios azucareros, haciendas cañeras, cooperativas de cañicultores e industrias de maquinaria agrícola. El énfasis estuvo dirigido a conocer los mecanismos e instrumentos utilizados para impulsar la innovación tecnológica, los modelos organizativos de las cooperativas de cañicultores y los sistemas y costos de producción en las empresas productivas.

Biotecnología agrícola

Premio Semilleros ADN, Agro-Bio 2004

Trabajo de pregrado desarrollado en Cenicaña, entre los ganadores

El 18 de noviembre pasado, en el Cine Domo de Maloka en Bogotá, la Asociación de Biotecnología Vegetal Agrícola, Agro-Bio, hizo entrega del premio "Semilleros ADN. Agro-Bio 2004" a los mejores proyectos de investigación en biotecnología agrícola realizados por investigadores jóvenes de pregrado y posgrado en el periodo 2002-2004.

Los proyectos de pregrado reconocidos son:

Colonización de raíces de clavel por *Azorhizobium Caulinodans* ORS571 (pXLGD4) bajo el efecto de diferentes flavonoides.
Investigador: Ernesto Robayo Camacho, Pontificia Universidad Javeriana.
Director de tesis: Giovanni Cancino.

Detección simultánea de tres virus en caña de azúcar mediante la reacción en cadena de la polimerasa.
Investigadora: Marcela Cadavid Ordóñez, Universidad del Valle.
Director de tesis: Juan Carlos Ángel (Cenicaña)

En posgrado:

Caracterización molecular y morfológica de progenies de árboles plus seleccionados dentro del "Ensayo de procedencias y progenies de *Cordia Allidora*" de Cenicafé Colombia.
Investigadora: María del Pilar Márquez Cardona, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) y Universidad Tecnológica de Pereira.
Director de tesis: Wilbert Phillips.

Información en web

Red de Grupos de Transferencia de Tecnología (GTT)

Toda la información presentada en los eventos realizados con los GTT de los ingenios Central Castilla, Incauca, Manuelita, Mayagüez, Pichichí, Providencia, Riopaila y Risaralda se encuentra disponible para los usuarios del sitio web de Cenicaña en: **www.cenicana.org/sctt/gtt/gtt.php**

Durante dos años de actividades con los grupos GTT (nov. 2001-nov. 2004) se han llevado a cabo 154 días de campo, 32 conferencias y cinco giras técnicas. Estas últimas incluyen cuatro visitas a ingenios nacionales y una a la industria azucarera de Brasil.

Política institucional

Manejo de las variedades obtenidas por Cenicaña

La Junta Directiva de Cenicaña aprobó el 5 de agosto de 2004 la política de manejo de las variedades de caña de azúcar obtenidas por el Centro, en relación con los siguientes aspectos:

- Procesos de obtención y multiplicación
- Entrega a cultivadores
- Protección y registro
- Entrega a otros países

Resumen de la política en la página 28.
Texto completo en: **www.cenicana.org**

Trabajo de campo

Estudio detallado de suelos

Levantamiento en progreso

Entre junio y diciembre de 2004 fueron cubiertas 82,000 hectáreas programadas en la segunda fase del trabajo de campo del estudio detallado de suelos que realiza Cenicaña con la cooperación del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (Igac), las cuales se suman a las 72,578 hectáreas adelantadas durante la primera fase. Así, hasta la fecha se ha cubierto el 92.5% del área total programada.

Según el informe de interventoría, un total de 204 calicatas han sido descritas y se ha realizado, en promedio, una observación por cada 5.5 hectáreas.

De acuerdo con el cronograma de actividades se espera concluir el trabajo de campo en febrero de 2005 y el proyecto completo hacia finales del mismo año.

Aprender haciendo

Talleres de capacitación

Los programas continuarán en 2005

Cenicaña invita a los técnicos de los ingenios y a los cultivadores de caña a inscribirse en los talleres de capacitación que se realizan en la Estación Experimental, en salas de cómputo:

- **Balance hídrico v.3.0**
  Instalación del programa, conceptos fundamentales sobre el sistema suelo-agua-planta, utilidades del software, ejemplos.

  Inscripciones con Margarita Franco,
  <mfranco@cenicana.org>
  Tel. 260 66 11, ext. 168

- **Sistema interactivo de información en web**
  Claves de acceso, navegación en web, contenidos y utilidades disponibles, ejemplos de consulta.

  Inscripciones con Victoria Carrillo,
  <vecarrillo@cenicana.org>
  Tel. 260 66 11, ext. 169

Gestión de calidad

Alcoholes carburantes

Avances en materia de normalización

El Comité técnico 186 de ICONTEC "Combustibles líquidos, alcoholes carburantes y bidiodiesel" ha trabajado en el desarrollo de una norma técnica que cubra todas las variables de calidad del etanol carburante que a mediados del 2005 hará parte de nuestras gasolinas en un porcentaje del 10%. Este estudio ha finalizado con la creación y ratificación de la NTC 5308: Etanol anhidro combustible desnaturalizado obtenido a partir de biomasa, para mezclar con gasolinas motor, empleado como combustible en vehículos con motores de combustión interna de encendido por chispa. Esta norma cubre nominalmente al etanol anhidro combustible desnaturalizado, destinado para ser mezclado con gasolinas, en porcentaje de volumen del 10% ± 0.5%, para emplear la mezcla como combustible en los motores de combustión interna de encendido por chispa.

Este aporte normativo apoya las resoluciones gubernamentales en esta materia y les brinda a los usuarios de la cadena de producción, distribución y comercialización de combustibles del país la oportunidad de consultar los criterios de calidad, verificar los aspectos claves en la evaluación de la conformidad, y desarrollar con un soporte normativo los aspectos que técnicamente puedan garantizar la calidad del producto.

Tomado del sitio web del ICONTEC
www.icontec.org.co/Prensa.asp?ContentId=544

Dosis de vinaza para la caña de azúcar en suelos del valle del río Cauca

Rafael Quintero D.; Silvio F. Cadena S.*

Introducción

El plan de investigación sobre el manejo de las vinazas que se generarán en las destilerías ubicadas en los departamentos de Cauca, Risaralda y Valle del Cauca incluye investigaciones relacionadas con la capacidad y la eficacia de las vinazas para suministrar potasio (K) al suelo y a la caña de azúcar.

La vinaza es un fertilizante orgánico que sobresale por los contenidos relativamente altos de materia orgánica, K, azufre (S) y calcio (Ca). En Colombia se generan vinazas de aproximadamente 10% de sólidos totales en el Ingenio Manuelita, el Ingenio Riopaila y Sucromiles y de 55% de sólidos totales en la Industria de Licores del Valle y Sucromiles. Las nuevas destilerías que se establecerán en el valle del río Cauca generarán vinazas con contenidos de sólidos totales que variarán entre 32.5% y 35% y en proporciones entre 1.00 y 2.95 litros de vinaza por litro de alcohol producido.

La composición de la vinaza puede variar según provenga de melaza, jugo o mezcla de jugo y melaza (Gloria y Orlando, 1983). Los más altos contenidos de materia orgánica, K, Ca, magnesio (Mg), S y nitrógeno (N) se encuentran en la vinaza que proviene de melaza. Las aplicaciones moderadas y precisas de vinaza pueden mantener la productividad de la caña de azúcar y la fertilidad del suelo (Wang *et.al*, 1996).

Se estima que las destilerías que se establecerán en siete ingenios azucareros del valle del río Cauca producirán 1,350,000 litros de alcohol carburante por día y generarán anualmente cerca de 568,500 m^3 de vinazas. El aporte de K_2O será de aproximadamente 13,758 toneladas por año (Quintero, 2004); gran parte de esta vinaza se utilizará como fuente de K para reemplazar el cloruro de potasio en la fertilización de la caña de azúcar.

Los objetivos de la experimentación son:

- Comparar la eficacia de las vinazas de 10% y 55% de sólidos totales y del cloruro de potasio en cuanto al suministro de K al suelo.
- Determinar las dosis de vinaza más apropiadas para la caña de azúcar en suelos de la parte plana del valle del río Cauca.
- Determinar los efectos de la vinaza en el desarrollo, la calidad de la caña y la producción del cultivo, y en las propiedades del suelo.

* Respectivamente: Ingeniero Agrónomo, M.Sc.; edafólogo del Programa de Agronomía <rquintero@cenicana.org>. Ingeniero Agrónomo, M.Sc.; ingeniero de suelos del Programa de Agronomía <sfcadena@cenicana.org>

Los resultados preliminares de tres experimentos con la variedad CC 85-92 (plantilla) señalan que la vinaza puede ser tan eficiente como el cloruro de potasio en la fertilización de la caña de azúcar.

En suelos con contenidos de potasio intercambiable cercanos o mayores que 0.40 cmol/kg de suelo seco, se sugiere aplicar vinaza como dosis de mantenimiento del contenido de potasio.

Aplicación manual de vinaza dirigida al surco de caña en lotes experimentales (izquierda).

Vinaza del 55% de sólidos totales recién aplicada en caña de azúcar (derecha).

Metodología

Se establecieron experimentos en diferentes suelos de los ingenios Manuelita e Incauca y de la hacienda Balsora. En estos experimentos se evalúan tres fuentes de K (cloruro de potasio y dos vinazas de 10% y 55% de sólidos totales) y seis dosis de K_2O (0 – 50 – 100 – 150 – 200 y 250 kg/ha) utilizando un diseño experimental de parcelas divididas donde las fuentes se asignaron a las parcelas principales y las dosis a las subparcelas.

En el Ingenio Manuelita se usó un suelo Palmira (Pachic Haplustolls) franco arcilloso, casi neutro, con contenidos medianos de materia orgánica (2.18%) y K intercambiable (0.39 cmol/kg) ubicado en la zona agroecológica 1C1. En Incauca, un suelo Río La Paila (Fluventic Hapludolls) franco arcilloso, casi neutro, con contenidos bajos de materia orgánica (1.75%) y K intercambiable (0.18 cmol/kg) ubicado en la zona agroecológica 5C1. En la hacienda Balsora, un suelo Guadualito (Fluvaquentic Haplustolls) franco arcilloso, alcalino y con contenidos medianos de materia orgánica (2.11%) y K intercambiable (0.29 cmol/kg) ubicado en la zona agroecológica 2C0.

El cloruro de potasio (60% de K_2O) se aplicó en banda e incorporado al suelo, mientras que la vinaza de 10% de sólidos totales con contenido de 6 kg/m^3 de K_2O y la vinaza de 55% de sólidos totales con contenido de 41 kg/m^3 de K_2O se aplicaron superficialmente al lado de los tallos. En todas las parcelas se aplicaron 100 kg de N y 50 kg de P_2O_5 por hectárea, en banda e incorporados al suelo. Todos los fertilizantes se aplicaron a los 45 días después de la siembra.

Durante el desarrollo del cultivo se hicieron evaluaciones relacionadas con el crecimiento, el número de tallos, la calidad de la caña y las producciones de caña y azúcar de la variedad CC 85-92.

Resultados

Los resultados obtenidos con la variedad CC 85-92 (primer corte) en los tres experimentos muestran que las vinazas fueron tan eficaces como el cloruro de potasio (Cuadro 1). Las diferencias observadas en las producciones de caña y de azúcar y en los contenidos de sacarosa % caña entre fuentes y entre dosis de potasio no fueron estadísticamente significativas en ninguno de los tres suelos utilizados. Sin embargo, en el suelo Palmira (Pachic Haplustolls) del Ingenio Manuelita, cuyo contenido de K intercambiable fue de 0.39 cmol/kg, se observó la menor respuesta en toneladas de caña por hectárea (TCH) a las aplicaciones de K. En el suelo Guadualito (Fluvaquentic Haplustolls), cuyo contenido de K intercambiable fue mediano (0.29 cmol/kg), se observó aumento en la producción de caña como respuesta a la aplicación de potasio cuando se adicionaron al suelo entre 100 kg y 150 kg de K_2O por hectárea (Cuadro 2).

En Incauca, donde se utilizó un suelo Río La Paila (Fluventic Hapludolls), es importante mencionar que las menores producciones de caña y azúcar obtenidas con el cloruro de potasio (Cuadro 1) pueden estar relacionadas con las bajas poblaciones o bajo número de tallos de las parcelas correspondientes a las dosis de 150, 200 y 250 kg de K_2O por hectárea (Figura 1) efecto que no depende de la dosis de potasio.

Cuadro 1. Producciones de caña y azúcar y contenidos de sacarosa en caña de la variedad CC 85-92 (plantilla) obtenidos con tres fuentes de K en suelos de la hacienda Balsora, Incauca e Ingenio Manuelita.

	Hacienda Balsora (K intercambiable en suelo: 0.29 cmol/kg)			**Incauca** (K intercambiable en suelo: 0.18 cmol/kg)			**Ingenio Manuelita** (K intercambiable en suelo: 0.39 cmol/kg)			**Promedios**		
Fuentes	**TCH**	**Sac. (%)**	**TAH**	**TCH**	**Sac. (%)**	**TAH**	**TCH**	**Sac. (%)**	**TAH**	**TCH**	**Sac. (%)**	**TAH**
KCl	188	12.9	20.8	181	13.2	20.9	181	13.1	19.9	183	13.1	20.5
Vinaza 55%	185	13.2	21.2	190	13.4	22.0	179	13.1	19.6	185	13.2	20.9
Vinaza 10%	186	12.8	20.6	194	13.6	22.8	177	13.3	19.9	186	13.2	21.1
Promedio	186	13.0	20.9	188	13.4	21.9	179	13.2	19.8	185	13.2	20.8
Significancia	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns			

ns: no significativo con un nivel de probabilidad de 0.05

Cuadro 2. Producciones de caña y azúcar y contenidos de sacarosa en caña de la variedad CC 85-92 (plantilla) obtenidos con varias dosis de K en suelos de la hacienda Balsora, Incauca e Ingenio Manuelita.

	Hacienda Balsora (K intercambiable en suelo: 0.29 cmol/kg)			**Incauca** (K intercambiable en suelo: 0.18 cmol/kg)			**Ingenio Manuelita** (K intercambiable en suelo: 0.39 cmol/kg)			**Promedios**		
Dosis K_2O (kg/ha)	**TCH**	**Sac. (%)**	**TAH**	**TCH**	**Sac. (%)**	**TAH**	**TCH**	**Sac. (%)**	**TAH**	**TCH**	**Sac. (%)**	**TAH**
0	182	13.0	20.4	187	13.9	22.8	179	12.8	19.0	183	13.2	20.7
50	188	13.4	22.0	188	13.7	22.2	177	13.6	20.3	184	13.6	21.5
100	189	12.6	20.4	194	13.1	21.9	177	13.2	19.7	187	13.0	20.7
150	189	12.8	20.9	186	13.0	20.7	180	13.4	20.5	185	13.1	20.7
200	186	12.6	20.0	190	13.7	22.8	184	12.9	19.7	187	13.1	20.8
250	184	13.3	21.4	186	13.2	21.0	179	13.1	19.5	183	13.2	20.6
Promedio	186	13.0	20.9	188	13.4	21.9	179	13.2	19.8	185	13.2	20.8
Significancia	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns			

ns: no significativo con un nivel de probabilidad de 0.05

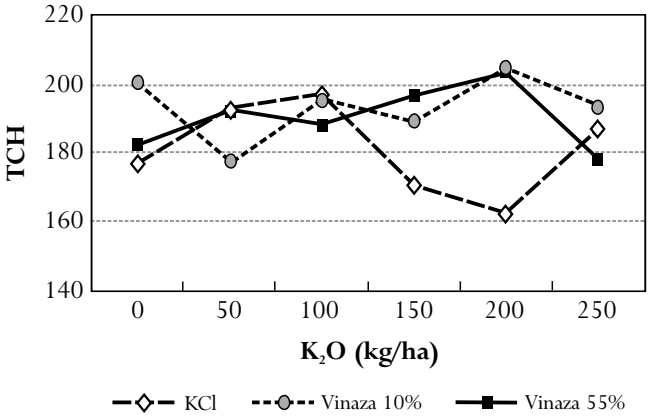


Figura 1. Producción de caña de la variedad CC 85-92 (plantilla) obtenida con tres fuentes y seis dosis de potasio en un suelo Río La Paila (Fluventic Hapludolls) de Incauca, hacienda San Fernando Sur, suerte 32.

En este suelo de bajos contenidos de K intercambiable se observó una tendencia mayor a aumentar la producción de caña con el incremento de la dosis de K que en los suelos Palmira y Guadualito, de medianos contenidos de K intercambiable. Esta tendencia fue mucho más clara al utilizar las vinazas.

Al considerar únicamente los efectos de las vinazas de 55% y 10% de sólidos totales en las producciones de caña y en los contenidos de sacarosa % caña, se observó que en suelos con contenidos cercanos a 0.20 cmol de K intercambiable por kilogramo es posible usar dosis hasta de 200 kg de K_2O por hectárea, equivalentes a 4.9 m^3 de vinaza de 55% de sólidos totales y a 33.33 m^3 de vinaza de 10% de sólidos totales; y en suelos con contenidos cercanos a 0.40 cmol de K intercambiable por kilogramo es posible usar dosis entre 100 kg y 150 kg de K_2O por hectárea, o sea, entre 2.44 m^3 y 3.66 m^3 de vinaza de 55% de sólidos totales y entre 16.66 m^3 y 25 m^3 de vinaza de 10% de sólidos totales sin que se afecten la producción de caña ni el contenido de sacarosa de los tallos molederos.

Estas aplicaciones de vinaza en suelos con contenidos cercanos o mayores que 0.40 cmol/kg de suelo seco se pueden considerar como dosis de mantenimiento. Su finalidad es destinar buena parte de la vinaza producida para aplicarla en suelos donde no se ha considerado su uso y de esta forma devolver al suelo parte del K extraído para sostener o mejorar su nivel de fertilidad y aumentar el número de cortes de la caña o socas por ciclo de cultivo.

Conclusiones

Los resultados de plantilla o primer corte obtenidos en tres experimentos realizados en los ingenios Incauca y Manuelita y en la hacienda Balsora permiten concluir que:

- Los resultados obtenidos en un primer corte de la variedad CC 85-92 no mostraron diferencias significativas entre el cloruro de potasio y las vinazas de 55% y 10% de sólidos totales en tres suelos del orden Mollisols (Pachic Haplustolls, Fluvaquentic Haplustolls y Fluventic Hapludolls).
- Las aplicaciones de K al suelo aumentaron ligeramente la producción de caña y la respuesta a este elemento estuvo relacionada con el contenido de K intercambiable del suelo.
- De acuerdo con los resultados hasta ahora obtenidos existe alta posibilidad de utilizar como dosis de mantenimiento parte de la vinaza generada en las destilerías para aplicarla en suelos con contenidos relativamente altos de K intercambiable sin que se afecte la calidad de la caña cosechada.

Referencias bibliográficas

Gloria, N.A.; Orlando F., J. 1983. Aplicação da vinhaca como fertilizante. Boletim Técnico Planalsucar (Brasil). v.5, n.1, pp.5-38.

Quintero D., R. 2004. Perspectivas acerca del uso y manejo de vinazas aplicadas al suelo. En: Encuentro sobre vinaza, potasio y elementos menores para una agricultura sostenible. Palmira (Colombia) 13-14 mayo, 2004. Memorias. Palmira. Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo (SCCS). (Disco compacto).

Wang, P.L.; Li, S.W.; Chan, Y.; Tsai, C.; Chang, S.R. 1996. Nutrient recycling of alcoholic slops by irrigation in sugarcane fields. En: Congress of the International Society of Sugarcane Technologists, 22, Cartagena (Colombia) 11-15 september, 1995. Proceedings. Cali, TECNICAÑA. v.2, p.56-62.

Efecto de las cenizas en el poder calorífico superior del bagazo de la caña de azúcar

Arbey Carvajal, Adolfo Gómez, Carlos Briceño*

Introducción

El bagazo de la caña de azúcar utilizado como combustible en la industria azucarera contiene elementos considerados como materia extraña, clasificados como materia extraña mineral y vegetal. La primera está constituida por silicio, magnesio, calcio, sodio, potasio, óxidos de azufre, hierro, entre otros. La segunda, por residuos de cosecha como hojas secas o verdes, cogollos, chulquines, lalas y cepas.

Después de la quema del bagazo en las calderas, como resultado de la combustión quedan residuos inorgánicos o cenizas cuya cantidad y composición dependen de los componentes y las características físicas y químicas de la materia extraña.

La cantidad y la composición de las cenizas son variables importantes para caracterizar la combustión del bagazo, dado que tienen un efecto significativo en el desempeño de las calderas al tiempo que propician la formación de depósitos de sales y minerales, incrementan la erosión y la corrosión y reducen el coeficiente de transferencia de calor (Magasiner *et.al*, 2002; Wienese, 2001).

Magasiner (2002) introdujo el concepto de "contenido de humedad efectiva", que consiste en que un incremento en el porcentaje de cenizas en el bagazo trae consigo un incremento aparente en la humedad del combustible. Por ejemplo, un bagazo con una humedad de 53% y unas cenizas de 6% tendrá una humedad efectiva de 55.26%, la cual reduce el poder calorífico superior (PCS)[1] y podría generar problemas durante la combustión (Magasiner *et.al*, 2002).

Lamb y sus colaboradores (1976) también señalan que las cenizas, junto con la humedad y la sacarosa, entre otras variables, afectan el potencial energético del bagazo disminuyendo su poder calorífico superior.

En este documento se presenta un avance de los resultados obtenidos al establecer relaciones entre el PCS del bagazo y el contenido de cenizas en un rango entre 2% y 10% (base húmeda), como parte de un proyecto cooperativo desarrollado entre Cenicaña e Incauca con el objetivo de caracterizar desde el punto de vista energético la biomasa de caña utilizada como combustible, tanto bagazo como residuos de la cosecha en verde, en escenarios con contenidos altos de materia extraña mineral y vegetal.

* Respectivamente: Ingeniero Mecánico, Programa de Procesos de Fábrica <acarvajal@cenicana.org>. Ingeniero Mecánico, M.Sc., Programa de Procesos de Fábrica <algomez@cenicana.org>. Ingeniero Químico, M.Sc., director Programa de Procesos de Fábrica <cobricen@cenicana.org>. Este proyecto es liderado por Eduardo Moreno, vicepresidente de fábrica de Incauca S.A.

1. El poder calorífico de un combustible se define como el calor producido durante la combustión de una unidad de masa en condiciones específicas. Se debe diferenciar entre el poder calorífico superior (PCS) el cual contiene el calor latente de vaporización del agua formada durante la reacción, y el poder calorífico inferior (PCI) el cual descuenta este calor.

Métodos

Para evaluar el efecto de las cenizas en el poder calorífico superior del bagazo se tomaron muestras de este material en tres ingenios, provenientes de caña manejada en distintos suelos y con diferentes sistemas de cosecha y métodos de limpieza en fábrica.

Para determinar el PCS de cada muestra se siguió la norma ISO 1928–1976(E), *Solid mineral fuels–Determination of the gross calorific value by the calorimeter bomb method, and calculation of the calorific value,* y para determinar el contenido de cenizas, la norma ASTM D1102-84 *Standard Test Method for Ash in Wood*.

Resultados

De acuerdo con los resultados, se observó una tendencia lineal entre el PCS del bagazo y su contenido de cenizas, con buena correspondencia entre las variables (R^2=0.91). Con el incremento del porcentaje de cenizas de 4% a 10% en base húmeda, situación que se puede presentar en períodos de lluvia o cuando la cosecha es mecánica, se observó una reducción hasta de 20% en el PCS. Para contenidos de cenizas entre 2% y 10% base húmeda se observó que por cada unidad porcentual de incremento, el PCS disminuyó entre 2% y 3% (Figura 1).

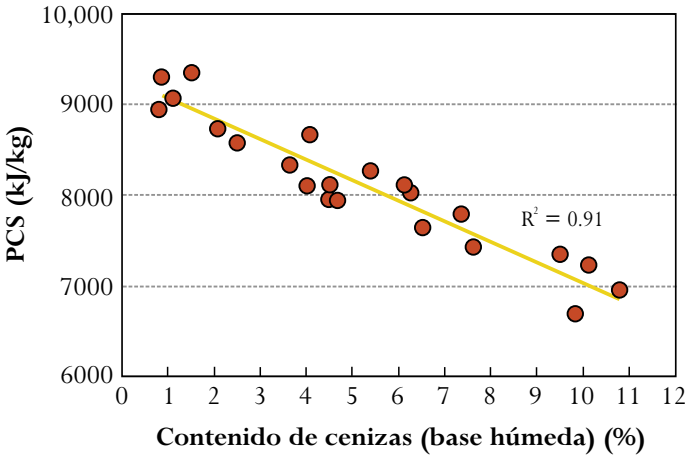


Figura 1. Efecto del contenido de cenizas sobre el poder calorífico superior (PCS) del bagazo.

Las cenizas tienen un efecto significativo en el potencial energético del bagazo utilizado como combustible de calderas. A medida que el contenido de cenizas aumenta, el poder calorífico superior del bagazo disminuye.

Para compensar esta situación y al mismo tiempo contrarrestar la formación de depósitos de sales y minerales en los tubos de las calderas, se requieren sistemas eficientes de limpieza de la materia extraña mineral incorporada en la caña moledera y el control de la humedad en el bagazo.

Al evaluar el efecto del contenido de cenizas sobre el PCS del bagazo en términos de un valor de humedad efectiva se encontró, por ejemplo, que un incremento de cenizas (base húmeda) entre 3% y 7% produce, a humedad constante, un efecto similar al incremento de la humedad desde 50% hasta 53.7%, es decir una reducción del PCS equivalente a 11% (Cuadro 1).

Cuadro 1. Efecto del contenido de cenizas en el PCS del bagazo y su correspondiente humedad efectiva.

Humedad (%)	Cenizas (%) base húmeda	PCS (kJ/kg)	Humedad efectiva (%)
50	3	8623	-
50	4	8401	50.9
50	5	8179	51.9
50	6	7957	52.8
50	7	7735	53.7
50	8	7513	54.7
50	9	7291	55.6
50	10	7069	56.6

La reducción del PCS para diferentes contenidos de humedad en bagazo es más significativa cuando el contenido de cenizas se incrementa. Desde el punto de vista energético es conveniente reducir la humedad del bagazo como alternativa para contrarrestar el efecto de las cenizas. Como referencia, el PCS de un bagazo con 50% de humedad y 6% de cenizas es similar al PCS de un bagazo con 48% de humedad y 8% de cenizas (Figura 2).

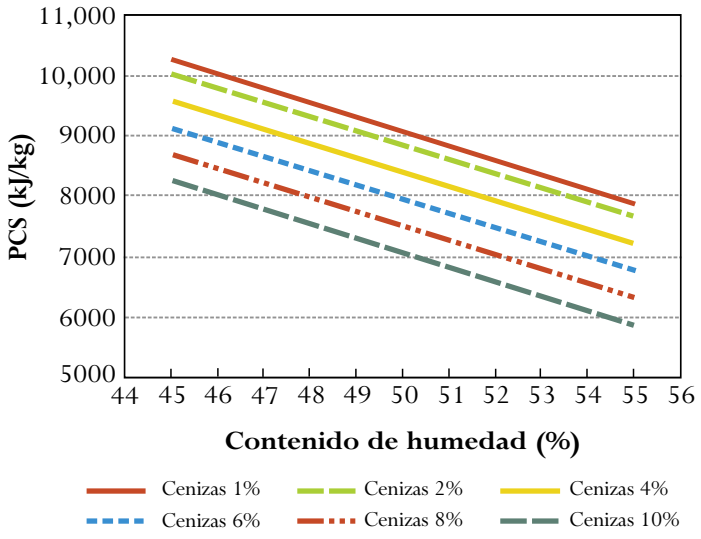


Figura 2. Estimación del efecto del contenido de cenizas en el PCS del bagazo con diferentes porcentajes de humedad.

Conclusiones y proyecciones

- Se observó una relación inversa con buena correspondencia entre el PCS del bagazo y su contenido de cenizas. Las cenizas tienen un efecto significativo en el potencial energético del bagazo como combustible de calderas y su efecto es mayor a medida que aumenta el contenido.
- En condiciones de molienda con altos contenidos de cenizas es necesario reducir hasta el mínimo posible la humedad para compensar la disminución del PCS del bagazo.
- Para contrarrestar la formación de depósitos de sales y minerales en los tubos de las calderas debido al incremento en los contenidos de cenizas, se requieren mejores sistemas de limpieza de la materia extraña mineral incorporada en la caña.
- Las proyecciones son continuar con la caracterización energética de los residuos de la cosecha de caña en verde y determinar el PCS de sus componentes (cogollos, chulquines, hojas, cepas, lalas) con diferentes contenidos de cenizas y humedad. El propósito es obtener relaciones matemáticas para estimar el PCS de combustibles obtenidos al mezclar estos componentes en diferentes proporciones.

Referencias bibliográficas

International Organization for Standardization. Solid mineral fuels–Determination of the gross calorific value by the calorimeter bomb method, and calculation of the calorific value. ISO 1928 –1976(E). ISO, 1976

America Society for Testing and Materials: “Standard Test Method for Ash in Wood”. ASTM D1102-84. ASTM, 2001

Magasiner, N.; Alphen, C.V.; Inkson, M.B.; Misplon, B. 2002. Characterising fuels for biomass coal fired cogeneration. International Sugar Journal, v.104, no.1242, p.251-267

Lamb, B.W.; Bolger, R.W. 1977. Combustion of bagasse: literature review. Sugar Technology Reviews v.4 no.2, p.89-130

Wienese, A. 2001. Boilers, boilers fuel and boiler efficiency. Durban, South Africa. Sugar Milling Research Institute. p.275-281

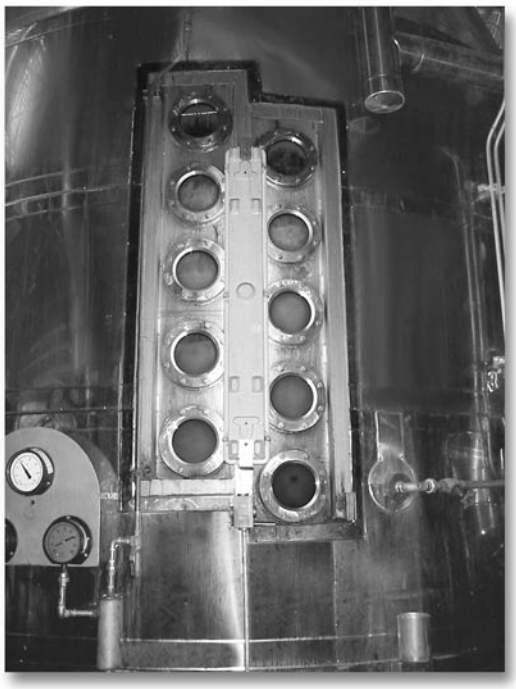
Determinación del agotamiento de miel final en dos ingenios azucareros de Colombia

Julián Astaíza*

Introducción

La miel final es el subproducto que mayor contribución aporta a las pérdidas totales de sacarosa en el proceso de elaboración de azúcar (Broadfoot R., 2001).

En forma ideal, las mieles pueden ser agotadas hasta alcanzar el equilibrio entre la sacarosa cristalizada y la sacarosa remanente en la miel (Meade G.P. y Chen J.C.P., 1991), punto que corresponde al valor mínimo de pureza de la miel para las condiciones de operación de los tachos en cada ingenio (*target purity*). El grado de agotamiento depende principalmente de la solubilidad de la sacarosa en el resto de componentes de la miel (solución impura), el cual es influenciado por la temperatura, la composición y la concentración de los compuestos diferentes a la sacarosa presentes en la miel. Se ha establecido, además, que los azúcares reductores (glucosa y fructuosa) disminuyen la solubilidad de la sacarosa y que la mayoría de las sales inorgánicas (cenizas) tienden a incrementarla (Miller K.F., *et.al*, 1998).



La cristalización o cocimiento se realiza en tachos al vacío y consiste en la formación de cristales de la sacarosa contenida en la meladura.

Los ingenios azucareros colombianos y Cenicaña trabajan desde 1996 en la reducción de las pérdidas de sacarosa en la miel final y en los últimos años el centro de investigación estableció una metodología fundamentada en la utilización de un cristalizador experimental, una herramienta útil para estimar con buena exactitud el grado máximo de agotamiento que se puede lograr en este material (Gil N., *et.al*, 2001). Con la metodología se establece el grado de mejora que podría tener una estación de tachos en un ingenio azucarero. En instalaciones dedicadas a la producción dual de azúcar y alcohol, el agotamiento se estima en la miel B considerada como miel final.

A continuación se presentan las experiencias en dos ingenios azucareros (en adelante ingenios 1 y 2) donde se evaluó el potencial de agotamiento de las mieles finales utilizando la metodología del cristalizador experimental. Las actividades se llevaron a cabo entre el 29 de agosto y el 20 de octubre de 2003 en el Ingenio 1 y entre el 30 de octubre y el 5 de diciembre de 2003 en el Ingenio 2.

Estas experiencias han servido de base para precisar la metodología en condiciones reales de operación de plantas industriales y a partir de ella Cenicaña ofrece el servicio de análisis del potencial de agotamiento de las mieles finales en las instalaciones de los ingenios colombianos.

* Ingeniero Químico. Ingeniero de procesos químicos del Programa de Procesos de Fábrica <jmastaiza@cenicana.org>

Equipos y procedimientos

Para realizar las pruebas de agotamiento de la miel final y estimar la pureza esperada en este material se instalaron en el área de cristalización y centrifugación de cada ingenio un cristalizador experimental (con modificaciones y ajustes menores para asegurar un vacío de 20" Hg), un controlador lógico programable de temperatura (PLC) y un filtro prensa Nutsch. Se utilizó un viscosímetro para verificar las variaciones de viscosidad de las mieles finales considerando que la temperatura, el contenido de materia seca, la pureza y las no-sacarosas contribuyen con esta variación, la cual tiene gran influencia en la cristalización y en la recuperación de azúcar (Broadfoot R., 1983).

El procedimiento que se llevó a cabo fue el siguiente:

1. Se tomaron muestras diarias de miel final provenientes de las centrífugas de C y con éstas se prepararon compuestos semanales.
2. Los compuestos semanales se introdujeron al cristalizador experimental, donde se realizó el agotamiento por 30 horas; después de este lapso se obtiene un material denominado masa del cristalizador experimental.
3. Se realizaron análisis físico-químicos (brix, sacarosa y consistencia) a las muestras de miel final provenientes de las centrífugas de C, y análisis de brix a las muestras tomadas de la masa del cristalizador experimental.
4. Con la ayuda del filtro prensa Nutsch se separó el licor madre de la muestra de masa del cristalizador experimental. La miel obtenida en el Nutsh fue analizada para determinarle sacarosa, brix y viscosidad.
5. Al presentarse variaciones en la viscosidad de las muestras de miel final, se aplicaron las ecuaciones de pureza esperada para valores de viscosidad de 100 y 250 Pa.s.

Resultados

Se presentan los resultados por ingenio con respecto a las comparaciones de brix, porcentaje de sacarosa, pureza y viscosidad de las mieles analizadas.

Ingenio 1:

Por efecto de la evaporación en el cristalizador experimental, el brix de la masa de este equipo aumentó hasta en 6 unidades porcentuales con respecto a las demás muestras analizadas. En la miel obtenida del filtro prensa Nutsh se registraron descensos hasta de 1.5 unidades porcentuales de brix debido a que la malla del filtro retiene algunos sólidos disueltos (sacarosa y no-sacarosa).

Con respecto al porcentaje de sacarosa, en la mayoría de los casos se registró una disminución hasta de 1.5 unidades porcentuales en la miel del Nutsch en comparación con la miel final de las centrífugas de C, como consecuencia del agotamiento realizado en el cristalizador experimental.

Al presentarse una disminución de la sacarosa y un aumento del brix en la miel del Nutsh, la pureza (sacarosa/brix) disminuyó hasta en 3 unidades porcentuales en esta miel con respecto a la pureza en la miel final de las centrífugas de C.

Finalmente, la viscosidad aumentó de manera significativa en la miel del Nutsch en comparación con los resultados en la masa experimental debido a que la temperatura disminuye a medida que transcurre el tiempo de cada ensayo (Cuadro 1).

Ingenio 2:

Por efecto de la evaporación en el cristalizador experimental, el brix de la masa de este equipo aumentó hasta en 7 unidades porcentuales con respecto a las demás muestras analizadas. En la miel obtenida del filtro prensa Nutsh se registraron descensos hasta de 3 unidades porcentuales de brix debido a que la malla del filtro retiene algunos sólidos disueltos (sacarosa y no-sacarosa).

Con respecto al porcentaje de sacarosa, en la mayoría de los casos se registró una disminución hasta de 10 unidades porcentuales en la miel del Nutsch en comparación con la miel final de las centrífugas de C, como consecuencia del agotamiento realizado en el cristalizador experimental.

Al presentarse una disminución de la sacarosa y un aumento del brix en la miel del Nutsh, la pureza (sacarosa/brix) disminuyó hasta en 12 unidades porcentuales en esta miel con respecto a la pureza en la miel final de las centrífugas de C.

Finalmente, la viscosidad aumentó de manera significativa en la miel del Nutsch en comparación con los resultados en la masa experimental, debido a que la temperatura disminuye a medida que transcurre el tiempo de cada ensayo. La diferencia fue de 300% en la última lectura (Cuadro 2).

Cuadro 1. Agotamiento de compuestos semanales de miel final en el Ingenio 1. *Target purity*: 33.46 a 100 Pa.s (viscosidad específica de trabajo en este ingenio).

Miel final de centrífuga de C				Masa del cristalizador experimental[1]	Miel proveniente de la prensa Nutsch				Potencial de agotamiento[2] (%)
Brix (%)	Sacarosa (%)	Pureza (%)	Viscosidad (Pa.s)	Brix (%)	Brix (%)	Sacarosa (%)	Pureza (%)	Viscosidad (Pa.s)	
92.9	27.8	29.9	67		94.8	26.3	27.7	701	2.2
90.6	27.9	30.8	80		92.3	27.2	29.5	257	1.3
91.7	28.0	30.6	95		95.9	26.5	27.6	576	3.0
89.4	28.6	32.0	111	95.9	94.5	28.6	30.3	218	1.7
92.6	28.4	30.7	75		95.7	28.9	30.2	329	0.5
91.6	29.8	32.5	77	96.4	94.8	28.6	30.1	510	2.4
90.9	29.8	32.8	92	95.2	93.9	30.1	32.0	328	0.8

1. Lecturas esporádicas
2. Se obtiene de la diferencia entre las purezas de la miel final de centrífuga de C y la miel del Nutsch.

Cuadro 2. Agotamiento de compuestos semanales de miel final en el Ingenio 2. *Target purity*: 28.10 a 250 Pa.s (viscosidad específica de trabajo en este ingenio).

Miel final de centrífuga de C				Masa del cristalizador experimental[1]	Miel proveniente de la prensa Nutsch				Potencial de agotamiento[2] (%)
Brix (%)	Sacarosa (%)	Pureza (%)	Viscosidad (Pa.s)	Brix (%)	Brix (%)	Sacarosa (%)	Pureza (%)	Viscosidad (Pa.s)	
92.6	33.7	36.4	302	97.0	94.6	27.0	28.5	600	7.9
90.6	33.7	37.2	169	95.6	92.6	24.7	26.7	423	10.5
92.2	37.0	40.1	142	95.1	93.5	27.4	29.3	325	10.8
90.5	34.6	38.2	199	96.2	94.5	24.7	26.1	571	12.1
88.3	35.0	39.7	119	95.7	92.4	29.0	31.4	435	8.3

1. Lecturas esporádicas
2. Se obtiene de la diferencia entre las purezas de la miel final de centrífuga de C y la miel del Nutsch.

Conclusiones y recomendaciones

De acuerdo con los resultados, a continuación se presentan las conclusiones y las recomendaciones para cada ingenio.

Ingenio 1:

Se concluye que la operación del área de cristalización es eficiente en este ingenio donde, además de haber alcanzado el grado de pureza esperada en la miel final, se obtuvieron valores bajos de agotamiento potencial para la misma.

Para obtener niveles aún más altos de agotamiento en la miel final, se podría evaluar la operación de cristalizadores y centrífugas de masa C.

Ingenio 2:

En este ingenio se concluye que la operación en las estaciones de tachos y centrífugas es deficiente, dado que tanto el agotamiento como la diferencia del *target purity* con respecto a la pureza de la miel final del ingenio estuvieron alrededor de las 12 unidades porcentuales.

En vista de lo anterior se sugiere considerar los siguientes aspectos:

- Evaluar el sistema de semillamiento y elaboración del cristal para pie de templa.
- Evaluar la elaboración de las templas de C.
- Proponer estrategias para prolongar el tiempo de agotamiento a las templas de C teniendo en cuenta que en este ingenio no se cuenta con cristalizadores.

Referencias bibliográficas

Broadfoot, R. 1983. Viscosity constraints in the recovery crystallization step of raw sugar manufacture. Proceedings of 11th Australian Conference on Chemical Engineering. Chemeca 83. p. 29-36.

Broadfoot, R. 1991. Aspects of sucrose losses: impact on profitability competitiveness and the environment. En: XXIV Congress International Society Sugar Cane Technologists, Brisbane, Australia, 17-21 september 2001. Proceedings. Mackay, Australia, ISSCT. v.1. p.339-340

Gil, N.; Briceño, C.O.; Palma, A.E. 2001. Determination of target purity for colombian exhaust molasses. En: XXIV Congress International Society Sugar Cane Technologists, Brisbane, Australia, 17-21 september 2001. Proceedings. Mackay, Australia, ISSCT. v.1. p.368-370

Meade, G.P.; Chen, J.C.P. 1991. Manual del azúcar de caña; para fabricantes de azúcar de caña y químicos especializados. Trad. por Carlos Alberto García Ferrer y Constantino Álvarez Medina. México, Limusa. p.465-472

Miller, K.F.; Ingram, G.D.; Murry, J.D. 1998. Exhaustion characteristics of Australian molasses. Proceedings Australian Society Sugar Cane Technologists, 20, 1998. MacKay, Australia, ASSCT. p.506-513

Clima y producción de caña y azúcar en el valle del río Cauca a septiembre de 2004

Alberto Palma Z.; Liliana Ma. Calero; Enrique Cortés*

Se presentan los resultados de la actividad azucarera correspondientes a las cosechas realizadas por once ingenios azucareros tanto en tierras con manejo directo de éstos como en tierras de proveedores de caña, acumulados entre enero y septiembre de 2004. Los ingenios analizados son: Central Castilla, Central Tumaco, Incauca, La Cabaña, Manuelita, Mayagüez, Pichichí, Providencia, Riopaila, Risaralda y Sancarlos. Los índices de fábrica provienen del Sistema de Intercambio de Información Estandarizada, en el cual participan los mismos ingenios excepto Central Tumaco. El comportamiento del clima se basa en los registros de 29 estaciones pertenecientes a la Red Meteorológica Automatizada del sector azucarero.

Clima

De acuerdo con los registros de 29 estaciones automáticas, el clima regional presentó las siguientes particularidades durante los primeros nueve meses de 2004 (enero a septiembre), en comparación con los valores registrados durante el mismo período de 2003:

- Precipitación media: valor acumulado de 636 mm en promedio a septiembre de 2004; disminución de 114 mm (15.2%) con respecto a 2003.
- Radiación solar media diaria: valor promedio de 412 cal/cm^{2}xdía en 2004; disminución de 13 cal/cm^{2}xdía (3.1%) en comparación con 2003.
- Oscilación diaria de la temperatura: valor promedio de 11.4 °C; incremento de 0.2 °C con respecto a 2003.
- Condición climática externa normal, con sobrecalentamiento. Igual para los dos años.

Al comparar los registros de los primeros nueve meses de 2003 y 2004 con los valores multianuales (1994-2004) para los mismos meses, se observa que durante los dos últimos años la precipitación acumulada ha sido inferior al promedio climatológico, 88% y 75% de los valores acostumbrados, respectivamente. La oscilación de la temperatura ha sido superior a la normal (102% y 104% del valor acostumbrado). La radiación solar en 2003 fue superior a la normal (102%) mientras que en 2004 fue inferior (99%).

* Respectivamente: Matemático, M.Sc.; biometrista del Servicio de Análisis Económico y Estadístico <aepalma@cenicana.org>. Química, M.Sc., química del Programa de Procesos de Fábrica <lmcalero@cenicana.org>. Ingeniero Meteorólogo, M.Sc., meteorólogo de la Superintendencia de la Estación Experimental <ecortes@cenicana.org>

Campo y cosecha

Entre enero y septiembre de 2004 se registraron incrementos en los principales indicadores de la actividad azucarera, con respecto a los resultados del mismo período en 2003: el área cosechada creció en 0.7%; las toneladas totales de caña cosechada aumentaron en 3.3%; las toneladas de caña por hectárea (TCH), en 2.6%; las toneladas totales de azúcar fueron mayores en 3.8%; el rendimiento en azúcar fue superior en 0.8%; la edad de cosecha, el número de corte, las toneladas de azúcar por hectárea (TAH) y por hectárea-mes (TAHM) también aumentaron (Cuadro 1).

En los siete primeros meses de 2004 el promedio de las TCH fue superior al promedio registrado entre enero y julio de 2003. En agosto y septiembre diminuyó, lo cual se atribuye al exceso de lluvias durante las cosechas realizadas en junio de 2003 que pudo afectar el desarrollo y la producción de las socas cosechadas en 2004 (Figura 1).

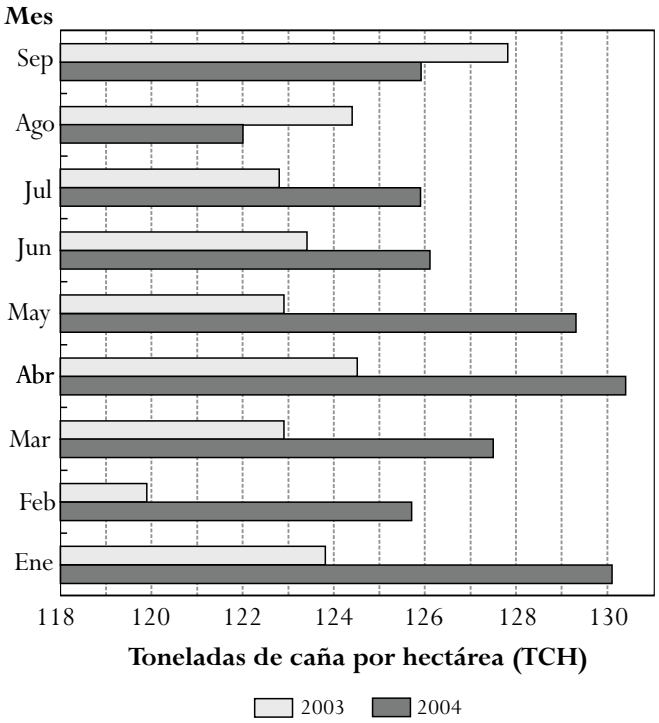


Figura 1. Toneladas de caña por hectárea (TCH) producidas entre enero y septiembre de 2004 en la industria azucarera colombiana (promedios mensuales de once ingenios).

Cuadro 1. Indicadores de productividad de la industria azucarera colombiana entre enero y septiembre de 2003 y 2004. Datos de once ingenios: Central Castilla, Central Tumaco, Incauca, La Cabaña, Manuelita, Mayagüez, Pichichí, Providencia, Riopaila, Risaralda y Sancarlos.

Indicador	Acumulado enero a septiembre		Diferencia 2003-2004 (%)
	2003	2004	
Área neta cosechada (ha)	124,784	125,685	0.7
Número de suertes cosechadas	14,949	15,689	5.0
Edad de corte (meses)	13.5	13.8	2.2
Toneladas de caña por hectárea (TCH)	124	127	2.6
Toneladas de caña por hectárea-mes (TCHM)	9.3	9.3	0.0
Toneladas de azúcar por hectárea (TAH)	14.6	15.1	3.4
Toneladas de azúcar por hectárea-mes (TAHM)	1.09	1.10	0.9
Total de toneladas de caña (miles)	15,406,955	15,908,952	3.3
Total de toneladas de azúcar (miles)	1,812,641	1,881,404	3.8
Rendimiento comercial (%)	11.8	11.9	0.8
Número de corte	4.1	4.3	4.9
Precipitación media (mm)*	750	636	-15.2
Oscilación media diaria de la temperatura (°C)*	11.2	11.4	0.2°C
Radiación solar media diaria (cal/cm^{2}xdía)*	425	412	-3.1
Condición climática externa	Normal (sobrecalentamiento)	Normal (sobrecalentamiento)	-

* Valores multianuales entre enero y septiembre (1994-2004, promedios para el valle del río Cauca): precipitación media, 851 mm; oscilación media diaria de la temperatura, 11 °C; radiación solar media diaria, 415 cal/cm^{2}xdía.

El rendimiento en azúcar fue superior a partir de marzo de 2004 en comparación con los mismos meses de 2003 (Figura 2), lo cual se relaciona con la disminución de las precipitaciones y el aumento de la oscilación de la temperatura entre un año y otro.

Con respecto a la participación de las variedades de caña en el área cosechada, únicamente se registraron incrementos en la participación de CC 85-92 y CC 84-75. Al finalizar septiembre de 2004 la variedad CC 85-92 ocupaba el 52% del área cosechada, con cifras acumuladas de 132 TCH y 12% de rendimiento en promedio entre enero y septiembre (Cuadro 2, Figura 3).

Para el análisis de la productividad en las diferentes zonas agroecológicas se consideraron 26 zonas que acumulan el 93% del área cosechada durante el período de observación. La producción de caña por hectárea fue superior que el promedio (127 TCH) en 13 zonas, mientras que el rendimiento en azúcar fue superior que el promedio (11.9%) en 14 zonas. Las seis zonas más cosechadas fueron, en su orden, 6C1, 2C0, 6C0, 2C1, 9C3 y 5C1 (Cuadro 3).

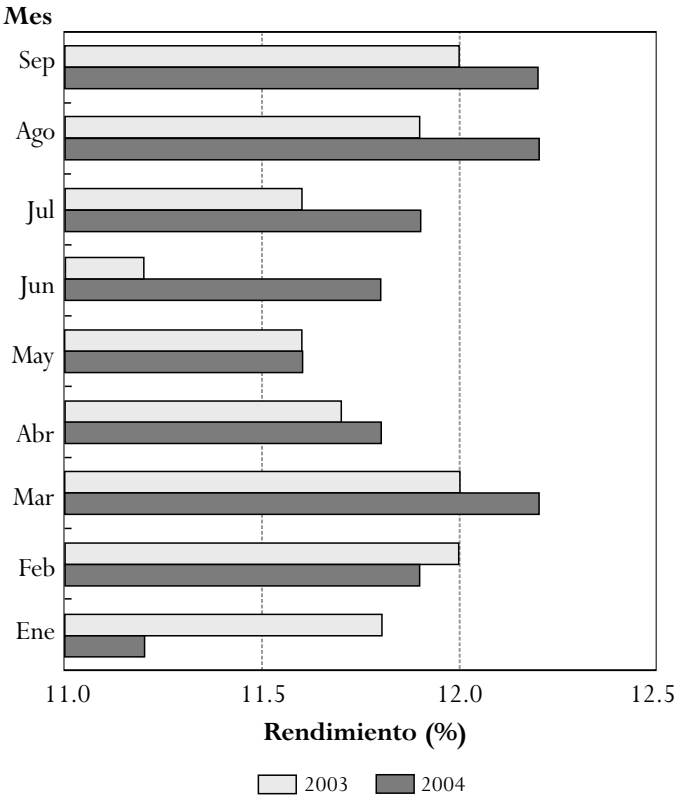


Figura 2. Rendimiento comercial en azúcar entre enero y septiembre de 2004 en la industria azucarera colombiana (promedios mensuales de once ingenios).

Cuadro 2. Resultados de productividad de las variedades cosechadas entre enero y septiembre de 2004. Área total cosechada: 125,685 ha. Datos de once ingenios.

Variedad	Área (%)	TCH	Rendimiento (%)	TAH	TCHM	TAHM	Edad (meses)	Corte (no.)
CC 85-92	52.3	132	12.0	15.9	9.7	1.17	13.8	3.6
CC 84-75	16.5	123	11.7	14.4	9.0	1.05	14.0	3.7
V 71-51	10.5	125	11.6	14.5	9.1	1.06	13.9	6.6
PR 61-632	4.5	124	11.9	14.6	9.1	1.07	13.8	5.4
MZC 74-275	4.1	120	12.3	14.7	8.6	1.06	14.1	7.7
Miscelánea	2.8	117	11.8	13.8	8.5	1.00	14.0	3.9
RD 75-11	2.3	103	11.7	12.0	7.3	0.86	14.2	5.9
Co 421	1.0	115	10.9	12.5	8.4	0.91	13.9	6.2
CC 87-434	1.0	107	12.2	13.1	7.9	0.96	13.7	4.5
CC 87-505	0.8	111	11.9	13.2	8.1	0.96	14.1	2.2
MZC 84-04	0.8	128	12.2	15.7	9.2	1.13	14.0	3.0
MZC 82-11	0.6	124	12.2	15.2	9.2	1.12	13.6	6.6
CC 85-63	0.3	115	12.3	14.2	8.7	1.06	13.4	8.4
CC 84-56	0.3	116	10.8	12.6	8.6	0.93	13.6	5.5
CC 93-7513	0.2	122	11.6	14.2	9.8	1.13	12.5	2.2
Desviación estándar								
Mínima		17.1	0.5	2.0	1.1	0.12	0.9	1.0
Máxima		30.7	1.2	3.6	2.0	0.28	2.4	5.6

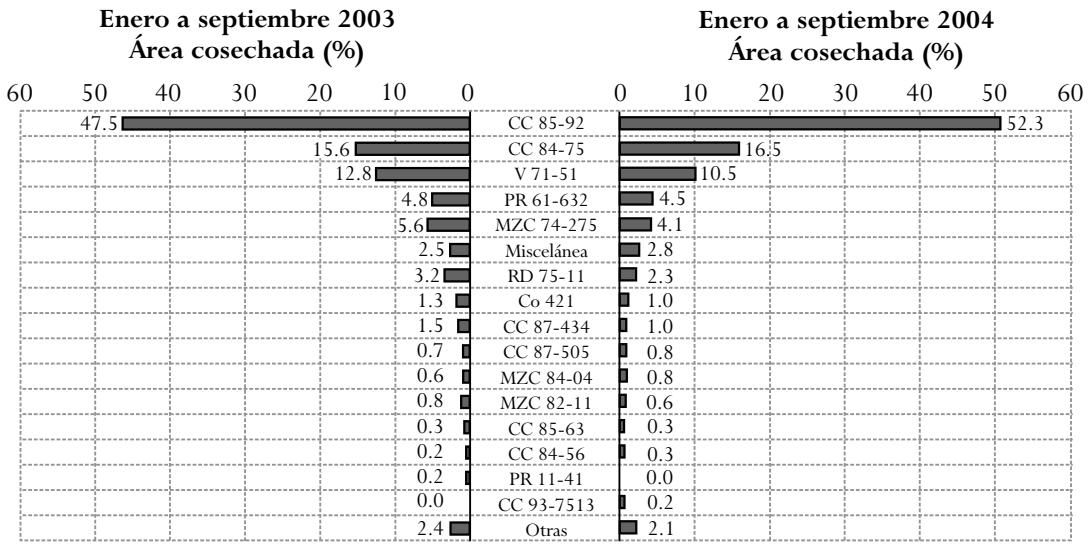


Figura 3.

Distribución porcentual del área cosechada por variedad de caña de azúcar. Datos acumulados entre enero y septiembre de 2003 y 2004 reportados por once ingenios.

Cuadro 3. Resultados de productividad por zona agroecológica entre enero y septiembre de 2004. Área total cosechada: 125,685 ha. Datos de once ingenios.

Zona Agroecológica	Área (%)	TCH	Rendimiento (%)	TAH	TCHM	TAHM	Edad (meses)	Corte (no.)
6C1	10.8	125	12.0	15.1	9.4	1.13	13.5	4.0
2C0	9.3	137	12.0	16.6	10.1	1.22	13.7	4.8
6C0	8.3	131	12.0	15.7	9.7	1.17	13.6	4.8
2C1	7.3	132	11.8	15.5	10.2	1.19	13.1	4.4
9C3	6.4	117	11.8	13.8	8.0	0.95	14.8	3.7
5C1	6.3	126	11.9	15.1	9.2	1.10	13.9	4.3
1C0	4.0	134	12.2	16.4	10.1	1.23	13.4	4.7
9C4	3.5	121	11.5	13.9	8.3	0.95	14.8	4.0
9C2	3.3	126	11.7	14.8	9.5	1.11	13.5	4.1
5C2	3.2	125	11.5	14.4	9.2	1.06	13.7	4.7
1C1	3.2	129	12.2	15.8	9.7	1.19	13.4	4.2
8C2	2.8	126	11.8	14.8	9.1	1.07	14.0	4.8
6C2	2.6	123	12.5	15.4	8.6	1.08	14.6	4.2
10C1	2.5	101	12.5	12.5	7.7	0.96	13.2	3.4
7C2	2.5	117	11.8	13.9	9.2	1.09	12.8	3.3
9C1	2.2	127	11.9	15.1	9.5	1.12	13.6	4.3
8C1	2.1	130	12.1	15.7	9.4	1.13	14.1	4.1
2C2	1.9	133	11.9	15.8	9.3	1.10	14.7	4.8
4C0	1.9	134	12.1	16.2	10.0	1.21	13.5	4.2
3C1	1.5	105	12.1	12.7	7.9	0.96	13.5	3.5
5C3	1.4	115	11.5	13.2	8.8	1.01	13.4	4.0
8C0	1.2	135	12.4	16.7	10.1	1.25	13.5	5.5
3C2	1.1	106	12.3	13.0	7.6	0.94	14.0	4.1
4C1	1.1	132	12.0	15.8	9.4	1.13	14.1	4.2
6C3	1.1	127	12.5	16.0	8.6	1.08	15.0	4.7
2C3	1.0	129	11.6	15.0	9.2	1.07	14.1	5.8
Desviación estándar								
Mínima		8.6	0.18	0.9	0.8	0.08	0.24	0.9
Máxima		33	1.4	4.1	2.6	0.33	2.5	4.1

Entre enero y septiembre de 2004 se registraron incrementos en los principales indicadores de la actividad azucarera, con respecto a los resultados del mismo período en 2003.

Con respecto a los resultados de las variedades, se desatacó CC 85-92 con producciones de caña entre 123 TCH y 143 TCH en las zonas agroecológicas 6C0, 5C1, 9C3 y 6C1 y rendimientos en azúcar superiores a 12% en las zonas 2C1, 5C1, 9C3 y 6C1. Con la variedad CC 84-75 se registraron producciones superiores a 130 TCH en las zonas agroecológicas 2C1 y 2C0 y con CC 87-434, valores superiores a 140 TCH en las zonas 9C3 y 2C1 y rendimientos superiores a 12% en 2C0, 6C0, 2C1, 5C1 y 9C3 (Figuras 4 y 5).

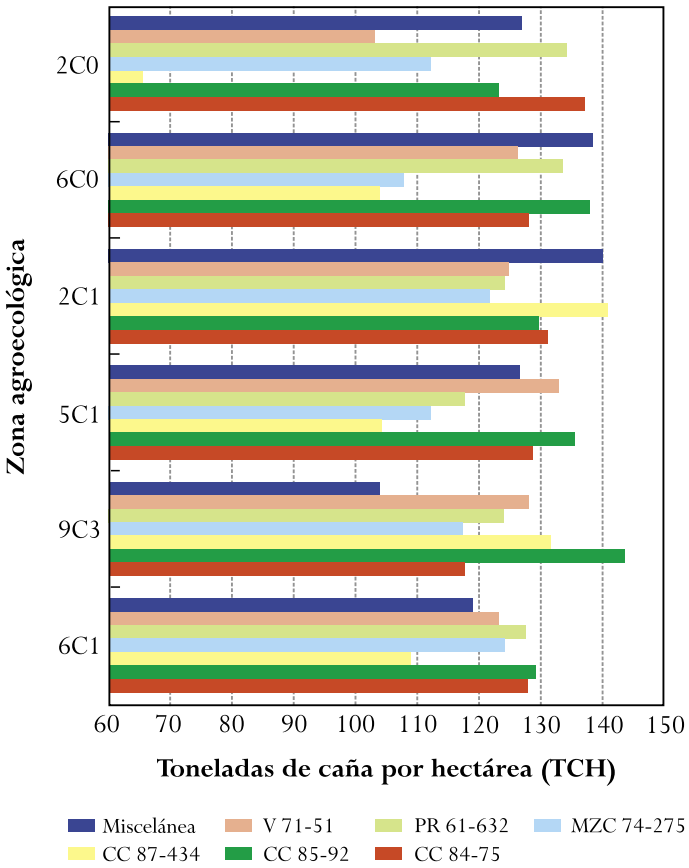


Figura 4. Toneladas de caña por hectárea (TCH) de las variedades de caña de azúcar cosechadas entre enero y septiembre de 2004 según zona agroecológica. Datos de once ingenios.

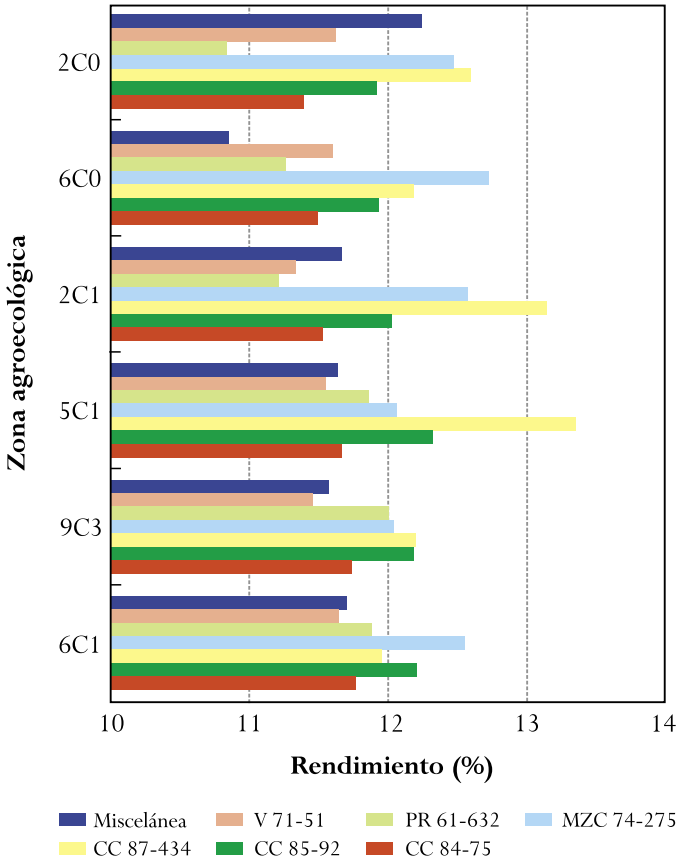


Figura 5. Rendimiento comercial en azúcar (%) de las variedades de caña de azúcar cosechadas entre enero y septiembre de 2004 según zona agroecológica. Datos de once ingenios.

Fábrica

La información sobre los resultados de los principales indicadores de fábrica corresponde a los datos reportados por los ingenios Central Castilla, Incauca, La Cabaña, Manuelita, Mayagüez, Pichichí, Providencia, Riopaila, Risaralda y Sancarlos que participan en el Sistema de Intercambio de Información Estandarizada Interingenios.

En estos ingenios, entre enero y septiembre de 2004 se registró una molienda acumulada de 15,607,440 toneladas de caña, cantidad superior en 302,939 toneladas con respecto al mismo período de 2003. De igual manera, la producción de azúcar creció en 55,864 toneladas entre un año y otro (Figura 6). Los resultados acumulados a septiembre de 2004 para estas dos variables son los más altos desde 1998, año en el cual comenzó a funcionar el sistema de información de fábrica (Figura 7).

Con respecto al contenido de sacarosa en caña, a partir de febrero de 2004 se observaron incrementos que, en combinación con el aumento de la cantidad de caña molida, conllevaron valores de rendimiento real con base en 99.7° Pol (porcentaje de azúcar recuperado por tonelada de caña molida) superiores a los de 2003. El rendimiento fue de 11.94% en promedio, mayor en 0.13 unidades al registrado en 2003. La fibra industrial en caña no presentó una tendencia definida en el transcurso del último año (Figura 8). Las pérdidas de sacarosa en bagazo y en miel final aumentaron con respecto a los promedios de 2003; los valores de sacarosa en bagazo disminuyeron en febrero y junio, mientras que en la miel final fueron más bajos en mayo y julio entre un año y otro (Figura 9).

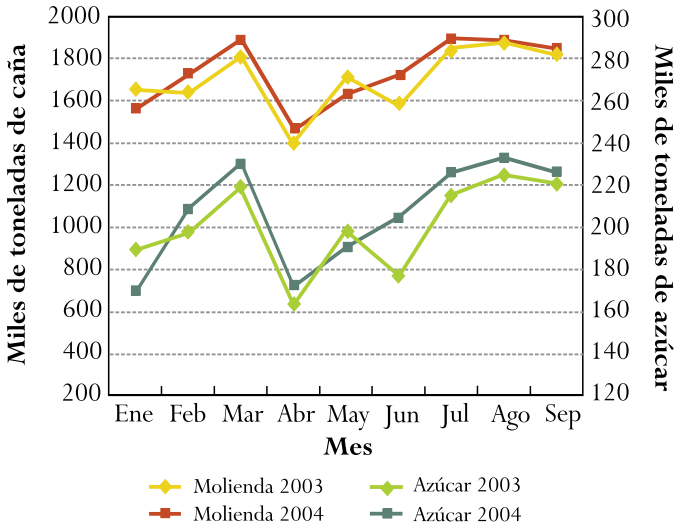


Figura 6. Caña molida y azúcar producido por la industria azucarera colombiana entre enero y septiembre de 2003 y 2004. Datos de diez ingenios.

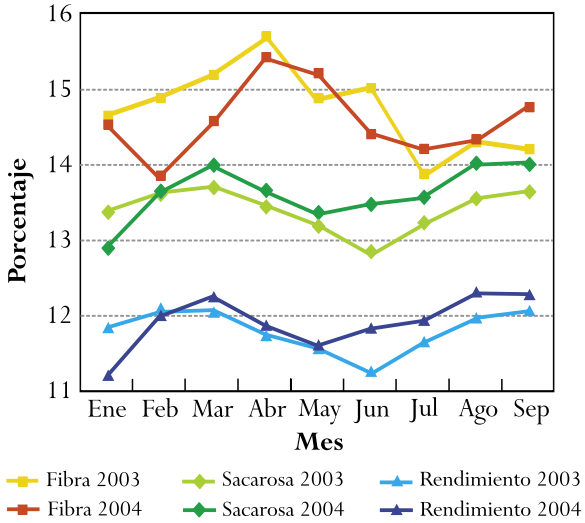


Figura 8. Fibra industria (% caña), sacarosa (% caña) y rendimiento real (% caña) en la industria azucarera colombiana entre enero y septiembre de 2003 y 2004. Datos de diez ingenios.

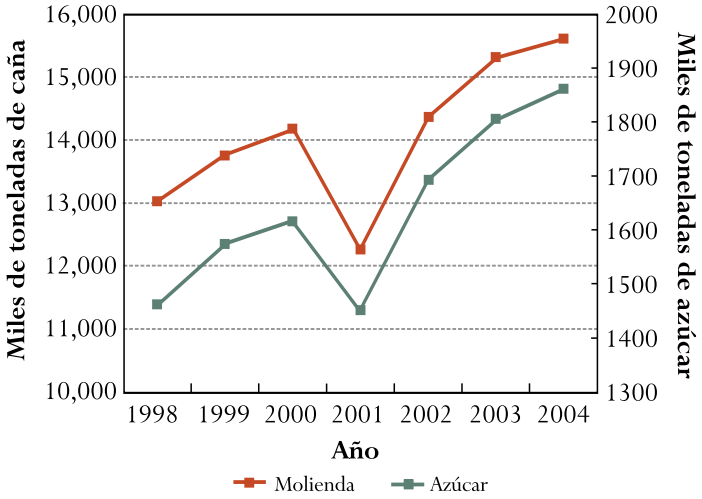


Figura 7. Caña molida y azúcar producido por la industria azucarera colombiana entre enero y septiembre, años 1998 a 2004. Datos de diez ingenios.

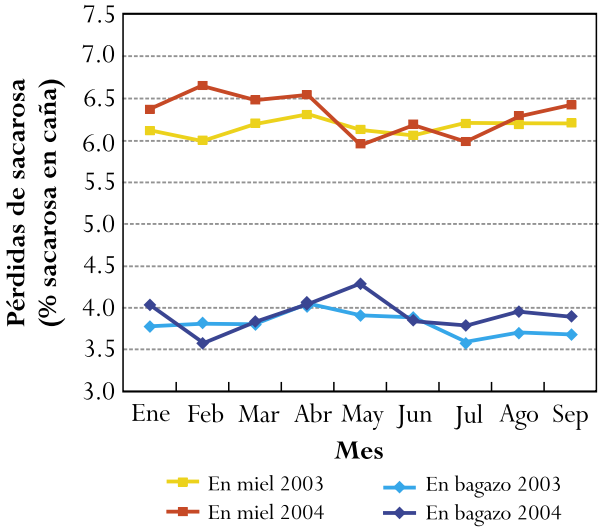


Figura 9. Pérdidas de sacarosa en bagazo y en miel final (% sacarosa en caña) en la industria azucarera colombiana entre enero y septiembre de 2003 y 2004. Datos de diez ingenios.

Boletín climatológico: tercer trimestre de 2004

Red Meteorológica Automatizada del Sector Azucarero Colombiano

Enrique Cortés B. *

Estación	Temperatura (ºC) Mínima Absoluta	Mínima Media	Media 3 meses	Máxima Media	Máxima Absoluta	Oscilación media diaria	Humedad relativa (%)	Precipitación Acumulado en 3 meses (mm)	ETP x PENMAN Acumulado en 3 meses (mm)	Radiación solar media 3 meses (cal/cm²/día)
Viterbo	15.2	17.9	22.8	30.4	34.3	12.5	82	483.0	404.9	459.0
Risaralda	16.3	18.6	23.4	31.0	34.7	12.4	83	423.7	361.9	449.1
Cartago	16.2	18.7	23.8	31.7	35.3	12.9	77	302.1	391.8	485.1
Zarzal	15.5	18.3	23.5	30.9	34.4	12.6	74	197.9	* s/d	* s/d
La Paila	15.7	18.7	23.4	30.6	33.5	12.0	76	250.6	382.3	397.4
Bugalagrande	* f/s	* f/s	* f/s	* f/s	* f/s	* f/s	* f/s	196.2	* f/s	* f/s
Riofrío	15.1	18.1	23.2	30.5	34.2	12.4	75	251.7	357.2	404.8
Tuluá	15.3	18.2	23.1	30.1	33.5	11.9	77	228.8	378.3	430.3
Yotoco	16.3	18.6	23.5	30.1	33.9	11.5	72	197.2	388.6	415.8
Guacarí	16.0	18.6	23.3	30.4	34.2	11.8	84	138.8	410.0	429.5
Ginebra	**15.3**	**18.1**	**22.6**	**29.1**	**33.7**	**11.1**	**79**	102.0	* s/d	* s/d
Amaime	15.7	18.3	22.7	29.5	33.8	11.3	78	150.8	402.8	405.3
San Marcos	16.3	18.9	23.7	30.5	34.7	11.6	83	86.0	647.9	463.2
Palmira - La Rita	15.0	17.9	22.7	30.0	34.4	12.0	87	163.5	420.5	378.4
Arroyohondo	15.2	18.3	23.5	30.2	34.5	11.9	81	106.2	384.3	406.0
Palmira - S. José	14.3	17.7	22.6	29.4	33.5	11.7	75	121.1	290.1	363.4
Aeropuerto	15.5	18.4	23.4	30.5	34.8	12.1	83	121.2	456.3	441.5
Base Aérea	**16.2**	**18.8**	**24.4**	**32.0**	**36.1**	**13.3**	**68**	* s/d	* s/d	**420.6**
Candelaria	14.7	18.1	23.1	30.3	35.2	12.2	73	201.6	373.6	409.4
Pradera	15.3	18.0	22.5	29.2	34.0	11.3	74	98.7	345.6	334.8
Meléndez	15.4	18.4	23.4	30.3	34.7	11.9	73	154.4	* s/d	450.5
Cenicaña	15.4	18.6	23.2	29.6	34.0	11.0	79	100.5	381.6	351.7
Jamundí	13.7	17.6	23.0	30.3	34.8	12.8	75	143.3	341.3	401.4
Bocas del Palo	14.9	18.3	23.3	31.0	35.4	12.7	74	75.2	* s/d	441.8
Ortigal	14.2	17.9	23.1	30.1	35.4	12.2	74	84.4	356.3	397.5
Miranda	14.8	18.1	22.9	29.8	34.5	11.7	87	159.1	343.2	406.2
Naranjo	**15.0**	**18.2**	**23.7**	**30.9**	**34.6**	**12.7**	**70**	111.9	* s/d	**363.5**
Corinto	16.3	18.5	23.0	28.8	33.4	10.3	70	162.6	* s/d	375.5
Santander de Q.	14.4	17.8	23.1	30.3	34.9	12.5	**71**	152.7	312.3	386.8
Mínima	13.7	17.6	22.5	28.8	33.4	10.3	68	75.2	290.1	334.8
Media	15.3	18.3	23.2	30.3	34.4	12.0	77	177.3	387.2	410.3
Máxima	16.3	18.9	24.4	32.0	36.1	13.3	87	483.0	647.9	485.1
Total								4965.2	8130.8	10,668.7
Convenciones	Alto Normal Bajo	Alto Normal Bajo	Alto Normal Bajo	Alto Normal Bajo	Alto Normal Bajo	Alto Normal Bajo	Alto Normal Bajo	Alto Normal Bajo	Alto Normal Bajo	Alto Normal Bajo

Con negrilla: dato incompleto
* s/d: sin dato; f/s: fuera de servicio

www.cenicana.org/clima/index.php

* Ingeniero Meteorólogo, Cenicaña. <ecortes@cenicana.org>

La potencialidad de un programa de derivados de la caña y el azúcar

Carlos Omar Briceño; Jesús Eliécer Larrahondo*

Introducción

El desarrollo y el uso industrial de nuevos productos provenientes de la caña de azúcar han aumentado considerablemente durante la última década, junto con la solicitud de las patentes y la construcción de las plantas industriales correspondientes (Geplacea-Icidca, 1988; SPRI, 2004; Zuckerindustrie, 1992). Los países con programas de diversificación más desarrollados son China, Cuba, Brasil, India, Taiwán y Sudáfrica y, en menor escala, México, Perú, Egipto, Irán y Tailandia.

De acuerdo con el nivel de tecnología y la complejidad de los procesos involucrados en la generación de los productos, la inversión de capital y la investigación asociadas, se han establecido las siguientes agrupaciones:

- Primera generación: productos derivados de la caña de azúcar y sub-productos obtenidos en el proceso de producción azucarera (mieles de ganadería, bagacillo predigerido, mezclas de miel-urea-bagacillo)
- Segunda generación: productos que utilizan como materia prima derivados o productos intermedios del proceso de producción azucarera (tableros, miel proteica, levadura forrajera, furfural, alcohol, pulpa y papel)
- Tercera generación: productos obtenidos a través de la transformación química o bioquímica del azúcar y derivados de segunda generación (solventes orgánicos para fermentación, esteres para recubrimientos (SAIB))
- Cuarta generación: productos obtenidos a partir de derivados de segunda y tercera generación mediante el uso de tecnologías de alta complejidad química y bioquímica (fitosteroles, alcoholes de alto peso molecular, grasas insaturadas, aminoácidos, soporte para enzimas inmovilizadas, componentes antioxidantes).

En este documento se relacionan algunas áreas potenciales de desarrollo y comercialización en el mundo y en el sector azucarero colombiano, y se presenta información sobre el proceso y los costos de un caso concerniente a la producción de plástico biodegradable en Brasil.

* Respectivamente: Ingeniero Químico, M.Sc.; director Programa de Procesos de Fábrica <cobricen@cenicana.org>. Químico, Ph.D.; químico jefe Programa de Procesos de Fábrica <jelarrah@cenicana.org>

Algunas áreas de posible desarrollo y comercialización

Los productos que se relacionan a continuación son algunos de los que podrían ser propuestos para un eventual programa de diversificación, previo estudio de mercados, de acuerdo con los criterios básicos siguientes: demanda y precios atractivos; balance energético eficiente; compatibilidad con la preservación del medio ambiente; selección de alternativas que den los resultados más ventajosos; esquemas tecnológicos integrados para la producción alternativa de azúcar y derivados; tamaño económico flexible.

- Proteína unicelular a partir de bagacillo y mieles finales
- Alcohol carburante
- Energía eléctrica a partir del uso de residuos de caña
- Pigmentos o colorantes naturales para la industria de alimentos (compuestos antioxidantes) a partir de residuos de caña como hojas y cogollos
- Glucosa para las industrias farmacéutica, veterinaria y de alimentos
- Antibióticos, bioplaguicidas
- Biopolímeros
- Biofertilizantes
- Jarabes ricos en glucosa por inversión de la sacarosa y su posterior separación
- Biopolímeros basados en la obtención de ácido láctico
- Enzimas para mejorar procesos fabriles
- Producción de dextranas para uso petroquímico y farmacéutico
- Inóculos para tratamiento de residuos de caña
- Esteres de sacarosa para ser utilizados como surfactantes o tensoactivos en las industrias de cosméticos, agrícolas y de alimentos
- Aditivos químicos para modificar las propiedades de polímeros comerciales como el PVC.

Proyectos con potencial en el sector azucarero colombiano

Para el desarrollo de cualquiera de los proyectos se deben tener en cuenta aspectos de mercado, competitividad, alianzas estratégicas, capital de inversión y producción. Un aspecto de alto impacto lo constituye la decisión de utilizar procesos patentados o invertir en investigación y desarrollo tecnológico propios. Los proyectos con potencial en el sector azucarero colombiano son:

- Jarabes de glucosa (usos en dulcería y chocolatería)
- Tratamiento de la vinaza con *Rhodotorula* sp. para reducir el poder contaminante de la primera
- Ácido láctico (proyecto actualmente en desarrollo por la Corporación Biotec, Sucromiles y Asocaña)
- Hidrólisis ácida del bagazo de caña (para producción de alcohol y alimento para ganado)
- Estudios de levaduras autofloculantes (usadas como floculantes en la industria de alimentos y en la industria alcoholera)
- Pigmentos y/o colorantes naturales a partir de residuos
- Obtención de sucralosa (usado como edulcorante no calórico)
- Obtención de lignina a partir de residuos de cosecha (para obtención de carbón activado y en sistemas de absorción de metales pesados)
- Carbón activado granular a partir de bagazo (usado como filtro de limpieza)
- Obtención de ceras, aceites y resinas a partir de cachaza
- Glutamato monosódico a partir de mieles finales (usado para acentuar sabores en alimentos, dulcería y refrescos)
- Bioplaguicidas (usados en el sector agrícola)

Producción de plástico biodegradable en Brasil: ilustración abreviada

Con el propósito de dar una idea sobre el desarrollo de productos derivados del azúcar y el bagazo de caña, se presenta el caso brasilero de la producción de plástico biodegradable poly 13 hidroxibuturato (PHB) (Bueno Netto *et.al.*, 1993; Derenzo *et.al.*, 1993).

El proceso

El ácido poli 3-hidroxibutírico y los copolímeros relacionados como el ácido 3-hidroxibutiril-3 - hidroxivalérico (PHB-V) son poliésteres naturales sintetizados por un amplio número de organismos, en particular por algunas cepas de bacterias. Estos copolímeros son biocompatibles y se biodegradan total y rápidamente a CO_2 y H_2O por un gran número de microorganismos (Ohura *et.al.*, 1998).

Estos compuestos pueden ser transformados en resinas termoplásticas con propiedades fisico-químicas y mecánicas similares a polímeros petroquímicos.

En Brasil, el proceso establecido se desarrolló mediante una empresa de riesgo compartido (alianzas estratégicas) entre la Cooperativa de Productores de Caña, Azúcar y Alcohol del Estado de Sao Paulo (Copersucar), el Instituto de Investigaciones Tecnológicas de Sao Paulo (IPT) y el Instituto Biomédico de la Universidad de Sao Paulo (ICB) (Bueno Netto *et.al.*, 1993; Derenzo *et.al.*, 1993).

El proceso involucra una etapa de fermentación, en la que una cepa de *Ralstonia eutropha* (Vicente 1998a, b) o *Bhurkolderia* sp. (Da Silva y Gomes, 1998) se lleva aeróbicamente hasta una alta densidad celular dentro de un medio balanceado de caña de azúcar y nutrientes inorgánicos (Figura 1).

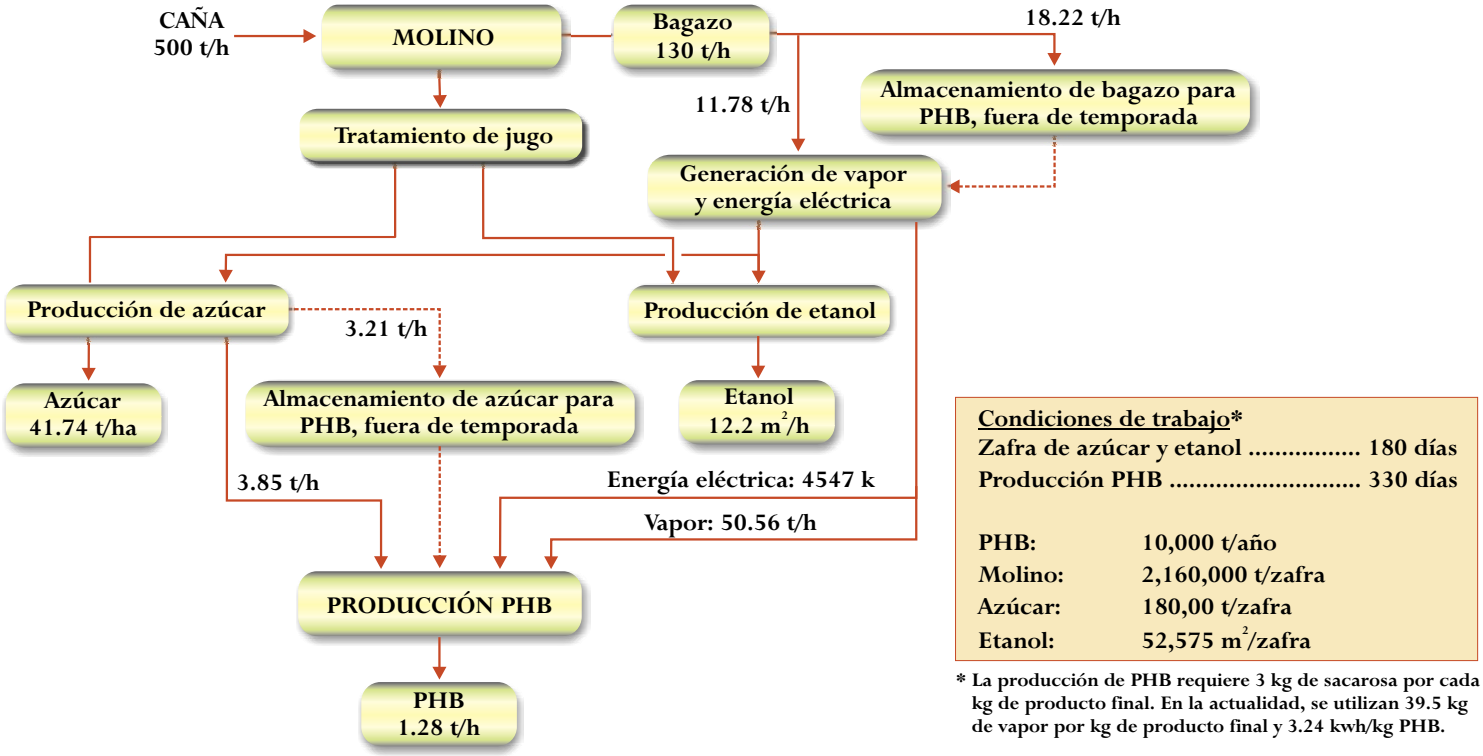


Figura 1. Producción de plástico biodegradable poly 13 hidroxibuturato (PHB).

Fuente: Nonato, R. V.; Mantelatto, P. E.; Rossell, C.E.V. 2001. Integrated production of biodegradable plastic, sugar and ethanol. Appl. Microbiol. Biotechnol (2001) 57:1-5.

El costo del equipo de fermentación para 10,000 toneladas de PHB por año fue de US$15,000,000; la unidad de extracción y purificación tuvo un costo de US$15,000,000 y los servicios estuvieron alrededor de US$5,000,000.

Los costos

Los costos de tierra y construcción fueron de US$900,000 para la planta de fermentación, de US$1,600,000 para las unidades de recuperación de PHB y de US$600,000 para la unidad de servicio. El costo de producción es altamente dependiente del precio del azúcar (aproximadamente 29% del costo final sin incluir impuestos).

Al nivel internacional, el costo de producción del PHB como un todo se ha estimado (Lee and Choi, 1998) en US$2.65/kg de PHB para 100,000 t/año utilizando sacarosa como sustrato y combustibles fósiles. Sin embargo, otro estimado (Bertrand, 1992) para una unidad autónoma usando sacarosa y combustibles fósiles es de US$5.85/kg de PHB para una planta de 30,000 t/año.

Otro aspecto por tener en cuenta es que, con el actual desarrollo tecnológico, el bioproceso utilizado para la producción de PHB requiere más energía que la utilizada en la mayoría de las resinas plásticas petroquímicas (Gerngross, 1999).

Un impacto positivo en la producción de este compuesto es que el balance de carbón se aproxima a cero (Nonato R.V, *et.al.*, 2001), dado que todo el carbón involucrado (tanto como combustible como materia prima) proviene de la caña de azúcar y las emisiones de CO_2 de la fábrica retornan a los campos por fotosíntesis.

Referencias bibliográficas

Bertrand, J.L. 1992. Developpement d'un procédé de fermentation économique pour la production de poly-3-hydroxialcanoates. Ph.D. thesis, Department de Génie, Chimique. Université de Montreal

Briceño Beltrán, C.O.; Larrahondo, J.E. 2003. Perspectivas de la biotecnología industrial en el sector azucarero colombiano. Cali, Cenicaña, 10 p. (Documento de Trabajo, no.537)

Bueno Netto, C. L.; Craveiro, A.M.; Pradella, J.G.C.; Oliveira, M.S.; Maiorano, A.E.; Pinto, A.G.; Saito, R.M. 1993. Processo para produzir polihiohoxialcanoatos a partir de acúcares extraídos da cana de açúcar. Brazilian patent application PI 910311 6 8

Da Silva, L. F.; Gomes, J.C.C. 1998. Cepa mutante de Bhurkolderia sp e método de obtencao da cepa. Brasilian patente PI 9806557 2

Derenzo, S.; Saito, R.M.; Garófalo, G.M.C.; Ribeiro A.M.N.; Bueno Netto, C. L.; Mantelatto, P. E.; Rossell, C.E.V. 1993. Processo de extração de bioplímeros. Brazilian patent application PI 9302312

Geplacea – ICIDCA. 1988. Manual de los derivados de la caña de azúcar. Geplacea. México D. F. Naciones Unidas. PNUD. 252 p.

Gerngross, T.U. 1999. Can biotechnology move us toward a sustainable society? Nat. Biotechnol. 17:541-544

Lee, S.Y.; Choi, J. 1998. Effect of fermentation performance on the economics of poly (3-hydroxybutyrate) production by Alcaligenes latus. Polym. Deg. Stab. 59:387-393.

Nonato, R. V.; Mantelatto, P. E.; Rossell, C.E.V. 2001. Integrated production of biodegradable plastic, sugar and ethanol. Appl. Microbiol. Biotechnol (2001) 57:1-5.

Ohura T.; Aoyagi, Y.; Tagaki, K.; Yoshida, Y.; Kasuya, K.; Doi, Y. 1998. Biodegradation of poly (3-hydroxyalkanoic acids) fibers and isolation of poly (3-hydroxybutyric acid) - degrading microorganisms under aquatic environments. Polym. Deg. Stab. 63:23-29

Saska. M.; Chen. F.; Vatelot. A. 1999. Bagasse to Xylitol Process: preliminary testing. Audubon Sugar Institute. LSU. Int. Sugar JNL. 1999.Vol 101, No. 1207 p. 353-358.

Sugar Processing Research Institute. 2004. Progress report. New Orleans. SPRI, Inc. 14 pp.

Vicente, E.J. 1998a. Cepa Transgénica de Alcaligener Eutrophus e seu método de obtecao. Brazilian patent PI 9806581-5.

Vicente, E.J. 1998b. Cepa mutante de Alcaligener Eutrophus, cepa transgénica de mutante de Alcaligenes Eutrophus e método de obtencao. Brazilian patent PI 9806581-5

Zucherindustrie. 1992. II International workshop on carbohydrates as organic raw materials, Lyon (France, July 2-3, 1992). Berlin, Bartens. p.471-482

Política de manejo de las variedades obtenidas por Cenicaña

La Junta Directiva de Cenicaña aprobó el 5 de agosto de 2004 la política de manejo de las variedades obtenidas por el Centro, en la cual se definen pautas para la entrega de las nuevas variedades a los cultivadores y se dan recomendaciones para la protección de los derechos de obtentor.

A continuación se presenta un resumen de la política, cuyo texto completo se encuentra en www.cenicana.org

1. **Descripción del proceso de obtención de variedades y multiplicación varietal.** Las variedades seleccionadas y producidas por Cenicaña incorporan características fundamentales como alta sacarosa, alta producción de caña y resistencia a enfermedades, y características deseables como resistencia al volcamiento y buen deshoje natural. La selección se realiza para zonas agroecológicas específicas, con prioridad en variedades de alta sacarosa estable.

   El proceso incluye tres estados de selección, pruebas regionales, pruebas de manejo agronómico y seguimiento de las variedades sobresalientes en áreas mayores a las experimentales.

   a) Obtención y selección de variedades para las diferentes zonas agroecológicas. Cada año se inicia un proceso de selección de variedades (serie de selección) en sitios representativos de las condiciones semiseca, húmeda y de piedemonte, el cual comprende tres estados de selección.

   En el Estado I se siembran aproximadamente 120,000 plántulas obtenidas a partir de la semilla sexual de cruzamientos (importaciones y Cenicaña), número que se reduce gradual y drásticamente a medida que se avanza en el proceso.

   En el Estado II se evalúan entre 600 y 800 clones y pasan al Estado III entre 40 y 50 clones. Luego se establecen las pruebas regionales, en las cuales se evalúan entre 5 y 10 clones y se destacan por lo general entre 2 y 5 variedades que son mejores que los testigos comerciales en productividad y rentabilidad. Este proceso de selección tarda actualmente nueve años.

   Las pruebas regionales se establecen mediante convenios entre Cenicaña y los ingenios azucareros, para lo cual se firma un formulario cooperativo. Se localizan en zonas agroecológicas representativas del área sembrada con caña y la evaluación se realiza durante tres cortes (plantilla y dos socas).

   Las mejores variedades en la plantilla de las pruebas regionales se llevan a pruebas de paquete tecnológico, un proceso de evaluación durante tres cortes para determinar el manejo agronómico de acuerdo con la respuesta de cada variedad a la fertilización con nitrógeno y potasio (dos niveles por lo menos), la aplicación de madurador (dos niveles) y la edad de cosecha (dos o tres edades).

   Los resultados de tercer corte de las pruebas regionales y segundo corte de las pruebas de paquete tecnológico se suman a las observaciones realizadas periódicamente por los profesionales de Cenicaña, los responsables del área de agronomía de los ingenios y los integrantes del Comité de Variedades, y son la base para documentar la selección de las nuevas variedades.

   Las variedades más destacadas son descritas en el Catálogo de Variedades, documento que incluye información sobre la caracterización morfológica de las variedades, las zonas agroecológicas de mayor potencial y algunos resultados experimentales de manejo agronómico (plantilla y primera soca).

b) Multiplicación y seguimiento. En el proceso de multiplicación de las mejores variedades, Cenicaña supervisa la calidad y la sanidad de la semilla. Para la multiplicación y evaluación de cada nueva variedad en áreas superiores a 30 ha se formaliza con el ingenio interesado un convenio de compromiso. El proceso de multiplicación tarda entre 3 y 4 años. Cenicaña utiliza sistemas de propagación rápida y proporciona semilla a los ingenios.

Debido a la poca cantidad de semilla disponible, el proceso se lleva a cabo en tres fases: se establece un lote de semillero de 3000 m^2, el cual se amplía a 3 ha y finalmente a 30 ó 40 ha con las que se puede hacer una prueba de fábrica. Los resultados se discuten en el Comité de Variedades.

c) Evaluación de variedades a escala semicomercial. Las variedades en pruebas semicomerciales (Artículo 2, Capítulo I, Resolución No. 03034 de diciembre 22 de 1999, ICA) son, en nuestro caso, aquellas que ocupan entre 100 ha y menos del 1% del área total sembrada por la industria azucarera.

En esta etapa de evaluación los ingenios observan la adaptación de las variedades en las zonas agroecológicas y su productividad con diferentes paquetes de manejo agronómico, edad de corte y número de corte, antes de tomar la decisión de multiplicarlas a escala comercial.

Con la información de las pruebas semicomerciales Cenicaña programa el lanzamiento público de las nuevas variedades y las estrategias de divulgación de la información a través de los medios de comunicación disponibles.

Cenicaña publica un documento técnico con la información existente acerca de cada variedad, el cual es difundido en el sector cañicultor.

d) Variedades comerciales. Se entiende por variedad comercial aquella sembrada en un área equivalente al 1% o más del área azucarera. La industria azucarera debe contar con un abanico de variedades y no tener la misma variedad en más del 25% del área total sembrada a fin de evitar riesgos sanitarios.

2. Entrega de variedades a cultivadores de caña de azúcar

Una vez concluida la evaluación semicomercial, los ingenios suministrarán las variedades a los proveedores de caña. Cenicaña también tendrá disponible semilla de las variedades principales.

Cenicaña podrá atender solicitudes de entrega de semilla a los cultivadores interesados en establecer pruebas semicomerciales en zonas agroecológicas determinadas, quienes deben manifestar su compromiso de realizar las evaluaciones tal como se describe en el numeral 1b de este documento. Para el efecto, el cultivador debe firmar el convenio que se determina en el capítulo de Protección y Registro de Variedades (numeral 4 de este documento) y no podrá producirla comercialmente hasta tanto se efectúe el lanzamiento de la variedad y se haga registro ante el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA).

En los eventos con Grupos de Transferencia de Tecnología (GTT) los cultivadores recibirán información sobre el desempeño de las nuevas variedades en las diferentes zonas agroecológicas, su manejo, disponibilidad y suministro de semilla, entre otros aspectos.

3. Protección y registro de variedades

La protección de las obtenciones vegetales en Colombia se hace mediante un sistema *sui generis* previsto en el Acta de la Unión Internacional para la Protección de Obtenciones Vegetales (UPOV) de 1978 y desarrollado y ampliado en la Decisión 345 de la Comunidad Andina de Naciones (Acuerdo de Cartagena).

De conformidad con lo anterior, se considera que las variedades próximas a alcanzar el 1% del área azucarera han terminado con éxito la evaluación en pruebas semicomerciales y por tanto dejan de estar en prueba. Dichas variedades deben ser caracterizadas y registradas ante

el ICA (Decreto 533 del 8 de marzo de 1994 de la Presidencia de la República de Colombia), entidad responsable del registro y la protección de la propiedad intelectual de las obtenciones vegetales.

Para ser inscritas en el Registro Nacional de Variedades Vegetales Protegidas, las variedades deberán cumplir con las condiciones de "novedad, distinguibilidad, homogeneidad y estabilidad y presentar además una denominación genérica adecuada". Una variedad será "considerada nueva si el material de reproducción o de multiplicación, o un producto de su cosecha, no hubiese sido vendido o entregado de otra manera lícita a terceros, por el obtentor o su causahabiente o con su consentimiento, para fines de explotación". Sin embargo, "la novedad no se pierde por venta o entrega de la variedad a terceros, entre otros casos, cuando tales actos sean parte de un acuerdo conforme al cual un tercero realiza pruebas de campo o laboratorio o pruebas de procesamiento en pequeña escala a fin de evaluar la variedad" (Artículos 6, 7, 8 y 9 del Capítulo III, Decisión 345 del 29 de octubre de 1993 de la comisión del Acuerdo de Cartagena).

Dependiendo del potencial observado para cada variedad a través de toda la experimentación y su desarrollo comercial, algunas de ellas deben ser registradas en otros países para evitar la siembra sin el pago de regalías por derechos de obtentor. Las nuevas variedades se deben registrar antes de un año en los países andinos y antes de los cuatro años de haber terminado la fase de prueba semicomercial en los países distintos a los andinos, según el Artículo 8, Capítulo III de la Decisión 345 del 29 de octubre de 1993 de la comisión del Acuerdo de Cartagena.

Las variedades que se encuentren en la etapa semicomercial de multiplicación en las diferentes zonas agroecológicas podrán ser entregadas a Corpoica, Secretarías de Agricultura o Umatas y Universidades para su evaluación y entrega posterior a cultivadores de caña panelera, previa firma de un convenio interinstitucional, en el cual se acuerde que la variedad sólo podrá entregarse a los cultivadores de caña panelera y no podrá venderse o entregarse a otros productores de caña para producción de alcohol o a otros países.

Como se mencionó anteriormente, para iniciar las pruebas regionales se firmará un convenio-contrato entre Cenicaña y el ingenio azucarero interesado, y se definirá cuándo se efectuarán la multiplicación, el seguimiento y las pruebas semicomerciales. Las variedades que se entreguen para prueba no podrán ser comercializadas y sólo podrán ser entregadas a los cultivadores cuando se encuentren en siembra comercial previa firma de un convenio-contrato entre el ingenio, el proveedor y Cenicaña en que el proveedor se compromete a no entregar semilla a un tercero de ninguna nacionalidad. El ingenio azucarero no podrá entregar la variedad a productores de otros países.

Cenicaña podrá entregar variedades a productores y empresas distintos a los vinculados al sector azucarero, que siembren caña para la producción de etanol carburante. En estos casos, Cenicaña cobrará por cada hectárea que se siembre utilizando las variedades producidas por el Centro el equivalente a US$12 por hectárea por año y por el término de diez años. Estos valores serán cobrados a los productores con base en la información que entreguen de sus áreas sembradas, información que Cenicaña podrá verificar y que hará parte de un convenio especial de autorización de uso de la variedad. Todas las variedades que se encuentren en un convenio especial de autorización de uso deberán estar previamente registradas en el ICA y Cenicaña deberá tener los correspondientes derechos de obtentor.

4. **Entrega de variedades a otros países**

A pesar de los convenios actuales y la política de restringir la exportación de nuestras variedades, los nuevos materiales desarrollados por Cenicaña están siendo utilizados por los países de Centro y Sur América. Cenicaña no tiene ningún control sobre el uso de estas variedades y no percibe ningún reconocimiento financiero por su desarrollo con excepción de las entregadas al Ingenio Laredo en el Perú. La política de restringir el uso de nuestras variedades y frenar la exportación es totalmente inefectiva y además existe un interés cada vez más creciente por obtener las variedades Cenicaña Colombia (CC).

De acuerdo con esto se propone la siguiente política de intercambio varietal:

a) En el caso de variedades comerciales de interés en otros países para propagación con fines comerciales, Cenicaña establecerá un convenio especial de autorización de uso de la variedad con la empresa interesada, previo registro de la variedad en el país correspondiente. Cenicaña cobrará por cada hectárea que se siembre utilizando las variedades producidas por el Centro el equivalente a US$12 por hectárea por año y por el término de diez años. El cobro empezará a partir de 10 hectáreas sembradas de cada variedad. Estos valores serán cobrados a los productores con base en la información que entreguen de sus áreas sembradas, información que Cenicaña podrá verificar y que hará parte de un convenio especial de autorización de uso de la variedad.

Las reglamentaciones de cada país con respecto a la Protección de Variedades exigen el nombramiento de un representante para efectos de notificaciones y contacto directo. Esta persona será denominada El Representante. El Representante a su vez podrá controlar el área sembrada con las variedades de Cenicaña y cobrará el valor correspondiente por las regalías a que hubiere lugar. Los valores que se le cancelen a El Representante por sus servicios serán definidos previo acuerdo o contrato entre Cenicaña y El Representante.

En algún momento Cenicaña podrá considerar la posibilidad de entregar una variedad (sólo una vez y sin costo) al país que haya entregado a Cenicaña variedades que hayan sido sembradas en más del 5% del área total sembrada por la industria azucarera en Colombia.

b) En el caso de intercambio de germoplasma, Cenicaña podrá intercambiar variedades sin costo alguno con instituciones de investigación que tengan programas de mejoramiento de caña de azúcar, siempre y cuando este material se use únicamente para fines investigativos. Si la entidad que recibe las variedades realiza evaluaciones y surgen variedades promisorias que el centro de investigación receptor considera que los productores pueden usar con fines comerciales, se deberá suscribir un contrato como el establecido en el numeral cuarto, ordinal a) anterior.

Debe quedar explícito que la entidad receptora no puede entregar o vender libremente semilla proveniente de variedades de Cenicaña a ninguna otra entidad o persona en el país o en otros países.

c) En el caso de países de escaso desarrollo tecnológico azucarero, Cenicaña podrá entregar una variedad producida por el Centro para evaluación, previo convenio. Si la variedad es sembrada en un área superior a 100 ha en el país receptor, éste deberá pagar por una sola vez US$20,000.

Dada en Cali a los 5 días del mes de agosto de 2004.

El Director General
ALVARO AMAYA ESTÉVEZ

La Directora Administrativa
NOHRA PÉREZ CASTILLO

SEÑOR CAÑICULTOR

Si cambia de dirección postal, por favor, infórmenos. Sólo así podremos continuar enviándole esta publicación al lugar correcto.

Remita sus datos actualizados incluyendo: nombres y apellidos, cédula de ciudadanía, dirección postal y de correo electrónico, teléfono, fax.

Rte/ Servicio de Cooperación Técnica y Transferencia de Tecnología - Cenicaña
Calle 58 norte Nº 3BN-110
Cali, Colombia

buzon@cenicana.org

Antes de traer

variedades al Valle del Cauca procedentes de otros lugares de Colombia o del exterior, comuníquese con Cenicaña.

El material vegetal debe permanecer en cuarentena para evitar posibles problemas sanitarios que pongan en peligro la productividad de la industria azucarera.

Establezca contacto en Cenicaña con Jorge Ignacio Victoria K. <jivictor@cenicana.org>

www.adpostal.gov.co

PBX
353 5666

Correos de Colombia
ADPOSTAL

Nuestros servicios

CORREO NORMAL - CORREO CERTIFICADO
POSTEXPRESS - EMS - CORRA EMPRESARIAL
SACAS M - NOTIEXPRESS - APARTADOS POSTALES

Subgerencia de Mercadeo: (1) 353 5686
E-mail: mercadeo@adpostal.gov.co
Sección Mercadeo Cali: (2) 881 0055

Atención al Cliente
(1) 357 8183
Fuera de Bogotá: 01800 0111210/ 0111313
E-mail.: quejasdc@adpostal.gov.co

Tarifa postal reducida No. 395 de ADPOSTAL (vence dic./2006)