

Carta Trimestral

AÑO 25 No. 2 Y 3 CALI, COLOMBIA 2003

TEMAS

NOTAS TÉCNICAS E INFORMATIVAS

- Cifras de la agroindustria azucarera colombiana, primer semestre de 2003 3
- VI Congreso Colombiano de la Asociación de Técnicos de la Caña de Azúcar 4
- Estudio detallado de suelos en el valle del río Cauca 6
- Taller internacional de biología molecular y biotecnología de la caña de azúcar 6
- Proyectos de investigación sobre uso y manejo de vinazas 8

AVANCES DE INVESTIGACIÓN

- Detección simultánea de la enfermedad de Fiji, el mosaico y el síndrome de la hoja amarilla en caña de azúcar utilizando métodos moleculares 11

NOTAS DE INVESTIGACIÓN

- Efecto de la temperatura sobre el pH de jugos y meladuras 16
- Simulación dinámica para un clarificador sin bandejas 20

INFORMES

- Comportamiento del clima en el valle del río Cauca durante el segundo trimestre y el primer semestre de 2003. 23
- Publicaciones CENICAÑA. 27



cenicaña

Centro de Investigación
de la Caña de Azúcar de
Colombia



Piscina de almacenamiento de vinazas.



Aplicación manual (arriba) y mecánica (abajo) de vinanza a escala comercial.

Uso y manejo de vinazas.

De acuerdo con el crecimiento proyectado por las empresas alcohólicas localizadas en el valle del río Cauca se estima que en el segundo semestre de 2004 la producción de vinaza ascenderá a 1,665,000 litros diarios: 225,000 litros con el 55% de sólidos totales y 1,440,000 litros con el 10%.

CENICAÑA adelanta una serie de proyectos de investigación orientados a desarrollar formas eficaces y económicas para el manejo de las vinazas, las cuales son utilizadas como abonos orgánicos, para mejorar las condiciones del suelo y para activar los procesos de descomposición de los residuos de cosecha. Antecedentes, justificación y objetivos en la *Página 8*.

Tecnicaña

Congreso TECNICAÑA 2003

Títulos de los trabajos técnicos con la participación de CENICAÑA en el VI Congreso Colombiano de la Asociación de Técnicos de la Caña de Azúcar. Cali, septiembre 24, 25 y 26.

Página 4

Métodos moleculares para la detección simultánea de tres enfermedades causadas por virus en caña de azúcar

Premio Nacional de Ecología

PLANETA AZUL

GANADORES VI CONVOCATORIA, 2002-2003

El Premio Planeta Azul del Banco de Occidente busca reconocer programas, proyectos o acciones que muestren resultados concretos y que hayan logrado un avance sustancial hacia el conocimiento, protección, conservación y recuperación del recurso agua, enmarcados dentro de un concepto de desarrollo sostenible e impulsando la activa participación de la comunidad directamente involucrada en su desarrollo.

Tres proyectos, dos adelantados por asociaciones de usuarios de cuencas hidrográficas y uno por el gremio azucarero nacional, fueron los ganadores de los primeros puestos.

Categoría general

Primer Puesto

- Proyecto: Plan de ordenamiento y manejo integral de la cuenca del río Desbaratado

Autor: Asociación de Usuarios de Aguas Superficiales y Subterráneas de la Cuenca del Río Desbaratado "ASODES"
Ciudad: Florida - Valle del Cauca, Padilla y Miranda - Cauca

- Proyecto: Plan de manejo integral de la cuenca del río Frayle
- Autor: Asociación de Usuarios del río Frayle "ASOFRAYLE"
Ciudad: Florida - Valle del Cauca

Categoría empresarial

Primer Puesto

- Proyecto: El manejo y la conservación del agua en el sector azucarero

Autor: Asociación de Cultivadores de Caña de Azúcar de Colombia "ASOCAÑA"
Ciudad: Cali - Valle del Cauca



Balance Hídrico

versión 3.0

Un sistema para el manejo del agua en caña de azúcar

Requerimientos de informática

- Sistema Windows 95 ó superior
- PC con procesador Pentium o superior
- 32 MB de memoria
- Entre 25 y 30 MB en disco duro

CD de instalación y Manual del Usuario

Precio: \$30,000 para donantes de CENICAÑA



Informes y ventas:

Servicio de Cooperación Técnica y Transferencia de Tecnología
Estación Experimental San Antonio de los Caballeros, vía Cali-Florida km 26
Teléfono: (2) 260 66 11, ext. 168 y 169.
Oficina en Cali
Calle 58 norte no.3BN-110
Teléfono: (2) 664 58 92
buzon@cenicana.org

Talleres de capacitación

CENICAÑA realiza un programa de talleres de capacitación para los usuarios del Balance Hídrico v.3.0.

Las personas interesadas deben reservar su cupo llamando al Servicio de Cooperación Técnica y Transferencia de Tecnología, teléfono (2) 260 66 11, ext. 168 y 169.

Los talleres se realizan en la Estación Experimental, vía Cali-Florida km 26, en grupos de doce usuarios y jornadas de cuatro horas.

Carta Trimestral

ISSN 0121-0327

Año 25, No. 2 y 3 de 2003

Comité Editorial

ALVARO AMAYA ESTÉVEZ
CAMILO ISAACS ECHEVERRY
CARLOS OMAR BRICEÑO BELTRÁN
LUPE BUSTAMANTE ALVAREZ
NOHRA PÉREZ CASTILLO
VICTORIA CARRILLO CAMACHO

Servicio de Cooperación Técnica y Transferencia de Tecnología

Coordinación Editorial y Edición de Textos: VICTORIA CARRILLO CAMACHO
ALBERTO RAMÍREZ PÉREZ
Diseño Gráfico y Diagramación: ALCIRA ARIAS VILLEGAS
Preprensa e Impresión: FERIVA S. A. - CALI

Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia

Centro Experimental San Antonio de los Caballeros, Vía Cali-Florida km 26
Oficina de Enlace: Calle 58 Nte. No. 3BN-110 Cali, Colombia
Teléfono: (57-2) 260 6611 Fax: (57-2) 260 7853
buzon@cenicana.org

Cifras de la agroindustria azucarera colombiana, primer semestre de 2003

Liliana Ma. Calero S.*



Durante el primer semestre de 2003 la industria registró los máximos valores de productividad de los cinco últimos años. La molienda acumulada ascendió a 9,764,886 toneladas de caña y, con 11.76% de azúcar recuperado (rendimiento real con base a 99.7°), la producción de azúcar fue de 1,145,518 toneladas.

La cantidad de caña molida fue superior en 739,396 toneladas (8.2%) en comparación con el mismo semestre del año anterior (Figura 1), promedio que se explica por el incremento de 117 a 124 toneladas en la producción de caña por hectárea y el aumento de 124 días hábiles de molienda (total diez ingenios). Sólo en abril y levemente en junio se reportaron niveles de caña molida inferiores a los de 2002, atribuidos en ambos casos a la disminución de los tiempos de molienda efectivos (% tiempo total).

El rendimiento en azúcar creció en promedio 1.36% en comparación con el primer semestre de 2002 y afectó positivamente la producción de azúcar que aumentó en 100,057 toneladas (9.57%). A su vez, el rendimiento estuvo asociado con los incrementos en el contenido de sacarosa aparente (% caña) que pasó de 13.22% a 13.37% (Figura 2) y el porcentaje de recuperación que aumentó de 87.4% a 87.6%.

En resumen, el comportamiento de la agroindustria durante el primer semestre de 2003 se reflejó en las toneladas de azúcar por hectárea por mes (TAHM) que aumentaron de 1.058 a 1.072 en comparación con los mismos meses del año 2002.

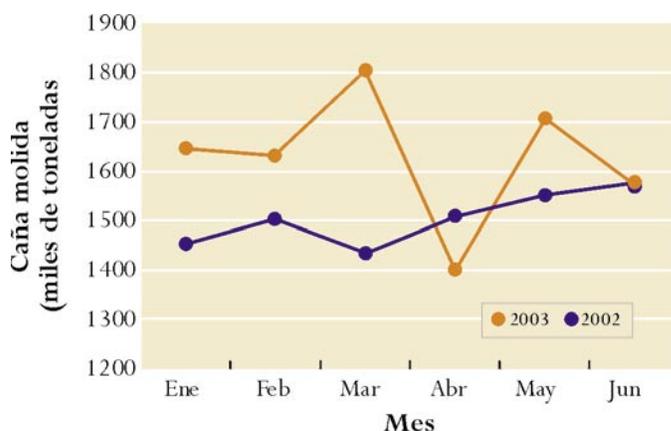


Figura 1. Toneladas de caña molidas por mes en la agroindustria azucarera de Colombia. Primer semestre, 2002-2003.

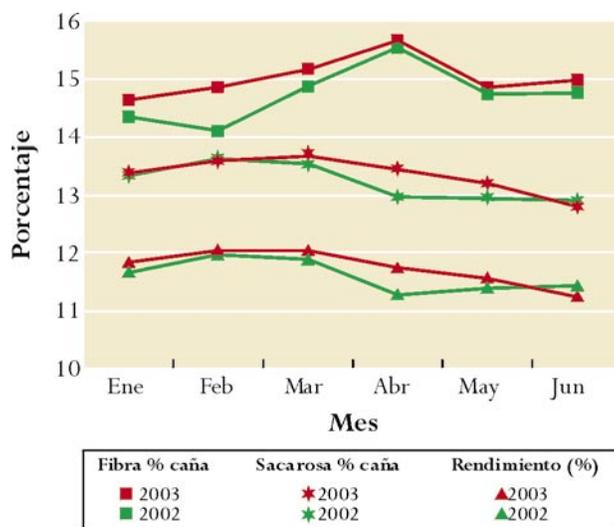


Figura 2. Sacarosa aparente (% caña), fibra (% caña) y porcentaje de rendimiento en azúcar con base en 99.7°Pol en la agroindustria azucarera colombiana. Primer semestre, 2002-2003.

* Química M.Sc.; Programa de Procesos Fábrica. CENICAÑA <lmcalero@cenicana.org>

La información corresponde a registros de los ingenios Central Castilla, Incauca, La Cabaña, Manuelita, Mayagüez, Pichichí, Providencia, Riopaila, Risaralda y Sancarlos. Los datos de toneladas de caña por hectárea y toneladas de azúcar por hectárea por mes fueron suministrados por el ingeniero agrónomo Jorge Arcila del Ingenio La Cabaña; los de fábrica corresponden al Sistema de Intercambio de Información Estandarizada Inter Ingenios.

VI Congreso Colombiano de la Asociación de Técnicos de la Caña de Azúcar

Septiembre 24, 25 y 26 de 2003
Cali, Colombia

**TECNICAÑA presenta la sexta versión
de su congreso nacional con el lema
"Capacitación técnica para la
agroindustria", una tarea que la
Asociación adelanta con gran
acierto desde su fundación.**

Un total de ochenta y cuatro trabajos técnicos en las áreas de campo y cosecha, procesos industriales, medio ambiente, administración y gerencia componen las memorias del VI Congreso Colombiano de la Asociación de Técnicos de la Caña de Azúcar.

El evento, desarrollado en el Club Campestre de la ciudad de Cali, convoca este año a técnicos azucareros de Colombia, Ecuador, Guatemala, México, Nicaragua, Perú y Venezuela con un propósito común: intercambiar conocimientos y experiencias en torno a la caña de azúcar y su aprovechamiento industrial, adquiridos en las actividades productivas y de investigación.

Además de las ponencias en cada área temática, el congreso ofrece muestra comercial, muestra cultural y las siguientes conferencias plenarias:

- Colombia hoy.
- Educación: motor del desarrollo.
- El factor humano: "la experiencia no se improvisa".
- Comercio global y transformación rural.
- Convivencia, participación y gestión.
- Economía y sociedad.

CENICAÑA participa en treinta y ocho trabajos. Los documentos completos en archivos de documento portátil (PDF) estarán disponibles próximamente en nuestra página web www.cenicana.org

Trabajos con la participación de CENICAÑA

Campo, cosecha y medio ambiente

Resultados preliminares y proyecciones acerca del uso de la vinaza en Colombia.

Quintero D., R.

Selección de variedades con alto contenido de sacarosa y TCH. Análisis de 20 años de investigación en Cenicaña.

Viveros V., C.A.; Cassalet D., C.; Amaya E., A.; Victoria K., J.I.; Rangel J., H.; Ángel S., J.C.

Variedades de caña de azúcar para las zonas agroecológicas del valle geográfico del río Cauca.

Victoria K., J.I.; Rangel J., H.; Viveros V., C.A.

Selección de variedades de caña de azúcar para ambientes específicos. Uso del modelo AMMI.

Rangel J., H.; Moreno G., C.A.; Viveros V., C.A.; Amaya E., A.

Resistencia transgénica al síndrome de la hoja amarilla.

Rangel L., M.P.; Gómez, L.; Tabares, E.; Lentini, Z.; Tohme, J.; Mirkov, E.; Victoria K., J.I.; Ángel S., F.

Síndrome de la hoja amarilla de la caña de azúcar en variedades sembradas en Colombia.

Ángel S., J.C.; Avellaneda, C.; Victoria K., J.I.; Guzmán R., M.L.

Las crisopas: una alternativa potencial para el control biológico del pulgón amarillo de la caña de azúcar.

Gómez L., L.A.; Ramírez Q., D.; Lastra B., L.A.

Determinaciones indirectas de clorofila para recomendar nitrógeno.

Quintero D., R.

Requerimientos de equipos y mano de obra para la cosecha en verde.

Torres A., J.S.; Madriñán D., C.A.

Manejo del cultivo después de la cosecha en verde.

Torres A., J.S.; Villegas T., F.; Durán S., A.

Producción de hongos comestibles en residuos de caña de azúcar.

Guzmán R., M.L.; Ángel S., J.C.; Rivas, A.; Arévalo, L.F.; Suárez, L.

Susceptibilidad de los suelos a la compactación.

Pantoja C., J.E.; Torres A., J.S.

Comparación entre politubulares y tuberías de PVC con compuertas para riego por surcos.

Cruz V., J.R.; Posada C., C.; Lemos, R.D.; Valdés, A.

El riego por pulsos: un paso más hacia la reducción de los costos de riego en caña de azúcar.

Cruz V., J.R.; Álvarez, L.; Prada, M.; Sluga, L.

Caracterización de nuevos productos maduradores para la caña de azúcar.

Villegas T. F.; Torres A., J.S.; Besosa, R.

Agricultura de precisión para identificar la tolerancia de la caña de azúcar a sales y sodio.

Rangel J., H.; Moreno G., C.A.; Torres A., J.S.; Gómez P., J.F.; Ortiz U., B.V.

De la agricultura específica por sitio a la agricultura de precisión.

Carbonell G., J.; Ortiz U., B.V.

Sistema de información geográfica interactivo: componente esencial para el sistema de agricultura específica por sitio.

Osorio M., C.A.; Ortiz U., B.V.; Carbonell G., J.; Caicedo A., J.H.; Ánderson A., E.; Isaacs E., C.H.

Obtención y aplicación de la información generada por la Red Meteorológica Automatizada para la agricultura específica por sitio.

Cortes B., E.; Carrillo C., V.E.; Carbonell G., J.; Caicedo A., J.H.; Ánderson A., E.; Osorio M., C.A.; Ortiz U., B.V.; Isaacs E., C.H.

Aplicaciones de las imágenes de satélite en el sector azucarero colombiano.

Carbonell G., J.; Ortiz U., B.V.

La geoestadística como herramienta para analizar la variabilidad espacial de las propiedades del suelo.

Ortiz U., B.V.

El índice climático y su comportamiento en el valle del río Cauca.

Carbonell G., J.; Moreno G., C.A.; Cortes B., E.

Incidencia de los fenómenos El Niño y La Niña sobre las condiciones climáticas en el valle del río Cauca.

Peña Q., A.J.; Cortés B., E.

Efectividad e impacto de fincas piloto en la adopción y uso de tecnologías para el cultivo de la caña de azúcar.

Isaacs E., C.H.; Uribe J., P.T.; Gutiérrez V., J.Y.

Principios e impacto de los grupos de transferencia de tecnología en el Ingenio Risaralda.

Isaacs E., C.H.; Gaviria M., D.A.; Uribe J., P.T.

Procesos industriales

Determinación del tamaño de muestra para estimar la materia extraña usando la sonda mecánica.

Calero S., L.M.; Moreno G., C.A.; Girón, J.

Determinación de los contenidos de materia extraña mineral en trenes de molienda.

Gómez P., A.L.; Peñaranda, C.E.; Ramírez, D.; Gordillo, D.

Metodologías alternas para la evaluación de la eficiencia de extracción por molinos.

Gómez P., A.L.; Carvajal, A.; Peñaranda, C.E.; Castrillón, L.M.

Floculantes naturales para la clarificación de jugos en la producción de azúcar orgánico.

Sánchez, C.F.; Larrahondo A., J.E.; Briceño B., C.O.; Victoria K.; J.I.

Caracterización de variedades de caña de azúcar para producción de azúcar y alcohol.

Larrahondo A., J.E.; Victoria K., J.I.; Briceño B., C.O.

Análisis económico del desgaste producido en elementos intercambiables de picadoras y desfibradoras de caña.

Gómez P., A.L.; Castrillón, L.M.

Aproximación al efecto del desgaste de mazas en la extracción de un primer molino usando la teoría volumétrica australiana.

Gómez P., A.L.; Peñaranda, C.E.

Hacia un modelo de investigación en desgaste de elementos de máquinas de preparación.

Valderrama G., C.A.; Gómez P., A.L.; Vélez, C.A.; Ortiz, J.J.

Estudio de los factores que afectan la confiabilidad de los ejes de molinos de caña.

Rivas M., J.S.; Rodríguez P., S.A.; Ortiz, J.J.; Vélez, C.A.; Gómez P., A.L.

Modelo para obtención de costos unitarios y simulación del proceso de manejo de residuos de cosecha de caña de azúcar con fines energéticos.

Amú, L.G.; Manyoma, P.C.; Briceño B., C.O.; Torres A., J.S.

Administración y gerencia

Hacia la estandarización de costos de producción en el sector azucarero.

Posada C., C.; Palma Z., A.

Impacto de la edad de cosecha de la caña de azúcar en el margen operacional del negocio agroindustrial.

Moreno G., C.A.; Posada C., C.; Giraldo, F.

Evaluación integral del desempeño para la toma de decisiones en el sector azucarero.

Palma Z., A.; Posada C.; C.

HACIA LA AGRICULTURA ESPECÍFICA POR SITIO

Estudio detallado de suelos en el valle del río Cauca: un esfuerzo para aumentar la productividad del sector azucarero

CENICAÑA, en representación de los ingenios azucareros y los cultivadores de caña, ha contratado con el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) la elaboración de un estudio detallado de los suelos sembrados con caña de azúcar en el valle geográfico del río Cauca. A partir del estudio se generarán mapas en escala 1:10,000 que se usarán para precisar la cuarta aproximación a la zonificación agroecológica para el cultivo en la región, contribuyendo así al desarrollo de la agricultura específica por sitio con miras a mejorar la productividad y la rentabilidad del sector azucarero colombiano.

El estudio cubrirá una extensión aproximada de 160,000 hectáreas y es el levantamiento agrológico más grande que se ha llevado a efecto en Colombia en toda su historia y uno de los más extensos en América Latina.

Como resultado del proyecto se presentarán las cartas temáticas de suelos y de capacidad de uso de las tierras para cada uno de los ingenios azucareros y los 1850 predios de cultivadores de caña de azúcar, proveedores de materia prima a la industria azucarera.

El estudio servirá de base para detallar y mejorar la zonificación agroecológica que CENICAÑA ha elaborado a través de aproximaciones sucesivas, la cual ha sido determinante como punto de partida del proyecto Agricultura Específica por Sitio (AEPS) y será clave para entrar a la etapa de investigación en agricultura de precisión.

Este trabajo contará con la interventoría de Abdon Cortés, Agrólogo Ph.D., quien por varios años fue subdirector del IGAC y actualmente representa una firma privada en el área de su especialidad. Por parte de CENICAÑA, la coordinación general del trabajo está a cargo de Javier Carbonell González, Ingeniero Agrícola M.Sc. y actual superintendente de campo de la Estación Experimental <jacarbonell@cenicana.org>.

Taller internacional de biología molecular y biotecnología de la caña de azúcar

Montpellier, Francia,
abril 7 a 11 de 2003

Angel S., F.*

La International Society of Sugarcane Technologists (ISSCT) realizó el IV Taller de Biología Molecular entre el 7 y el 11 de abril de 2003 en Montpellier, Francia, con la participación de treinta investigadores de once países: Australia, Brasil, Colombia, Estados Unidos, Filipinas, Francia, Guadalupe, India, La Reunión, Mauricio y Suráfrica.

Más de la mitad de los trabajos presentados se refirieron a estudios sobre la diversidad genética entre las especies del género *Saccharum*. Entre las conclusiones se destacan los avances en el estudio del genoma de la caña de azúcar y su implicación en el mejoramiento y la producción de nuevas variedades; la caña de azúcar es considerada como uno de los organismos más complejos genéticamente debido al gran número de cromosomas y el alto nivel de ploídia. Además, fue interesante la presentación realizada por S. Brumbley de Australia sobre los avances en la transformación genética de la planta de caña de azúcar tanto para protegerla del ataque de enfermedades como para la producción de poliéster.

En el Taller se tomó la decisión de continuar con el proyecto sobre el uso de marcadores microsatélites para la identificación de variedades, mediante el cual se busca universalizar el uso de estos marcadores para la caracterización de variedades con el fin de identificar, proteger y registrar con un criterio único las variedades provenientes de cualquier parte del mundo.

* Biólogo molecular Ph.D. CENICAÑA. <fangel@cenicana.org>

Temas tratados en el IV Taller de Biología Molecular:

- Avances en la obtención de plantas de la variedad CC 84-75 resistentes al virus del síndrome de la hoja amarilla (ScYLV).
Angel, F. (Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia, CENICAÑA, Colombia).
 - Desarrollo de marcadores moleculares ligados a la resistencia contra el hongo *Ustilago scitaminea* causante del carbón de la caña de azúcar.
Brumbley, S. (Bureau of Sugar Experiment Station, BSES, Australia); Butterfield, M. (Experiment Station of the South African Sugar Association, SASEX, Suráfrica); Raboin, L.M. (Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement, CIRAD, La Reunión).
 - Distribución de diferentes secuencias del genoma de la caña de azúcar y la homología que puede existir entre genes de resistencia de esta planta y de otras gramíneas como arroz y maíz.
Avances en la clonación del gen de resistencia a roya.
D'hont, A. (CIRAD, Francia).
 - Uso de marcadores microsatélites para estudiar la diversidad genética de clones de *S. officinarum* usados para el mejoramiento en Mauricio y Australia, y para la identificación, protección y registro de variedades.
Dookun-Saumtally, A. (Mauritius Sugar Industry Research Institute, MSIRI, Isla de Mauricio); Piperidis, G. (BSES, Australia).
 - Avances en la obtención de plantas resistentes a *Diatraea saccharalis* utilizando genes inhibidores de proteasas de soya.
Falco, M.C. (Cooperativa de Produtores de Cana, Açúcar e Alcool do Estado de São Paulo Ltda, COPERSUCAR, Brasil).
 - Distribución cromosómica del cultivar R570 utilizado para marcar y aislar el gen de resistencia a la roya.
Glaszmann, J.C. (CIRAD, Francia).
 - Evolución y domesticación de la caña de azúcar, especialmente con los datos moleculares obtenidos en los diez últimos años.
Grivet, L. (CIRAD, Brasil).
 - Utilización del genoma de sorgo para identificar genes en caña de azúcar dada la alta homología existente entre ellos.
Janoo, N. (CIRAD, Brasil).
 - Las proteínas de la planta necesarias para el silenciamiento de genes.
Mirkov, E. (Universidad de Texas, Estados Unidos de América).
 - Medición de la diversidad genética de los clones de *Saccharum officinarum* usados en mejoramiento genético en la India y, la diversidad presente en otras especies como *S. sinense*, *S. barberi*, y *S. spontaneum* y su implicación en el mejoramiento.
Selvi, A. (Sugarcane Breeding Institute, India).
 - Desarrollo de plantas resistentes al fijivirus.
Smith, G. (BSES, Australia).
-

Los resúmenes de los trabajos presentados en el Taller se encuentran disponibles para consulta en el Servicio de Información y Documentación de CENICAÑA.

Proyectos de investigación sobre uso y manejo de vinazas

Quintero D., R.*

Introducción

La vinaza es un subproducto de la fabricación de alcohol que se produce en una proporción de 13:1, es decir, por cada litro de alcohol se obtienen 13 litros de vinaza. De acuerdo con Ferreira y Montenegro (1987) esta proporción puede variar entre 10:1 y 15:1. Recientemente se han desarrollado cambios en el proceso de fabricación de alcohol para obtener vinaza más concentrada; en Colombia, por ejemplo, la Industria de Licores del Valle produce 2.5 lt de vinaza con 55% de sólidos totales por cada litro de alcohol producido.

La vinaza contiene principalmente materia orgánica, potasio (K), azufre (S), magnesio (Mg), nitrógeno (N) y calcio (Ca); sin embargo, esta composición es variable según provenga de melaza, jugo o la mezcla de ambos. De acuerdo con análisis realizados en Brasil (Gloria y Orlando, 1983), la vinaza proveniente de melaza presenta los mayores contenidos de materia orgánica y elementos minerales (Cuadro 1).

Cuadro 1. Composición química de la vinaza según proceda de jugo, melaza o la mezcla de ambos (promedios de cinco determinaciones).

Propiedad	Jugo	Melaza	Mixto de melaza y jugo
N (kg/m ³)	0.28	0.77	0.46
P ₂ O ₅ (kg/m ³)	0.20	0.19	0.24
K ₂ O (kg/m ³)	1.47	6.00	3.6
CaO (kg/m ³)	0.46	2.45	1.18
MgO (kg/m ³)	0.29	1.04	0.53
SO ₄ (kg/m ³)	1.32	3.73	2.67
Materia orgánica (kg/m ³)	23.44	52.04	32.63
Fe (ppm)	69	80	78
Cu (kg/m ³)	7	5	21
Zn (kg/m ³)	2	3	19
Mn (kg/m ³)	7	8	6
pH	3.7	4.4	4.1

Fuente: Gloria y Orlando; 1983.

Se estima que por una tonelada de caña destinada para la producción de azúcar se obtienen alrededor de 45 kg de melaza que pueden producir 12 lt de alcohol (Orlando, 1991) y entre 30 y 156 lt de vinaza según los contenidos de sólidos totales.

Justificación

En el departamento del Valle del Cauca (Colombia) se producen aproximadamente 130,000 litros de alcohol por día: la Industria de Licores del Valle produce 50,000 lt/día, Sucromiles 60,000 lt/día, el Ingenio Manuelita 5000 lt/día y el Ingenio Riopaila 15,000 lt/día. Las proyecciones de estas empresas para 2004 son ampliar la producción diaria hasta 100,000 lt en Sucromiles, 45,000 lt en el Ingenio Riopaila y una cifra no definida en el Ingenio Manuelita.

En relación con la vinaza, los ingenios producen 320,000 lt/día con 10% de sólidos totales, la Industria de Licores del Valle genera 125,000 lt con 55% de sólidos totales y Sucromiles, 840,000 lt con 10% de sólidos totales.

De acuerdo con el crecimiento proyectado por las empresas alcoholeras, se calcula que en el segundo semestre de 2004 la cantidad de vinaza ascenderá a 225,000 lt/día con 55% de sólidos totales en Sucromiles y la Industria de Licores del Valle, y a más de 1,440,000 lt/día con 10% de sólidos totales en Sucromiles y los ingenios Manuelita y Riopaila. Tomando como base contenidos de K₂O de 41 kg/m³ de vinaza con 55% de sólidos totales y contenidos de 6 kg/m³ de vinaza con 10% de sólidos totales, se estima que es posible disponer de 6500 toneladas de K₂O por año. Si se tiene en cuenta que en las 200,000 hectáreas cultivadas con caña de azúcar en el valle geográfico del río Cauca el 21% de los suelos presentan contenido bajo de K intercambiable y el 53% contenido mediano, los requerimientos de K₂O

* Ingeniero Agrónomo, M.Sc. Edafólogo, CENICAÑA <rquintero@cenicana.org>

para estos suelos serían de 8550 t/año. Por tanto, con la vinaza disponible sería posible cubrir el 76% de estos requerimientos.

De otra parte, con el uso de la mezcla gasolina-alcohol como combustible para vehículos en el futuro inmediato, la demanda diaria de alcohol en el Valle del Cauca aumentará en aproximadamente 300,000 lt, cuya producción en la región aumentaría significativamente la disponibilidad de vinaza y consecuentemente de potasio para sustituir gran parte del cloruro de potasio usado para la fertilización de la caña de azúcar en el valle del río Cauca.

Objetivo general

Desarrollar formas eficaces y económicas de manejo de las vinazas producidas por la agroindustria en el valle del río Cauca, las cuales son utilizadas como abonos orgánicos, mejoradoras de las condiciones del suelo y activadoras de los procesos de descomposición de los residuos de cosecha.

Objetivos específicos

- Evaluar los efectos de las aplicaciones continuadas de vinaza durante más de veinte años en las características químicas de algunos suelos, la producción de caña y la calidad de los jugos de plantaciones en los ingenios Manuelita, Riopaila y Central Tumaco.
- Determinar las cantidades de vinaza más adecuadas para el cultivo de la caña de azúcar en diferentes suelos de la región.
- Determinar la capacidad de la vinaza para suministrar potasio en el cultivo de la caña de azúcar y los efectos de su aplicación en algunas propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo.
- Evaluar diferentes métodos y épocas de aplicación de vinaza en el suelo con el fin de mejorar su eficiencia como fertilizante orgánico.
- Medir los efectos de la vinaza en la recuperación de suelos afectados por la presencia de aluminio o sodio intercambiables.
- Mejorar la eficacia de los procesos de descomposición y aumentar los contenidos de potasio en abonos orgánicos fabricados a partir de residuos de cosecha o de fábrica.

Temas de investigación

Efectos acumulados del uso de vinaza. Para determinar los efectos acumulados de las vinazas en las propiedades químicas más importantes del suelo y en la producción y calidad de los cultivos actuales de caña de azúcar se utilizarán los registros existentes de áreas comerciales con suelos que han recibido aplicaciones de vinaza por más de veinte años en los ingenios Manuelita, Riopaila y Central Tumaco. Como áreas de referencia o testigo se utilizarán suelos en suertes cercanas, con clasificación taxonómica similar pero que no han sido fertilizados con vinaza, que se encuentren cultivados con la misma variedad de caña y guarden cierta similitud en el número de cortes.

Dosis de vinaza en cultivos de caña de azúcar. En este estudio se evaluará el efecto de la aplicación de diferentes dosis y tipos de vinaza (según el contenido de sólidos y K intercambiable) en la producción de caña. Las respuestas se relacionarán con las características del suelo, la variedad utilizada y la capacidad de las vinazas para suministrar K al sistema radical. Además de las evaluaciones periódicas de las propiedades químicas del suelo, se harán determinaciones de algunas propiedades físicas y biológicas con el propósito de identificar los posibles beneficios o perjuicios derivados de las aplicaciones de dosis relativamente altas de este subproducto en diferentes suelos del valle geográfico del río Cauca.

Formas y épocas de aplicación de vinaza. En este trabajo se evaluarán los efectos en el suelo y en el cultivo de: (1) las aplicaciones manual y mecánica de vinaza concentrada, (2) la aplicación de vinaza de bajo contenido de sólidos totales en mezcla con el agua de riego (fertirrigación), utilizando sistemas como aspersión, surco alterno y surco alterno modificado en presencia de residuos de cosecha. En el mediano o largo plazo se evaluarán las aplicaciones de vinaza con diferentes tipos de carrotanques comúnmente usados en Brasil en aplicaciones directas en los lotes mediante descargas por gravedad o mediante el uso de bombas acopladas a ellos, y (3) las aplicaciones en una sola

dosis o en forma fraccionada de vinaza en mezcla con otros fertilizantes líquidos o sólidos.

Efecto de la vinaza sobre el aluminio y el sodio en el suelo. La materia orgánica presente en la vinaza y los contenidos de calcio y otras bases intercambiables pueden facilitar la neutralización del aluminio intercambiable en suelos extremadamente ácidos o el desplazamiento del sodio en suelos fuertemente alcalinos y sódicos. Esta neutralización, complementada con obras de drenaje para eliminar el sodio intercambiable, favorecerá la recuperación de suelos afectados por este elemento.

Preparación de abonos orgánicos. Los altos contenidos de materia orgánica en la vinaza y su aplicación en residuos de cosecha o en subproductos obtenidos en la elaboración del azúcar incrementan la actividad microbiana que acelera el proceso de descomposición y reduce el tiempo de la preparación de abonos orgánicos; igualmente, aumentan los contenidos de potasio, calcio y azufre en el abono orgánico. En este sentido, en el Ingenio La Cabaña se han logrado algunos avances en la fabricación de un abono orgánico granulado preparado a partir de una mezcla de cachaza y cenizas enriquecida con vinaza.

Grupo de trabajo

Los proyectos de investigación relacionadas con el uso y el manejo de las vinazas serán analizados y priorizados por un grupo de trabajo conformado por representantes de los ingenios azucareros (principalmente Manuelita y Riopaila que tienen destilerías), Sucromiles, la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca (CVC), la Asociación de Cultivadores de Caña de Azúcar de Colombia (ASOCAÑA), la Universidad Nacional de Colombia sede Palmira y CENICAÑA.

Este grupo analizará los aspectos relacionados con las propuestas de investigación y la reglamentación oficial sobre el uso y el manejo de los abonos orgánicos basados en vinaza en la agricultura colombiana y su impacto ambiental.

Estado actual

A continuación se incluye un resumen de los trabajos iniciales en desarrollo sobre el uso de vinaza como fertilizante y mejorador del suelo:

Sitios	Objetivos	Metodología
Ingenios Riopaila, Manuelita y Central Tumaco	Medir los efectos de las aplicaciones continuadas de vinaza en la fertilidad del suelo y la calidad y producción de caña de azúcar	En los ingenios Riopaila y Manuelita se tomaron muestras de suelo en suertes que han recibido aplicaciones de vinaza durante veinte años y un número igual de muestras de suelos similares que no han recibido aplicaciones de este subproducto. En cada muestra se medirá el efecto de la vinaza en los cambios de las propiedades físicas y químicas del suelo y en la calidad de la caña.
Ingenios Manuelita, Riopaila e Incauca; Hacienda Balsora	Evaluar vinazas con 10% y 50% de sólidos totales	Se evalúa el efecto de la aplicación de estos tipos de vinaza en suertes en estado de renovación.

Referencias bibliográficas

- Ferreira, S. E.; Montenegro, O. A. 1987. Efeitos da aplicacao da vinhaça nas propriedades químicas, físicas e biológicas do solo. Boletín Técnico COPERSUCAR (Brasil) v.36, p.1-7.
- Gloria, N.A. DA; Orlando Filho, J. 1983. Aplicacao da vinhaça como fertilizante. Boletín Técnico PLANALSUCAR (Brasil) v.5 no.1, p.5-38.
- Orlando Filho, J. 1991. Manejo de suelos y uso de fertilizantes para la caña de azúcar en Brasil. Boletín GEPLACEA, v.8 no.3, p.1-6.

Detección simultánea de la enfermedad de Fiji, el mosaico y el síndrome de la hoja amarilla en caña de azúcar utilizando métodos moleculares

Cadavid O., M.*; Angel S., J.C.**; Angel S., F.**; Victoria K., J.I.**

Introducción

Los virus causantes de las enfermedades de Fiji (FDV), el mosaico de la caña (ScMV) y el síndrome de la hoja amarilla (ScYLV) ocasionan daños de importancia económica mundial en el cultivo de la caña de azúcar.

La enfermedad de Fiji no ha sido registrada en América pero sí en el hemisferio oriental donde amenaza seriamente la producción de caña de azúcar. Esta enfermedad es causada por un virus perteneciente a la familia Reoviridae (género: *Fijivirus* subgrupo 1) que infecta células del floema de plantas susceptibles (Hatta y Francky, 1997). El síntoma más característico de la enfermedad es la presencia de agallas a lo largo de los haces vasculares de la superficie inferior de la lámina foliar y la nervadura (Figura 1A). Los cultivos infectados con la enfermedad también pueden presentar un severo raquitismo dando la apariencia, muchas veces, de un césped (Irvine, 1982). La enfermedad es transmitida por saltahojas (Homoptera: Delphacidae) del género *Perkinsiella*, siendo *P. saccharicida*, que presenta una distribución mundial, el vector más eficiente (Egan *et al.*, 1989). En Colombia no hay registros de la presencia de la enfermedad pero sí del insecto vector, por tanto, existen altas probabilidades de infección si no se hace un control sanitario estricto al momento de introducir variedades importadas desde países con cultivos infectados.

El mosaico de la caña y el síndrome de la hoja amarilla son de origen viral y actualmente afectan el cultivo de la caña de azúcar en el valle del río Cauca en Colombia. El segundo es causado por un polerovirus que se manifiesta por el amarillamiento de la nervadura central de las hojas de tallos afectados, el cual se extiende desde la parte distal hacia la base (Figura 1B). Este síntoma no se observa fácilmente en algunas variedades, lo que dificulta su diagnóstico en campo (Victoria *et al.*, 1998). El mosaico es la enfermedad viral de registro más antiguo; es causada por un potyvirus cuya sintomatología se caracteriza por la presencia en forma alterna de áreas verde-oscuros y cloróticas en la lámina foliar (Figura 1C) (Koike y Gillaspie, 1989). La incidencia de esta enfermedad en Colombia es baja debido al uso de variedades resistentes (Guzmán y Victoria, 2001).

El objetivo de la investigación que se reporta en este documento fue estandarizar y desarrollar métodos moleculares para el diagnóstico de los virus causantes de las enfermedades mencionadas, constituidos por ácido ribonucleico (ARN).

* Estudiante en proyecto de pregrado, Departamento de Biología, Universidad del Valle. Programa de Variedades, CENICAÑA.

** Ingeniero Agrónomo, M.Sc.; fitopatólogo <jcangel@cenicana.org>. Biólogo molecular, Ph.D.; biotecnólogo <fangel@cenicana.org>. Ingeniero Agrónomo, Ph.D, director del Programa de Variedades <jivictor@cenicana.org>. Todos de CENICAÑA.



Figura 1. Síntomas en la lámina foliar de las principales enfermedades de la caña de azúcar ocasionadas por virus. **A.** Enfermedad de Fiji; **B.** Síndrome de la hoja amarilla; **C.** Mosaico de la caña.

Metodología

Para la detección de las enfermedades se realizó un trabajo a nivel molecular utilizando la técnica Transcripción Reversa seguida de Reacción en Cadena de la Polimerasa (RT-PCR). Esta técnica es muy sensible y específica, y permite sintetizar el ácido desoxirribonucleico complementario (ADNc) proveniente del ARN para posteriormente amplificarlo a fin de obtener bandas específicas de acuerdo con el patógeno que se quiere diagnosticar (Angel *et al.*, 2001a; Angel *et al.*, 2001b).

Inicialmente se trabajó en la estandarización para la detección individual de cada enfermedad mediante RT-PCR y posteriormente se desarrolló la técnica RT-PCR múltiple para diagnosticar los tres patógenos simultáneamente en una misma reacción. Los resultados se visualizaron mediante electroforesis en geles de agarosa donde es posible observar las bandas o fragmentos de ADN producidos por amplificaciones a partir de cebadores o iniciadores específicos. Lo anterior permite separar los fragmentos de ADN según su peso molecular. De esta forma, para cada virus se amplifican bandas de ADN de diferentes pesos moleculares que permiten el diagnóstico a partir de la ausencia o presencia de bandas. En los geles se utilizó un patrón o marcador de peso molecular para calcular el tamaño (en pares de bases, pb) de las bandas producidas en el diagnóstico de las diferentes variedades evaluadas. Para todas las reacciones se empleó λ Pst I como marcador de peso, el cual tiene un rango de tamaño de bandas entre 11,501 y 150 pb.

Resultados

Diagnóstico individual de la enfermedad de Fiji

Se estandarizó la técnica de RT-PCR para el diagnóstico individual de esta enfermedad según la técnica de Smith y Van de Velde (1994). Como control positivo se utilizó ARN del virus enviado desde Australia (A. James, com. pers.) empleando los cebadores específicos FDV7F y FDV7R. Como resultado se logró la amplificación de un fragmento (banda) de 450 pb correspondiente a un diagnóstico positivo para la enfermedad (Figura 2, carril 2); en el carril 3 se observa el control negativo (sin banda). Estos resultados son comparables con los obtenidos por Smith y Van de Velde quienes, utilizando la prueba RT-PCR con los mismos cebadores específicos, amplificaron este fragmento de igual peso molecular.

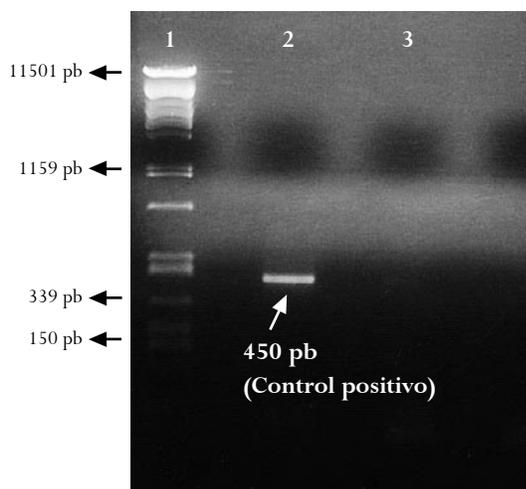


Figura 2.

Electroforesis para la detección de la enfermedad de Fiji.
1 = Marcador λ *Pst* I;
2 = Control positivo (banda de 450 pb);
3 = Control negativo (ausencia de banda).

Detección de la enfermedad de Fiji en variedades importadas

Las variedades Q 121, Q 127, Q 151, Q 152, Q 155, Q 157, Q 159, Q 165 y Q 171 —importadas de Australia y provenientes de la estación de cuarentena cerrada donde se encontraban en proceso de limpieza mediante termoterapia y cultivo in vitro antes de pasar a cuarentena abierta— se sometieron a diagnóstico mediante RT-PCR para el virus de la enfermedad de Fiji.

La RT-PCR se realizó a partir de los ARN extraídos (Qiagen, 1997) de cada una de estas variedades, utilizando como control positivo el ARN del virus enviado desde Australia y agua destilada como control negativo. Los resultados de la amplificación indicaron que las plantas de estas variedades resultaron libres del virus de la FDV (Figura 3, carriles 2 a 5 y 10 a 14). En los carriles 7, 8 y 16 se observa la banda de 450 pb correspondiente al control positivo; los carriles 6 y 15 corresponden a controles negativos (ausencia de banda).

Esta misma metodología se está empleando para el diagnóstico en las variedades importadas por CENICAÑA que llegan a la estación de cuarentena cerrada en Tibaitatá, con el objeto de realizar una evaluación sanitaria precisa y evitar la entrada al país de nuevas razas del virus que puedan afectar el cultivo de la caña de azúcar en Colombia.

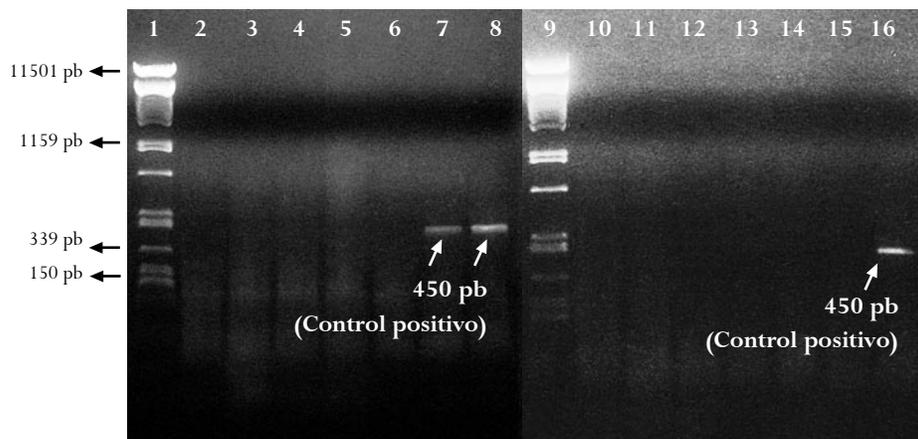


Figura 3.

Electroforesis para el diagnóstico de la enfermedad de Fiji en variedades de caña de azúcar importadas.

1 y 9 = Marcador λ Pst I;

2 = Q 121; 3 = Q 127;

4 = Q 151; 5 = Q 152;

6 y 15 = Control negativo (ausencia de banda);

7, 8 y 16 = Control positivo (banda de 450 pb);

10 = Q 155; 11 = Q 157;

12 = Q 159; 13 = Q 165;

14 = Q 171.

Diagnóstico individual del virus del mosaico de la caña de azúcar

Se estandarizó la técnica de RT-PCR para el diagnóstico individual de esta enfermedad (Smith y Van de Velde, 1994). Como control positivo se utilizó ARN extraído (Qiagen, 1997) de plantas de caña de azúcar de la variedad CP 31-294 afectadas por mosaico de la caña. Con el uso de los cebadores específicos S400-910 y S400-551 para ScMV se logró amplificar una banda de 359 pb correspondiente a un diagnóstico positivo de la enfermedad (Figura 4, carril 3). Estos resultados confirman los obtenidos por Smith y Van de Velde (1994) quienes utilizando la misma prueba también obtuvieron resultados positivos.

Diagnóstico individual del virus del síndrome de la hoja amarilla

Para el diagnóstico de esta enfermedad se utilizaron los cebadores específicos FM359 y FM323. Este diagnóstico molecular había sido estandarizado previamente por Ángel *et al.* (2001a, b). Como control positivo se utilizó el ARN extraído (Qiagen, 1997) de plantas enfermas de la variedad SP 71-6163 que habían sido previamente analizadas mediante la técnica Tissue Blot Inmuno Assay (TBIA) (Guzmán y Victoria, 2001). Como resultado fue posible amplificar el fragmento de 1200 pb (Figura 4, carril 2) que fue comparable con los resultados obtenidos por Ángel *et al.* (2001a, b).

Detección simultánea de la enfermedad de Fiji, el mosaico y el síndrome de la hoja amarilla mediante RT-PCR múltiple

Para detectar simultáneamente las tres enfermedades en una sola reacción mediante RT-PCR múltiple, primero se estandarizó la reacción doble para síndrome de la hoja amarilla (ScYLV) y el mosaico (ScMV) y después se mezcló el ARN extraído de plantas afectadas por estas dos enfermedades utilizando los cebadores específicos para cada una de ellas. Como resultado se obtuvieron bandas de 1200 y 359 pb correspondientes a ScYLV y ScMV, respectivamente, en una misma reacción (Figura 4, carril 6).

Para la RT-PCR múltiple se mezclaron los ARN extraídos de plantas afectadas por las dos enfermedades anteriores con el ARN positivo para la enfermedad de Fiji (FDV) que fue enviado desde Australia, utilizando los tres pares de cebadores específicos para cada enfermedad. En estos trabajos se obtuvieron bandas de 1200, 450 y 359 pb amplificadas simultáneamente en una misma reacción, asociadas con la presencia de los patógenos ScYLV, FDV y ScMV respectivamente (Figura 4, carril 7). El control negativo no presentó ninguna banda (Figura 4, carril 8).

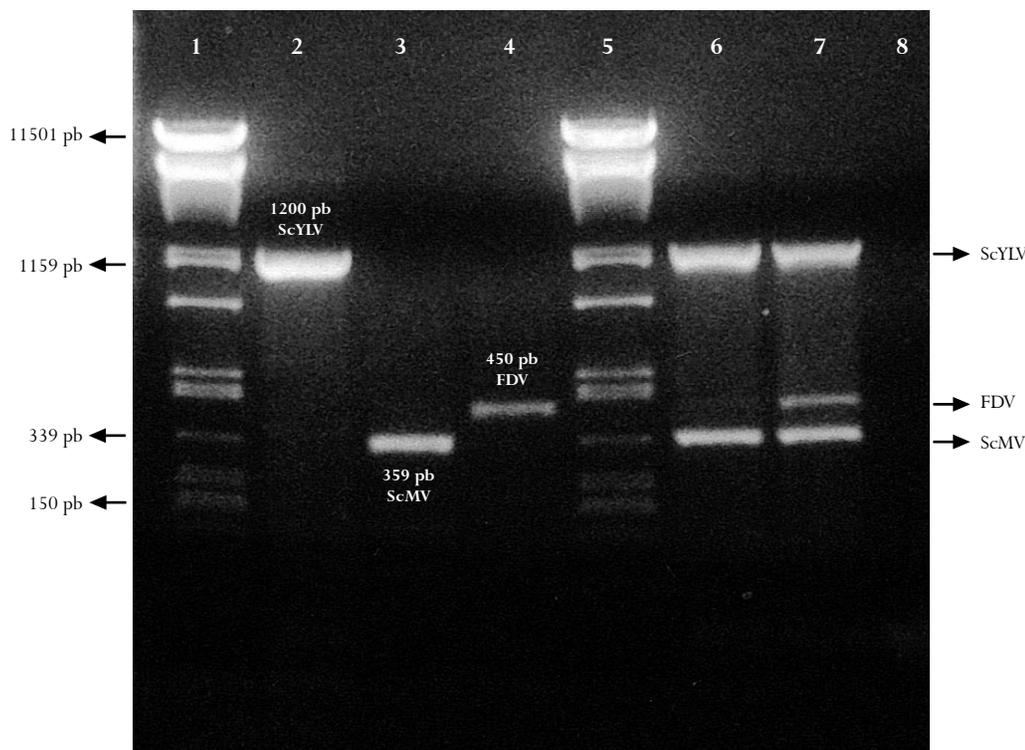


Figura 4.

Electroforesis para el diagnóstico positivo de ScYLV, FDV y ScMV.

1 y 5 = Marcador λ Pst I;
 2 = Muestra positiva para ScYLV (banda de 1200 pb);
 3 = Muestra positiva para ScMV (banda de 359 pb); 4 = Muestra positiva para FDV (banda de 450 pb);
 6 = Muestra positiva para ScYLV y ScMV (bandas de 1200 y 359 pb); 7 = Muestra positiva para ScYLV, FDV y ScMV (bandas de 1200, 450 y 359 pb);
 8 = Control negativo (ausencia de bandas).

Conclusiones

A partir de estos estudios fue posible:

- Estandarizar la técnica molecular para el diagnóstico de la enfermedad de Fiji y el mosaico de la caña de azúcar.
- Desarrollar la técnica de RT-PCR múltiple que permite diagnosticar en una misma reacción los virus de la enfermedad de Fiji, el síndrome de la hoja amarilla y el mosaico de la caña de azúcar.
- Utilizar la técnica de RT-PCR múltiple en la evaluación sanitaria de las variedades importadas, evitando así la entrada de nuevas razas de estos virus al país.

Referencias bibliográficas

Ángel, J. C.; Angel, F.; y Victoria, J. I. 2001a. Razas del síndrome de la hoja amarilla en Colombia. Carta Trimestral, CENICAÑA (Colombia). 23(2):9-11.

_____; _____; y _____. 2001b. Diagnóstico molecular de razas del virus del síndrome de la hoja amarilla en caña de azúcar (ScYLV) en Colombia. Fitopatología Colombiana. 25(1):19-22.

- Egan, B. T.; Ryan C. C.; y Francki, R. I. 1989. Fiji Disease. En: Ricaud, C.; Egan, B. T. y Gillaspie, A. G. Jr. (eds.). Diseases of sugarcane. Major diseases. Elsevier Sci. Publ. B.V., Holanda. p.261-287
- Guzmán, M. L. y Victoria, J. I. 2001. Evaluación de cinco enfermedades de la caña de azúcar mediante las técnicas Dot-Blot y Tissue-Blot a partir de la misma muestra de tejido. Fitopatología Colombiana 25(2):103-110.
- Hatta, T. y Francky, R. I. B. 1997. Morphology of Fiji disease virus. Virology 76:797-807.
- Irvine, J. E. 1982. Enfermedad de Fiji y *Perkinsiella*. Sugar J. (ed. en español) 2(4):16-17.
- Koike, H. y Gillaspie A. G. Jr. 1989. Mosaic. En: Ricaud, C.; Egan, B. T. y Gillaspie, A. G. Jr. (eds.). Diseases of sugarcane. Major diseases. Elsevier Sci. Publ. B.V., Holanda. P. 301-322
- Qiagen. Inc 1997. Rneasy Mini Handbook. Product guide. Second edition. 64 p.
- Smith, G. R. y Van de Velde, R. 1994. Detection of sugarcane mosaic virus and Fiji disease virus in diseased sugarcane using the polymerase chain reaction. Plant Disease 78(6):557-561.
- Victoria, J. I; Garcés, F.; Guzmán, M. L.; y Ángel, F. 1998. Síndrome de la hoja amarilla en Colombia ScYLV (Sugarcane yellow leaf virus). Carta Trimestral, CENICAÑA (Colombia). 20 (2 y 3):3-7.

Efecto de la temperatura sobre el pH de jugos y meladuras*

Gil Zapata, N.J.**

Introducción

El Audubon Sugar Institute (ASI) del Louisiana State University Agricultural Center inició en la zafra de 2002 un conjunto de experimentos para establecer las relaciones entre la temperatura y el pH de jugo mixto, clarificado y meladura, así como mediciones en línea de los materiales y condensados de la serie de evaporadores en las condiciones de los ingenios azucareros de Louisiana, Estados Unidos.

En el este documento se presentan los resultados preliminares de la investigación, donde se estableció el efecto de la temperatura en las mediciones del pH de jugos y meladuras. Las muestras analizadas corresponden a meladura almacenada de la zafra del año 2001 y jugo y meladura de los ingenios Cinclare y Lula durante los meses de septiembre y octubre del año 2002.

Antecedentes

La ecuación para el cálculo teórico de las pérdidas de sacarosa por inversión durante la etapa de evaporación es una función de la temperatura, el contenido de sólidos solubles (°Brix), el tiempo de residencia y el pH medido a la temperatura de operación (Vukow, K., 1965).

El efecto de la temperatura sobre el valor de pH en jugos y meladuras se observa en las diferencias significativas entre las lecturas a temperatura ambiente y las que se registran a la temperatura que operan los cuerpos de los evaporadores:

En las instalaciones fabriles, las mediciones de pH se realizan usualmente a temperatura ambiente. Con temperaturas altas se requiere mantener la muestra a temperatura constante debido a que el pH puede cambiar rápidamente:

Es un hecho comprobado que en soluciones azucaradas el valor de pH decrece cuando la temperatura aumenta. Así, por cada grado Celsius (1 °C) que aumenta la temperatura del jugo clarificado, el pH decrece en un rango que varía entre -0.006 y -0.013 (Vignes, E., 1967). Además, en un rango único de temperatura, el pH varía ampliamente cuando se analizan muestras similares en diferentes meses (Kulkarni, D., 1967). Este comportamiento se ha relacionado con variaciones en la calidad y la composición de la caña. En Sudáfrica, Schaffler (1987) estableció una correlación alta entre el pH y la temperatura en análisis de jugos, materiales intermedios de los evaporadores y meladuras, acorde con los valores reportados por Vignes veinte años atrás.

* Informe de las actividades adelantadas por el autor en el desarrollo del programa de entrenamiento establecido mediante convenio entre el Audobon Sugar Institute (ASI) del Louisiana State University Agricultural Center y CENICAÑA, con la tutela del profesor e investigador Michael Saska, Ph.D.

** Ingeniero Químico. Ingeniero de procesos químicos de CENICAÑA en comisión de estudios.

Esta correlación se usó para estimar las pérdidas teóricas de sacarosa en el proceso de evaporación durante la zafra de los años 1986-1987 en varios ingenios en Sudáfrica. El cálculo teórico de esta pérdida de sacarosa es altamente dependiente de una medida confiable del pH a la temperatura de operación; su conocimiento sirve para cuantificar parte de las denominadas pérdidas indeterminadas.

Mediciones y resultados a escala de laboratorio

En jugos y meladura calientes, el cambio en la lectura de pH se debe no sólo al incremento de la temperatura sino también a la degradación de los azúcares (sacarosa, glucosa, fructuosa) cuya descomposición incrementa el contenido de ácidos orgánicos.

Con el objetivo de cuantificar el cambio del pH por el incremento de la temperatura en estos productos intermedios, se estableció la siguiente metodología:

- Se tomaron 100 ml de jugo o meladura y se calentaron (o enfriaron) en un baño termostático.
- Se realizaron mediciones de pH a 30, 60 y 95 °C.
- Para las mediciones de pH se tomaron muestras de jugo y meladura en dos ingenios de la región (zafra 2002) y muestras de meladura almacenada de la zafra 2001.

- Para las mediciones se utilizaron electrodos Omega® con compensación de temperatura. Los datos fueron almacenados y procesados en un *data logging software* de Omega (OM-CP)® compatible con Microsoft®.
- Con el objetivo de disminuir el efecto del cambio de pH debido al calentamiento y al tiempo de residencia, con cada cambio de temperatura se utilizó una muestra nueva del material en análisis y se fijó un tiempo de residencia de 20 minutos para cada temperatura. Para cuantificar el efecto de este procedimiento se compararon los valores de pH a temperatura ambiente antes y después del proceso de calentamiento, cambiando y sin cambiar las muestras.

El incremento de la temperatura y el tiempo de residencia afectan la calidad del jugo disminuyendo el pH; este efecto decrece ligeramente cuando se utilizan muestras frescas entre los calentamientos (Cuadro 1).

En esta experimentación, en la mayoría de los casos el pH decreció con el incremento de la temperatura, resultados que están de acuerdo con lo indicado en la literatura (Vignes, E., 1967). La disminución del pH depende tanto del pH del material a temperatura ambiente como del tipo de material.

Con valores similares a temperatura ambiente, el pH de la meladura decreció en promedio en mayor proporción que el del jugo claro a medida que se aumentó la temperatura (Cuadro 2).

Cuadro 1. Efecto de cambiar la muestra con cada cambio de temperatura sobre la lectura de pH en materiales azucareros.

Material	Valor de pH sin cambiar las muestras ¹			Valor de pH cambiando las muestras ²		
	Antes del test	Después del test	Diferencia	Antes del test	Después del test	Diferencia
Jugo diluido	5.28	5.25	0.03	5.23	5.20	0.03
Jugo clarificado	8.33	7.86	0.47	8.14	7.99	0.15
Meladura	7.28	6.80	0.48	7.33	6.94	0.39

1. Los valores de pH corresponden a lecturas a temperatura ambiente antes y después de calentar el material a 30, 60 y 95 °C por un período total de dos horas.

2. Los valores de pH corresponden a lecturas a temperatura ambiente antes y después de calentar el material a 95 °C por 20 minutos aproximadamente.

Cuadro 2. Efecto de la temperatura sobre el pH en materiales del proceso azucarero.

Fecha (mm/dd/aa)	Rango de temperatura (°C)	Rango pH	dpH/dT ¹	° Brix
Jugo diluido				
10/16/02	28 – 91	5.08 – 5.06	-0.0005	12.2
10/25/02	92 – 37	5.09 – 5.01		
10/25/02	33 – 91	5.01 – 5.08		
Jugo clarificado				
10/11/02	32 – 92	6.4 – 6.1	-0.003	
10/20/02	36 – 81	6.7 – 6.4	-0.006	
10/25/02	90 – 36	6.9 – 7.7	-0.015	
10/25/02	33 – 91	7.8 – 6.8	-0.020	
10/17/02	31 – 91	7.5 – 6.2	-0.017	
Meladura diluida				
09/27/02	26 – 103	6.1 – 5.8	-0.004	18.0
10/08/02	25 – 87	6.1 – 6.0	-0.003	13.9
09/30/02	27 – 103	6.3 – 6.0	-0.003	14.9
10/02/02	61 – 41	6.4 – 6.6	-0.011	
10/10/02	31 – 90	6.4 – 5.9	-0.009	
09/27/02	25 – 103	6.1 – 5.6	-0.006	31.5
Meladura				
09/27/02	25 – 106	5.9 – 5.4	-0.006	63.0
10/08/02	25 – 87	6.0 – 5.4	-0.008	62.9
10/16/02	26 – 94	6.3 – 5.7	-0.010	67.1
10/17/02	31 – 77	6.4 – 6.0	-0.010	
10/10/02	32 – 87	6.5 – 6.3	-0.007	
10/25/02	92 – 39	6.3 – 6.9	0.010	
10/25/02	35 – 96	7.4 – 6.3	-0.019	

1. dpH/dT: cambio del valor de pH con respecto al cambio de la temperatura.

Las relaciones encontradas entre el pH y la temperatura en muestras de jugo clarificado con pH alto y pH bajo se presentan en la Figura 1 en la página siguiente. Con valores bajos a temperatura ambiente, el pH decreció desde 6.4 (32 °C) hasta 6.1 (92 °C) (Figura 1a), mientras con valores altos el pH cambió desde 7.8 (33 °C) hasta 6.8 (91 °C) (Figura 1b).

Los resultados fueron similares en el caso de la meladura. Con valores bajos a temperatura ambiente, el pH cambió desde 6.0 a 30 °C hasta 5.6 a 90 °C (Figura 2a), mientras con valores altos el pH cambió desde 7.4 a 40 °C hasta 6.3 a 90 °C (Figura 2b).

Los resultados indican que los efectos de la temperatura en el pH son menores en el jugo diluido. Sin embargo, durante las mediciones en el laboratorio, en este material se detectó que el valor del pH decreció hasta una temperatura cercana a 60 °C y se incrementó cuando la temperatura alcanzó 90 °C. Una causa de este comportamiento puede ser la sensibilidad del electrodo a pequeños cambios de pH. Estos resultados son similares a los obtenidos en Sudáfrica por Shaffler en 1987, quien encontró que el efecto de la temperatura fue mayor en materiales con valores altos de pH que en materiales con valores bajos.

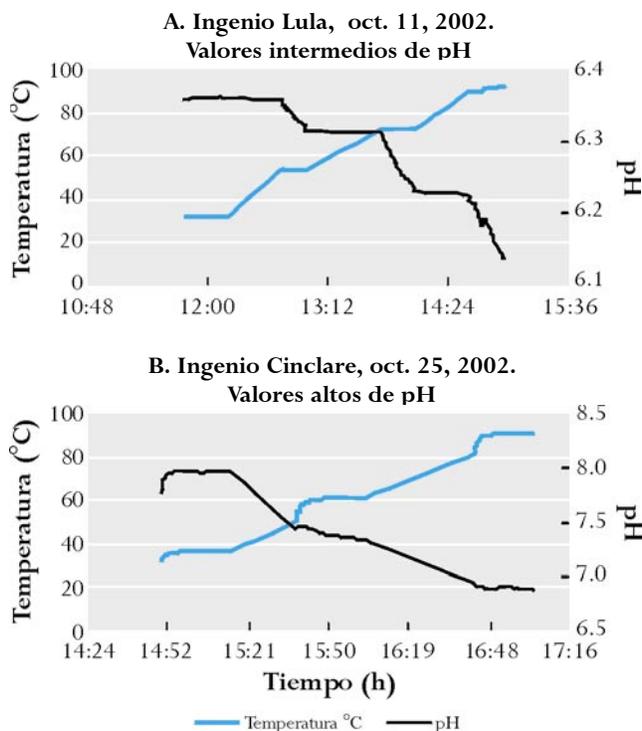


Figura 1. Relación entre el pH y la temperatura en jugo clarificado en ingenios azucareros de Louisiana, Estados Unidos: **A.** Para valores intermedios de pH; **B.** Para valores altos de pH.

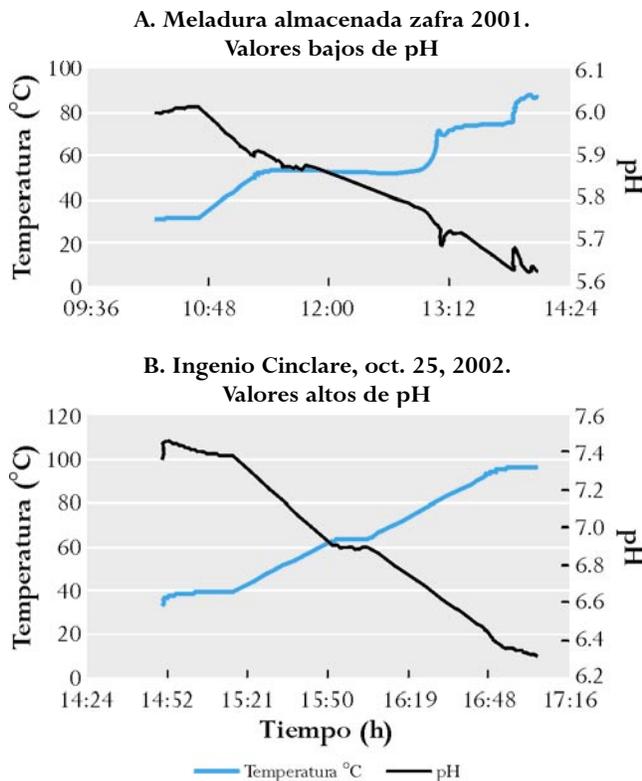


Figura 2. Relación entre el pH y la temperatura en meladura en ingenios azucareros de Louisiana, Estados Unidos: **A.** Para valores intermedios de pH; **B.** Para valores altos de pH.

Conclusiones

- El seguimiento, los análisis y los ajustes realizados durante el desarrollo de la experimentación permitieron establecer una metodología para determinar el efecto de la temperatura sobre el pH en jugos y meladuras. Los resultados obtenidos son similares a los referenciados por la literatura.
- Los resultados indican que el efecto de la temperatura sobre el pH depende tanto de la clase de material como del pH del material a temperatura ambiente. Materiales con altos valores de pH a temperatura ambiente presentan mayores cambios con el incremento de la temperatura que materiales con valores bajos.
- En jugo clarificado, el valor de pH descendió entre -0.003 y -0.02 por cada $^{\circ}\text{C}$ de incremento en la temperatura. En el caso de la meladura, el descenso en el valor de pH por el incremento de 1°C fluctuó entre -0.006 y -0.019 .
- La compensación de temperatura incorporada en el electrodo no fue tenida en cuenta en los efectos que se reportan en este estudio.
- Se validará la metodología y se analizarán los comportamientos de pH y temperatura en los mismos materiales y procesos en otros dos ingenios.

Referencias bibliográficas

- Kulkarni, D. 1967. Studies of pH in sugar manufacturing. Part I: The effect of temperature on pH. *Int. Sugar Journal*, v. 69 No 826, p.297-301.
- Schaffler, K. 1987. Estimation of pH of sugar cane juices at high temperature. *Proceedings of the South African Sugar Technologists' Association*. v.61, p.14-17.
- Vignes, E. 1967. The influence of temperature on the pH of cane sugar factory products. *Mauritius Sugar Industry Research Institute. Annual Report*. p.121-123.
- Vukow, K. 1965. Kinetic aspects of sucrose hydrolysis. *Int. Sugar Journal*, v. 67 No. 798, p.172-175.

Simulación dinámica para un clarificador sin bandejas*

Briceño, C.O.**; Zambrano, F.***

Introducción

En términos simples, la clarificación se puede definir como la separación de los sólidos insolubles presentes en una solución. El éxito de la clarificación depende de la correcta aplicación de los principios fisicoquímicos y de las operaciones unitarias (transferencia de masa) relacionadas con los procesos de precipitación, coagulación y floculación (Bueno, 1986a, b, c). El objetivo del proceso de clarificación en las fábricas de azúcar es remover partículas suspendidas y de tamaño coloidal, impurezas solubles (proteínas y polisacáridos) diferentes de la sacarosa y elevar el pH para minimizar la inversión de la sacarosa en las etapas siguientes. La clarificación afecta la filtrabilidad del jugo, los coeficientes de transferencia térmica de calentadores y evaporadores, los procesos de cristalización y la calidad y cantidad de azúcar producido; por tanto, también afecta el color, la morfología y el contenido de cristales y, en el azúcar, los contenidos de cenizas y polisacáridos. En las refinerías, una mala filtración y un bajo rendimiento están asociados generalmente con una pobre clarificación de los jugos mixtos (Doherty y Edye, 1999).

A pesar de los avances recientes en las técnicas del proceso de clarificación, la alta variabilidad en el tipo de caña que llega a los ingenios afecta el desempeño de la estación de clarificación, especialmente en los aspectos de calidad y claridad del jugo y en los niveles de lodos presentes.

En el sector azucarero colombiano la molienda de la caña se realiza durante todo el año, tanto en épocas secas como en épocas de alta precipitación. Durante la época de lluvias ocurre un aumento de la materia extraña mineral que llega con la caña a la fábrica, lo que significa tiempos perdidos mayores, sobrecostos en mantenimiento y contaminación de los jugos con material inorgánico en suspensión.

Con el objeto de analizar las condiciones de operación y la dinámica del proceso de clarificación, CENICAÑA diseñó, construyó y evaluó a escala de planta piloto un clarificador tipo rápido (clarificador experimental) (Briceño *et al.*, 1997). Durante los últimos cinco años se han efectuado seguimientos paralelos de los resultados obtenidos con el uso de este clarificador y con clarificadores clásicos y rápidos, lo que ha llevado por escalamiento al establecimiento de procedimientos operativos más regulares en los procesos industriales de clarificación, mejores controles de la preparación de jugos diluidos y mayor eficiencia operativa en comparación con el uso tradicional de la prueba de jarras o datos de operación de los clarificadores industriales.

* Presentado en STAB (Brasil) v.19 no.4, p.36-38, 40-42, mar.-abr. 2001

** Director Programa de Procesos de Fábrica. CENICAÑA.

*** Ingeniero de Procesos, Ingenio La Cabaña.

Como etapa inicial en el proceso de modelamiento y simulación de la estación de clarificación de jugos diluidos resultantes del proceso de molienda de la caña de azúcar, se hizo un seguimiento a una de las estaciones de clarificación en el Ingenio La Cabaña, considerada como una de las más eficiente en el sector azucarero colombiano. La aproximación ofrecida por este modelo estadístico constituye una herramienta útil, sin embargo, su limitada aplicación al espectro total de las características de los jugos manejados por los ingenios hizo necesario desarrollar modelos mecánicos que ofrecieran una mayor cobertura de predicción (Caicedo *et al.*, 2000).

Para el establecimiento del modelo de simulación dinámica se tomó como base el clarificador experimental CENICAÑA (Briceño *et al.*, 1999) dividiendo sus zonas de operación en capas pequeñas y calculando el área transversal y el volumen de cada una. Para cada capa se estableció un balance de materia representado por una ecuación diferencial cuya forma puede cambiar dependiendo de la zona del clarificador donde se encuentre la capa. Por esta razón, el número de ecuaciones diferenciales resultó igual al número total de capas consideradas. Para agilizar la resolución del sistema de ecuaciones diferenciales resultantes, se desarrolló el programa SIMCLAR (Simulación Dinámica de Clarificación).

El programa SIMCLAR

El programa fue desarrollado en Delphi 4.0 y utiliza la plataforma gráfica de Windows 3X y 9X. El software fue creado siguiendo las normas estándar de Windows sobre manejo de menús, sistemas de ayudas y manejo de cuadros de diálogo en una interfaz gráfica (Figura 1) con un ambiente agradable para el usuario. Las partes de la ventana principal están constituidas por:

- **Barra de título.** Muestra los nombres del programa y del proyecto actual (documento activo).
- **Barra de menús.** Contiene cuatro menús que permiten el acceso a todas las opciones y comandos disponibles en el software.

- **Barra de herramientas** (aceleradora). Contiene un conjunto de botones que permiten ejecutar comandos en forma rápida.
- **Barra de estado.** Muestra mensajes de ayuda de acuerdo con el lugar donde se encuentre el cursor.
- **Gráfico.** Área en la cual se muestran gráficamente los resultados de la simulación.
- **Tabla de resultados.** Muestra los resultados de la simulación ordenados por tiempo y en las columnas representa la concentración de sólidos insolubles de los diferentes flujos del clarificador.

Estas partes permiten reducir el tiempo necesario para que el usuario con conocimientos básicos de Windows se familiarice con el manejo del programa SIMCLAR.

Para el desarrollo del módulo, el usuario debe:

1. Especificar las dimensiones físicas del clarificador en el cuadro de diálogo 'Diseño del clarificador' (Figura 2).
2. Especificar las condiciones de flujo en el cuadro 'Información sobre flujos' (Figura 3), que incluye las ventanas: flujos volumétricos de alimentación y salida de lodos, concentración del alimento, pH de jugo enclado y dosificación de floculante.

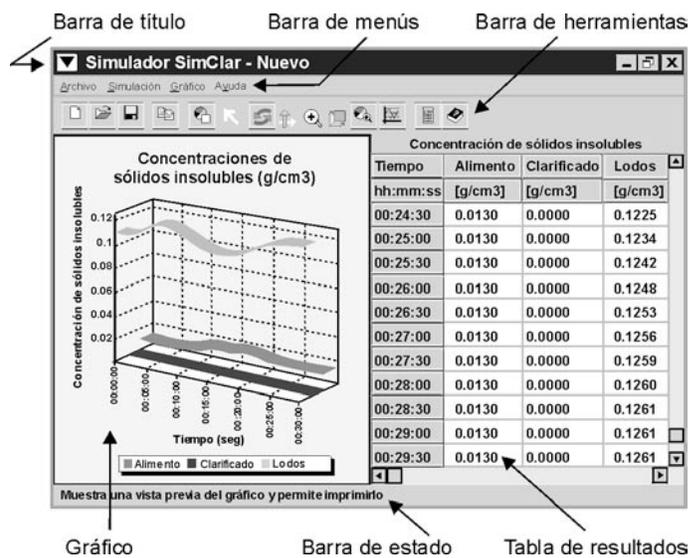


Figura 1. Ventana principal del software de aplicación SIMCLAR desarrollado por CENICAÑA.

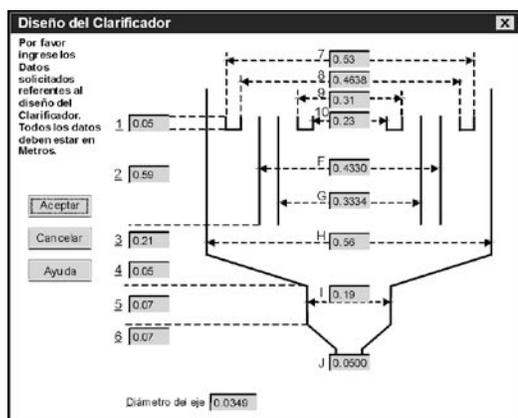


Figura 2. Cuadro de diálogo: diseño del clarificador.

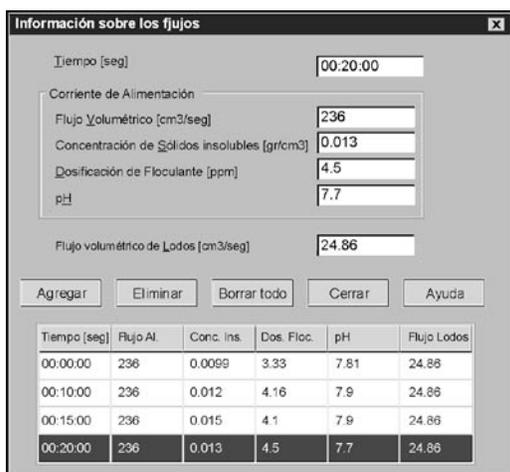


Figura 3. Cuadro de diálogo: información sobre los flujos.

Los resultados obtenidos en el ejercicio de simulación se incluyen en la tabla que acompaña a la ventana principal del programa y posteriormente se llevan a un gráfico tipo XY (Figura 1).

Validación del programa

Con el propósito de recolectar los datos utilizados en la validación del modelo, el clarificador experimental se instaló en paralelo con los clarificadores comerciales en los ingenios Providencia (durante 6 meses), Castilla (2 meses), Mayagüez (4 meses), La Cabaña (4 meses) y Sancarlos (2 meses).

Conclusiones

El modelo y el programa operativo desarrollados por CENICAÑA se fundamentan en el manejo de los jugos diluidos y las variables de proceso con el fin de prever problemas por exceso de partículas en suspensión que son debidas principalmente a la

presencia de material mineral resultante de una alta dosificación de productos químicos o del desecho de jugos sin una clarificación suficiente. Adicionalmente, esta herramienta puede ser utilizada en la instrumentación del clarificador experimental.

Con los resultados obtenidos en la validación se considera que, debido al escalamiento comprobado entre el comportamiento del clarificador experimental y los clarificadores industriales, el modelo obtenido puede llegar, con cierto nivel de ajustes, modificaciones y replanteamientos, a simular los procesos de las unidades de clarificación en los ingenios azucareros.

Referencias bibliográficas

- Briceño, C. O.; Hurtado, C. E.; Bolivar, J.; Romero, J. C.; Torres, J.; y Calero, L., 1997. Diseño, construcción y evaluación de un clarificador experimental tipo rápido, IV Congreso Colombiano de la Asociación de Técnicos de la Caña de Azúcar (TECNICAÑA). Tomo 2. Cali, Colombia. p. 261-273.
- _____; Hurtado, C. E.; Torres, J.; Bolivar, J.; y Romero, J. C., 1999. Design construction and evaluation of an experimental tryless clarifier. Proceedings of the XXIII ISSCT Congress. Vol. 1. February 22-26. Nueva Delhi, India. p. 343.
- _____; Zambrano, Y. F.; y Gil, N. J. 2001. Simulación dinámica para un clarificador sin bandejas. Asociación de Técnicos Azucareros y Alcohólicos de Brasil. Marzo-abril de 2001. STAB 19(4):36-42.
- Bueno, J. L. 1986a. Teoría y práctica de la sedimentación. Parte 1. Ingeniería Química. Junio de 1986. p. 159-175.
- _____. 1986b. Teoría y práctica de la sedimentación. Parte 2. Ingeniería Química. Septiembre de 1986. p. 131-139.
- _____. 1986c. Teoría y práctica de la sedimentación. Parte 3. Ingeniería Química. Diciembre de 1986. p.65-72.
- Caicedo, D.; Bejarano, N.; Briceño, C. O.; Palma, A.; y Reif, S., 2000. Modelación estadística de la estación de clarificación de un ingenio azucarero. Intern. Sugar Journal. 102:311-317.
- Doherty, W. O. y Edye, L. A. 1999. An overview on the Chemistry of clarification of cane sugar juice. 21st Conference. Townsville, Queensland, Australia, 1999. Proc. Aust. Soc. Sugar Cane Technol. 21:381-388

Comportamiento del clima en el valle del río Cauca durante el segundo trimestre y el primer semestre de 2003

Cortes B., E.*

Segundo trimestre

El análisis de las variables climáticas durante el segundo trimestre de 2003 se realiza con base en los promedios de precipitación y radiación solar registrados en los meses de abril, mayo y junio en 28 estaciones de la Red Meteorológica Automatizada (RMA) de la industria azucarera (Cuadro 1), y su comparación con las medias trimestrales multianuales para el período 1994-2003.

Precipitación. En este período del año, en la mayoría de las estaciones meteorológicas predominaron lluvias normales, entre 80% y 120% de las correspondientes medias trimestrales multianuales.

En mayo y junio se observaron contrastes en el comportamiento de la precipitación: durante mayo, mes típicamente lluvioso, predominaron lluvias escasas o muy escasas en la mayor parte de la región, en comparación con las respectivas medias multianuales; en junio, por el contrario, tuvieron lugar lluvias altas o muy altas en varias áreas.

Precipitaciones escasas, entre 50% y 80% de los respectivos valores medios trimestrales multianuales, se registraron en las estaciones meteorológicas Zarzal, La Paila, Ortigal, Miranda y Corinto.

Ocurrieron lluvias abundantes, entre 120% y 150% de lo acostumbrado en el trimestre, en las estaciones meteorológicas Amaime, Palmira-La-Rita y Jamundí.

Radiación solar. En la mayoría de las estaciones predominaron los valores normales de radiación solar: entre 95% y 105% de las respectivas medias trimestrales multianuales.

Se presentó también un comportamiento atípico de la radiación solar en los meses de mayo y junio: en mayo varias estaciones de la RMA mostraron valores altos o muy altos de esta variable climática en comparación con los valores acostumbrados para el mes, mientras que en junio varias estaciones registraron valores bastante bajos respecto a las medias climatológicas.

Las estaciones Yotoco, Amaime, Pradera y Cenicaña mostraron valores bajos de esta variable climática: entre 90% y 95% de los respectivos valores medios trimestrales multianuales.

En las estaciones meteorológicas Zarzal, Riofrío y Palmira-San José tuvieron lugar radiaciones altas, entre 105% y 110% en comparación con las correspondientes medias trimestrales multianuales, al tiempo que en las estaciones Guacarí y Naranjo se registraron valores muy altos de esta variable climática: 112% y 118% de los valores acostumbrados en esta época del año.

* Ingeniero Meteorólogo. CENICAÑA <ecortes@cenicana.org>

Cuadro 1. Resumen climatológico segundo trimestre de 2003.

Estación	Temperatura (°C)						Humedad relativa (%)	Precipitación	ETP x PENMAN	Radiación solar
	Mínima		Media 3 meses	Máxima		Oscilación media diaria		Acumulado en 3 meses		Media diaria (cal/cm ² x día)
	Absoluta	Media		Media	Absoluta			(mm)		
Viterbo	16.2	18.9	23.0	29.7	34.5	10.9	85	666.4	372.3	409.5
Risaralda	17.6	19.6	23.5	30.0	34.6	10.4	75	591.9	330.3	412.5
Cartago	17.3	19.8	24.0	30.9	34.7	11.1	83	407.7	* s/d	424.7
Zarzal	17.0	19.2	23.4	30.3	33.9	11.1	* s/d	288.0	445.5	434.6
La Paila	17.0	19.4	23.5	29.9	33.3	10.5	80	290.0	388.3	419.7
Bugalagrande	17.3	19.2	23.4	29.8	34.1	10.6	83	362.5	395.7	400.6
Riofrío	16.0	18.7	23.1	29.5	34.1	10.8	81	408.5	342.7	389.2
Tuluá	16.4	18.8	22.9	28.9	33.4	10.1	82	350.8	361.7	431.5
Yotoco	16.7	19.2	23.4	29.3	33.9	10.1	77	209.9	316.4	371.5
Guacarí	16.8	19.1	23.3	29.4	34.8	10.3	87	257.7	606.2	472.8
Ginebra	16.7	18.9	22.9	29.3	34.0	10.3	83	310.1	367.6	402.3
Amaime	16.8	18.9	22.8	28.9	33.8	9.9	82	406.0	* s/d	365.3
San Marcos	17.1	19.6	23.8	29.9	35.0	10.3	87	226.0	608.5	436.0
Palmira - La Rita	16.7	18.6	22.6	29.0	33.3	10.5	91	404.6	397.6	399.2
Arroyohondo	16.8	19.2	23.5	29.5	34.1	10.3	85	249.3	338.5	381.0
Palmira - S. José	16.2	18.5	22.7	29.0	33.5	10.4	78	299.0	328.1	381.1
Aeropuerto	17.0	19.2	23.2	29.5	34.5	10.3	88	236.5	437.6	428.6
Base Aérea	* f/s	* f/s	* f/s	* f/s	* f/s	* f/s	* f/s	* f/s	* f/s	* f/s
Candelaria	16.7	19.1	23.2	29.6	35.0	10.7	73	349.3	482.8	418.7
Pradera	16.8	18.7	22.6	28.8	34.7	10.2	80	290.5	332.6	324.8
Meléndez	17.5	19.4	23.4	29.2	34.3	9.8	80	390.8	585.5	413.6
Cenicaña	17.2	19.4	23.1	28.8	33.2	9.5	85	287.5	368.1	378.6
Jamundí	17.2	19.2	23.2	29.3	34.7	10.1	84	591.8	362.8	418.2
Bocas del Palo	17.2	19.1	23.1	29.7	35.4	10.6	80	415.0	361.6	406.2
Ortígal	16.8	19.1	23.1	29.2	32.8	10.1	81	223.3	343.1	396.9
Miranda	17.4	19.2	22.9	29.0	34.5	9.9	92	259.3	340.5	392.0
Naranjo	17.2	19.1	23.0	29.2	33.5	10.1	82	461.8	415.2	465.3
Corinto	17.0	19.1	22.7	28.0	32.2	8.9	78	422.5	* s/d	374.3
Santander de Q.	16.8	19.2	22.9	28.9	34.5	9.6	93	441.2	350.8	379.8
Mínima	16.0	18.5	22.6	28.0	32.2	8.9	73	209.9	316.4	324.8
Media	16.9	19.1	23.1	29.4	34.1	10.3	83	360.6	399.2	404.6
Máxima	17.6	19.8	24.0	30.9	35.4	11.1	93	666.4	608.5	472.8
Total								10,097.9	9980.0	11,328.2

Convenciones

Alto										
Normal										
Bajo										

Con negrilla: dato incompleto

* s/d: sin dato

f/s: fuera de servicio

Primer semestre

El análisis de las variables climáticas durante el primer semestre de 2003 se realiza con base en los promedios de precipitación y radiación solar registrados entre enero y junio en 28 estaciones de la RMA (Cuadro 2), y su comparación con las medias semestrales multianuales para el período 1994-2003.

Precipitación. Durante primer semestre del año predominaron las lluvias escasas y normales en comparación con las cantidades acostumbradas en este período.

Precipitaciones escasas, entre 50% y 80% de los correspondientes valores medios multianuales, se presentaron en las estaciones meteorológicas Zarzal, La Paila, Yotoco, Guacarí, San Marcos, Arroyohondo, Aeropuerto, Pradera, Meléndez, Cenicaña, Bocas del Palo, Ortigal, Miranda, Naranjo y Corinto.

En las estaciones Viterbo, Risaralda, Cartago, Bugalagrande, Riofrío, Tuluá, Ginebra, Amaime, Palmira-La Rita, Palmira-San José, Candelaria, Jamundí y Santander de Quilichao se registraron lluvias normales, entre 80% y 120% de las respectivas medias semestrales multianuales (Figura 1).

Radiación solar. Para el primer semestre de 2003, la mayoría de las estaciones meteorológicas reportaron valores normales de radiación solar media diaria.

Las estaciones Zarzal y Corinto registraron valores altos de radiación solar, entre 105% y 110% de los correspondientes valores acostumbrados para el período, mientras que en las estaciones Guacarí, Palmira-San José y Naranjo se presentaron radiaciones solares muy altas: 115%, 113% y 111% de las respectivas medias semestrales multianuales.

Las demás estaciones meteorológicas registraron valores normales para esta variable climática, entre 95% y 105% de los respectivos valores medios semestrales multianuales (Figura 2).

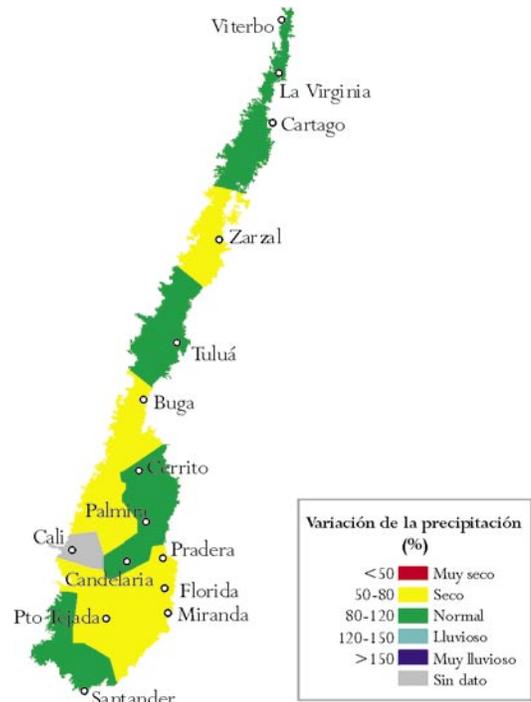


Figura 1. Variación de la precipitación en el valle del río Cauca durante el primer semestre de 2003, en relación con el promedio semestral multianual para el período 1994-2003.

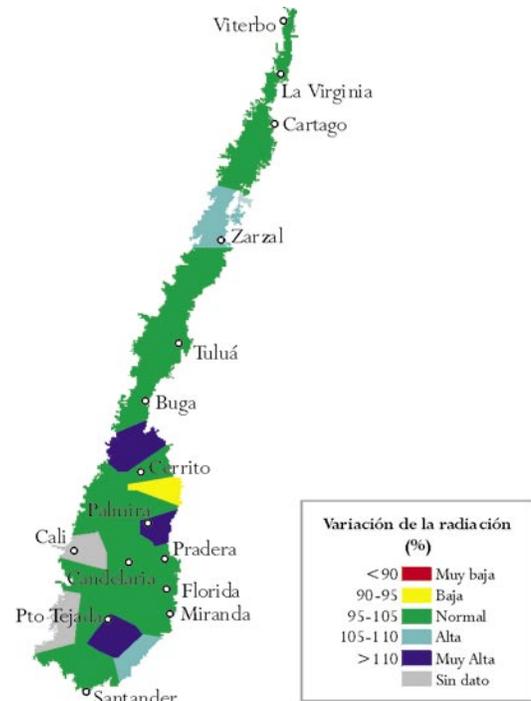


Figura 2. Variación de la radiación solar en el valle del río Cauca durante el primer semestre de 2003, en relación con el promedio semestral multianual para el período 1994-2003.

Cuadro 2. Resumen climatológico primer semestre de 2003.

Estación	Temperatura (°C)					Oscilación media diaria	Humedad relativa (%)	Precipitación	ETP x PENMAN	Radiación solar
	Mínima		Media 6 meses	Máxima				Acumulado en 6 meses (mm)	Media diaria (mm)	Media diaria (cal/cm ² x día)
	Absoluta	Media		Media	Absoluta					
Viterbo	14.6	18.7	23.1	30.3	34.5	11.6	83	900.0	* s/d	425.5
Risaralda	16.4	19.6	24.0	31.0	36.0	11.5	71	982.1	685.8	446.5
Cartago	17.3	19.8	24.2	31.4	35.5	11.6	80	559.7	* s/d	434.4
Zarzal	16.3	19.0	23.8	30.9	34.3	11.9	* s/d	415.8	1037.8	457.3
La Paila	17.0	19.5	23.8	30.6	34.2	11.2	77	519.9	791.2	432.0
Bugalagrande	16.8	19.0	23.6	30.6	34.3	11.6	80	587.6	807.1	410.2
Riofrío	15.8	18.6	23.3	30.4	34.6	11.8	79	595.7	690.6	401.1
Tuluá	15.9	18.8	23.3	29.8	33.7	11.0	79	551.1	771.2	455.8
Yotoco	15.4	19.1	23.8	30.1	33.9	11.0	75	387.2	710.6	409.9
Guacarí	16.5	19.2	23.6	30.2	34.8	11.0	85	351.0	1301.2	511.0
Ginebra	16.4	18.9	23.2	29.9	34.0	10.9	81	496.5	747.8	412.8
Amáime	16.4	19.0	23.0	29.3	33.8	10.4	81	565.8	* s/d	377.4
San Marcos	16.4	19.5	24.0	30.5	35.0	10.9	85	320.5	1248.1	451.6
Palmira - La Rita	16.2	18.7	22.9	29.7	33.3	11.1	90	558.3	834.7	423.4
Arroyohondo	16.3	19.1	23.7	29.9	34.1	10.9	83	353.8	727.7	394.3
Palmira - S. José	15.5	18.6	23.0	29.7	33.5	11.1	76	479.8	714.7	426.6
Aeropuerto	15.8	19.0	23.5	30.1	34.5	11.0	85	350.7	888.9	442.8
Base Aérea	* f/s	* f/s	* f/s	* f/s	* f/s	* f/s	* f/s	* f/s	* f/s	* f/s
Candelaria	16.5	19.1	23.5	30.3	35.0	11.3	73	489.9	1033.1	448.4
Pradera	16.0	18.8	23.0	29.3	34.7	10.6	77	496.0	719.7	370.5
Meléndez	16.3	19.3	23.6	30.0	34.3	10.7	78	587.0	1207.1	432.6
Cenicaña	16.5	19.3	23.3	29.5	33.2	10.2	83	445.2	746.8	398.6
Jamundí	15.4	19.0	23.4	29.9	34.7	11.0	82	778.7	739.6	* s/d
Bocas del Palo	15.6	19.0	23.3	30.3	35.4	11.3	78	521.3	732.9	418.8
Ortígal	16.4	19.1	23.4	30.1	33.5	11.0	79	413.9	692.8	418.1
Miranda	16.1	19.1	23.2	29.9	34.5	10.8	90	494.6	700.9	417.4
Naranjo	15.8	19.1	23.3	29.8	36.7	11.0	80	679.8	896.1	454.2
Corinto	16.1	19.0	23.1	28.7	32.2	9.5	75	710.2	* s/d	402.5
Santander de Q.	16.3	19.1	23.2	29.5	34.5	10.3	91	844.9	711.0	395.0
Mínima	14.6	18.6	22.9	28.7	32.2	9.5	71	320.5	685.8	370.5
Media	16.1	19.1	23.4	30.1	34.4	11.0	80	551.3	839.1	424.8
Máxima	17.3	19.8	24.2	31.4	36.7	11.9	91	982.1	1301.2	511.0
Total								15,437.0	20,137.4	11,468.7

Convenciones

Alto										
Normal										
Bajo										

Con negrilla: dato incompleto

* s/d: sin dato

f/s: fuera de servicio



SERIE DIVULGATIVA NO.8

ISSN 0121-6457

Manejo del riego en campos con residuos de la cosecha

Cruz V., J.R.; Torres A., J.S.

Ocho páginas en las que se ilustran las formas de aplicación del riego por surcos en cultivos de caña de azúcar (plantilla y socas) considerando las opciones de

acomodo de los residuos en el campo y adaptando los fundamentos del riego por surco alterno para las aplicaciones en épocas secas y en épocas con alta probabilidad de lluvias.

Se proponen formas de aplicación del riego para campos con espaciamientos de 1.50 y 1.75 metros entre surcos y en cada caso se estiman el ahorro potencial de agua y los beneficios económicos. Finalmente se comentan algunos aspectos referentes a los factores clave que se deben tener en cuenta para mejorar la eficiencia en el uso del agua y disminuir los costos de la labor.



SERIE TÉCNICA NO.32

ISSN 0120-5846

Maduradores en caña de azúcar. Manual de procedimientos y normas para su aplicación.

Villegas T., F.; Arcila A., J.

La mayoría de los productos maduradores actúan como reguladores de crecimiento y como consecuencia

de este efecto primario se incrementa el contenido de sacarosa en los tallos. Es posible que algunos actúen también sobre las enzimas que catalizan la acumulación de sacarosa. En los últimos años se ha evaluado la acción maduradora de nuevos productos denominados bioestimulantes y, aunque los resultados de su aplicación no son iguales a los obtenidos con los reguladores de crecimiento, algunos bioestimulantes han mostrado buena respuesta y son utilizados actualmente en varios ingenios azucareros.

Para la aplicación de maduradores en caña de azúcar en Colombia es requisito seguir estrictamente las normas y procedimientos técnicos que regulan la aplicación de agroquímicos en el país y prevenir toda acción para evitar daños a cultivos vecinos o al medio ambiente.

En este documento se establecen los pasos que se deben seguir para la correcta aplicación de maduradores con el objetivo de incrementar los rendimientos en kilogramos de azúcar por tonelada de caña cosechada, y se dan a conocer las normas existentes para su uso en el cultivo de la caña.



SERIE INFORMATIVA NO.20

ISSN 0120-3827

Comportamiento comercial de la caña de azúcar cosechada en el valle del río Cauca y censo de variedades, 2002

Palma Z., A.; Posada C., C.

Las observaciones de los indicadores de productividad fueron realizadas para los ingenios Central Castilla, Central Tumaco, Incauca, La Cabaña, Manuelita, Mayagüez, Pichichí, Providencia, Riopaila, Risaralda y Sancarlos, y corresponden a la caña cosechada en tierras con manejo de estos y en tierras de cultivadores independientes o proveedores de caña. En el análisis del censo de variedades de caña de azúcar y el área renovada durante 2002 se incluyen, además de los ingenios anteriores, los registros de los ingenios María Luisa y Carmelita. La información es un punto de referencia para evaluar las situaciones particulares que enfrenta cada cañicultor en su unidad productiva.



INFORME ANUAL 2002

ISSN 0120-5854

Memoria de las actividades de investigación y transferencia tecnológica adelantadas por CENICAÑA durante 2002, cuando se celebraron los 25 años de fundación de la institución. Se incluye un análisis de la producción comercial de caña y azúcar en el valle del río Cauca, el comportamiento del clima en la región, los avances en los macroproyectos Alta Sacarosa Estable, Caña Verde, Reducción de las Pérdidas de Sacarosa y Mercadeo de Tecnología, el desarrollo de los servicios

de Análisis Económico y Estadístico, Tecnología Informática, Información y Documentación, Cooperación Técnica y Transferencia de Tecnología, y Laboratorios de Análisis. Reseña de los productos relevantes en los diez años de funcionamiento del Programa de Procesos de Fábrica y los proyectos actuales.

APRECIADO LECTOR

Para fortalecer los vínculos de comunicación entre usted y CENICAÑA permítanos conocer su dirección de correo electrónico.

Esperamos noticias tuyas en buzon@cenicana.org



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 N° 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>

Correos
de Colombia

ADPOSTAL
Llegamos a todo el mundo!



Llame gratis a nuestras nuevas líneas de atención al cliente

018000-915525
018000-915503

Visite nuestra página web
www.adpostal.gov.co