

TEMAS

NOTAS TÉCNICAS E INFORMATIVAS

Cifras de la agroindustria azucarera colombiana, 2001	3
Pronóstico climatológico	4
Redes neuronales	5
Atlas agroclimático y de producción	6
Zonificación agroecológica	8

AVANCES DE INVESTIGACIÓN

Razas del síndrome de la hoja amarilla en Colombia	9
---	---

NOTA DE INVESTIGACIÓN

Variabilidad genética de la hormiga loca	12
---	----

INFORMES

Costo económico del riego	13
Evaluación regional de variedades	17
Variedades con alta concentración de sacarosa	24
Resumen clima, Primer semestre 2001	27

COMENTARIOS

Indicadores para la gestión energética en la industria azucarera colombiana	31
---	----

INFORMACIÓN GENERAL

Convenio de concertación para una producción más limpia	34
---	----



cenicana

**Centro de Investigación
de la Caña de Azúcar de
Colombia**

Razas del síndrome de la hoja amarilla en Colombia

Por antecedentes de investigaciones externas en las que se identificaron dos razas del virus del síndrome de la hoja amarilla en caña de azúcar, CENICAÑA realizó los análisis pertinentes para determinar la presencia de éstas en Colombia. Se usaron métodos moleculares para el diagnóstico y se determinó la presencia de las razas Florida/Texas y Brasil y una mezcla de ambas en algunas variedades. La protección sanitaria del cultivo se mantiene como una prioridad.

Página 9



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>



Pronóstico climatológico para tres sitios del valle

De acuerdo con estudios océano-atmosféricos de macroescala, se espera que la segunda temporada lluviosa de 2001 (sep. 16-dic. 15) traiga consigo cantidades normales de precipitación. El primer semestre de 2002 puede ser más deficitario en lluvias que lo normal, con registros de temperatura y evaporación que eventualmente podrían superar los valores acostumbrados.

Página 4

Presentación

Durante los meses de mayo y junio de 2001 todo el equipo de investigación de CENICAÑA participó en el programa bienal de reuniones con directivos y técnicos de los ingenios azucareros, actividad conjunta que el Centro promueve como una oportunidad de divulgación e intercambio de información tecnológica.

Este año, los avances y proyecciones para el desarrollo de la agricultura específica por sitio marcaron el énfasis de las presentaciones. Se dio a conocer la tercera aproximación de la zonificación agroecológica para el cultivo de la caña en el valle del río Cauca, caracterización que reúne información de muchos años sobre el clima, los requerimientos hídricos del cultivo y los suelos.

Parte de la información compartida en las reuniones se encuentra en este número de la Carta Trimestral. Sin restar importancia a los otros temas, quiero destacar los informes sobre evaluación de nuevas variedades (páginas 17 y 24), la presentación del cd-rom del Atlas Agroclimático y de Producción de la Agroindustria (página 6) y el análisis de casos sobre el costo económico del riego (página 13).

Finalmente, no puedo cerrar esta edición sin dar la bienvenida al Ingenio María Luisa que a partir de enero de este año se integró a CENICAÑA como donante y beneficiario de la actividad investigativa. Las puertas de CENICAÑA están abiertas para todos sus integrantes.

Buena lectura y... gracias por compartir la información

Victoria Carrillo C.
Coordinadora editorial

Apreciado lector

Para fortalecer los vínculos de comunicación entre Usted y CENICAÑA permítanos conocer su dirección de correo electrónico. La usaremos para intercambiar información técnica. Esperamos noticias tuyas en <buzon@cenicana.org>

Nota Importante



En el siguiente párrafo la información con negrilla es correcta y reemplaza la publicada en la página 12 de la Carta Trimestral 1 de 2001, en el escrito *Ecuación de pureza esperada en mieles finales en Colombia (target purity): una herramienta para evaluar el proceso de agotamiento*:

...Se podrá establecer así mismo el índice de diferencia de pureza esperada (DPE) que se expresaría así:

$$DPE = \text{Pureza esperada} - \text{Pureza obtenida en el ingenio}$$

Si el índice es **negativo**, existe un potencial de mejora; si es **positivo**, el ingenio ha llegado al valor de pureza esperada que le corresponde de acuerdo con la materia prima procesada y la tecnología aplicada.

Carta Trimestral
ISSN 0121-0327

Año 23, No. 2 de 2001

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
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 k.26
Oficina de Enlace: Calle 58 Nte. No. 3BN-110 Cali, Colombia
Teléfonos: (57-2) 6648025 Fax: (57-2) 6641936
www.cenicana.org

NOTAS TÉCNICAS E INFORMATIVAS

Cifras de la agroindustria azucarera colombiana, primer semestre de 2001

Durante el primer semestre de 2001 la industria molió 7,220,453 toneladas de caña y produjo 833,000 toneladas de azúcar. El porcentaje de azúcar recuperado por cada tonelada de caña molida (rendimiento real con base en 99.7°) fue de 11.55%.

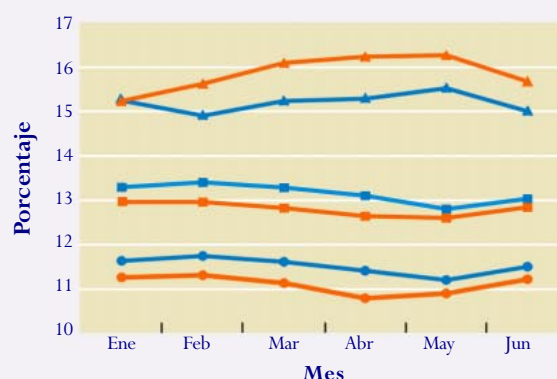
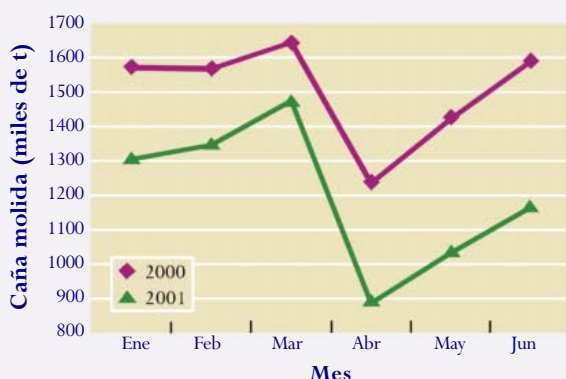
La molienda disminuyó en 1,811,421 toneladas, equivalentes al 25% de la cantidad registrada en el mismo período del año anterior; las mayores reducciones ocurrieron entre abril y junio, con descensos mensuales superiores al 36%. El número de días hábiles de molienda también fue menor.

Esta disminución de la tasa de molienda se relaciona con la producción de caña en el campo, la cual varió en 13%: mientras en el acumulado del año anterior el promedio ascendió a 110 toneladas de caña por hectárea, en este primer semestre de 2001 sólo fue de 95 t/ha.

Las fábricas mejoraron los niveles de eficiencia y en el primer semestre del año recuperaron el 87.3% de la sacarosa que llegó del campo, lo cual equivale a 1.8 puntos porcentuales más que el año anterior. Esta situación de las fábricas, así como las mejoras en la calidad de la caña, el mayor contenido de sacarosa % caña y el menor porcentaje de fibra en la caña moledera, hicieron que la producción de azúcar disminuyera en menor proporción que la molienda (171,274 toneladas de azúcar o 20.5% menos que en el año 2000). Particularmente en junio, la productividad fue de 0.915 toneladas de azúcar por hectárea-mes (TAHM), en contraste con las 0.898 TAHM registradas el año precedente.

Los cambios en la calidad de la caña se atribuyen a los menores contenidos de material extraño incorporado durante la cosecha, lo cual a su vez se relaciona con las precipitaciones escasas ocurridas durante el primer semestre de este año que en promedio no superaron los 490 mm en toda el área. El menor porcentaje de fibra se relaciona en parte con una menor edad de la caña cosechada en este primer semestre del año.

La información corresponde a registros de los ingenios Central Castilla, Incauca, La Cabaña, Manuelita, Mayagüez, Pichichí, Providencia, Riopaila, Risaralda y Sancarlos. Los cálculos de campo fueron suministrados por el ingeniero agrónomo Jorge Arcila del Ingenio La Cabaña y los de fábrica por el Programa de Fábrica de CENICAÑA a través del Sistema de Intercambio de Información Estandarizada Inter Ingenios.



Fibra % caña	Sacarosa % caña	Rendimiento (%)
▲ 2001	■ 2001	● 2001
▲ 2000	■ 2000	● 2000

climatológico para tres sitios del valle del río Cauca entre julio de 2001 y junio de 2002

Enrique Cortés Betancourt *

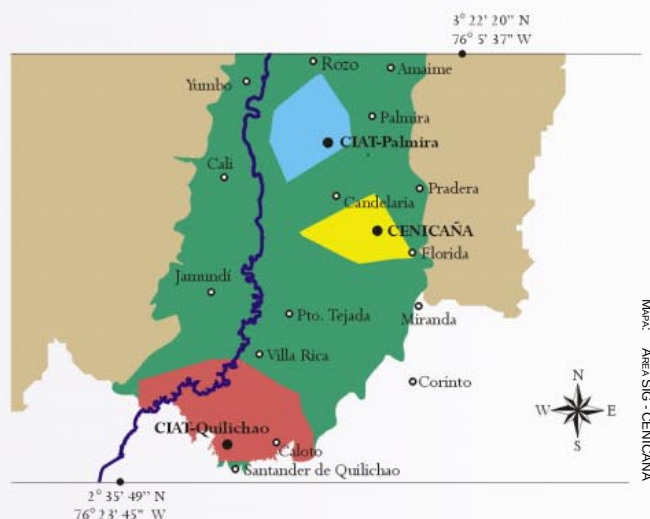
Pronóstico del tiempo

Según la evolución de las condiciones Niño-Niña durante el primer semestre de 2001 y teniendo en cuenta los resultados arrojados por los modelos de predicción de los Centros Nacionales para las Predicciones Ambientales -NCEP y la Administración Nacional para el Océano y la Atmósfera -NOAA (siglas en inglés), durante el tercer y cuarto trimestres de 2001 se espera la desaparición paulatina de un leve enfriamiento que aún se conserva en las aguas superficiales del océano Pacífico tropical (derecha, abajo). Con esto desaparecerá definitivamente la fase fría (fenómeno "La Niña") del ciclo ENOS ("El Niño"-Oscilación del Sur).

Para el primer trimestre de 2002 aparecerá un calentamiento de las aguas del océano Pacífico tropical, el cual se irá intensificando paulatinamente durante el segundo trimestre e irá abarcando las zonas oriental y central del océano Pacífico ecuatorial.

No se descarta la posibilidad de que durante el primer trimestre de 2002 se tengan sobre el Pacífico tropical condiciones oceánico-atmosféricas que lleven a la aparición, hacia mediados del año, de un nuevo fenómeno "El Niño".

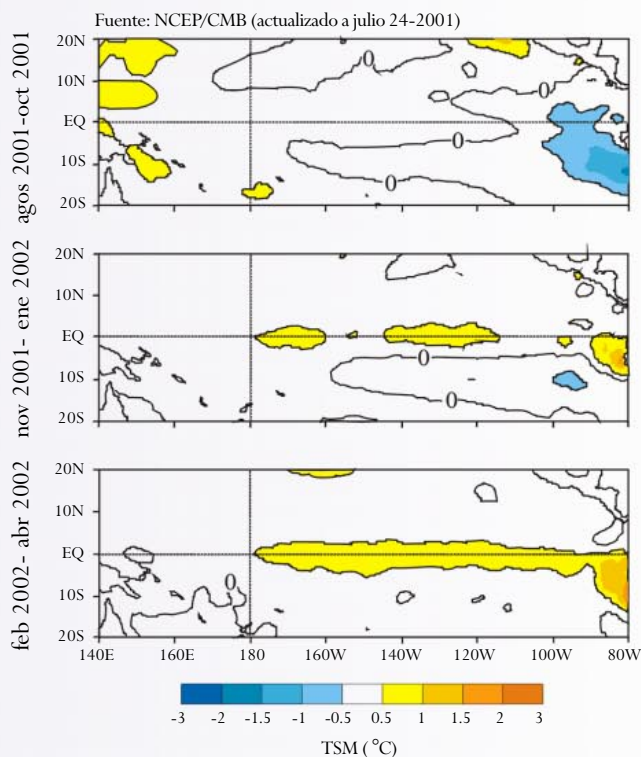
En comparación con el pronóstico de las condiciones de macroescala que se tenía a comienzos del año 2001, el plazo para la posible aparición de una nueva fase cálida (fenómeno "El Niño") del ciclo ENOS ("El Niño"-Oscilación del Sur) se ve postergado en aproximadamente medio año. Mientras en el pronóstico inicial esta nueva fase cálida se esperaba para el tercero o cuarto trimestre de 2001, la predicción actual señala su aparición hacia el segundo trimestre de 2002.



Área de influencia de las estaciones meteorológicas

CIAT-Palmira CENICAÑA CIAT-Quilichao

Anomalías de la Temperatura Superficial del Mar (TSM) Pronóstico



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

Los NCEP y la NOAA son agencias oficiales estadounidenses que permanentemente hacen el seguimiento de las condiciones climáticas globales. Sus pronósticos son actualizados cada semana y son de los más reconocidos y utilizados por la comunidad científica internacional.

Con base en estos pronósticos de macroescala, para el área de influencia de las estaciones meteorológicas CIAT-Palmira, CENICAÑA y CIAT-Quilichao, ubicadas en el sur del valle del río Cauca (izquierda, arriba), se prevén las siguientes condiciones climáticas:

- Durante la segunda temporada seca de 2001 (jun. 16 - sep. 15) se presentarán lluvias por debajo de lo acostumbrado.
- La segunda temporada lluviosa de 2001 (sep. 16 - dic. 15) traerá consigo cantidades normales de precipitación.
- La primera temporada seca del año 2002 (dic. 16 - mar. 15) será aun más deficitaria en lluvias que lo tradicional.
- La primera temporada lluviosa de 2002 (mar. 16 - jun. 15) traerá lluvias escasas, en comparación con lo acostumbrado para este período.
- Durante la segunda temporada seca y la segunda temporada lluviosa del año 2001 las temperaturas media y máxima media del aire serán muy cercanas a sus valores medios multianuales.
- Durante la primera temporada seca de 2002, las variables anteriores y la evaporación estarán por encima de los valores acostumbrados, sobre todo en el mes de febrero.

Estas proyecciones regionales se basan en la investigación realizada conjuntamente por CENICAÑA y la Universidad Nacional de Colombia-sede Palmira, cuyo documento está disponible para su consulta en la biblioteca de CENICAÑA:

Peña Quiñones, A. J. 2000. *Incidencia de los fenómenos El Niño y La Niña sobre las condiciones climáticas en tres sitios del valle del río Cauca. Palmira, Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Agropecuarias. 613 p. (Tesis de Grado de Ingeniería Agronómica).*

REDES NEURONALES: una herramienta con alto potencial para la simulación en el sector agroindustrial del azúcar

Con el propósito de dar a conocer una de las técnicas más promisorias para la simulación, fundamentada en programación de inteligencia artificial, con esta edición de la *Carta Trimestral* estamos enviando a algunos de nuestros lectores la separata titulada *Redes Neuronales: una herramienta con alto potencial para la simulación en el sector agroindustrial del azúcar*.

El documento presenta una síntesis de los aspectos principales relacionados con la naturaleza, arquitectura y funcionamiento de las Redes Neuronales, así como algunos casos de aplicación.

La técnica se ha utilizado con éxito en el control de procesos, la navegación satelital, los pronósticos de clima, la identificación de componentes en mezcla, la obtención de fórmulas estructurales, la transferencia de masa y calor, la mecánica de fluidos, la cinética de reacciones, los procesos de evaporación, clarificación y cristalización y una gran cantidad de operaciones administrativas y de logística.

Con el criterio de que esta técnica de simulación constituye una herramienta de alto potencial en los procesos fabriles del sector azucarero colombiano, la separata se ha dirigido específicamente a personas vinculadas con el área de fábrica en los ingenios. No obstante, otras personas interesadas pueden acceder a ella en la sección publicaciones en www.cenicana.org

Atlas agroclimático y de producción de la agroindustria

Un sistema de información geográfica al alcance de todos

Está demostrado que las estrategias de manejo agrícola y agronómico son más eficientes cuando se basan en el conocimiento y el análisis de los factores controlables y no controlables que intervienen en el desarrollo productivo del cultivo de interés. Por este motivo la tendencia actual es utilizar sistemas de información sencillos y con referencia geográfica (SIG), a través de los cuales se pueda ingresar, consultar y analizar de forma integrada las características del sitio de cultivo y los resultados obtenidos. Estos sistemas de información geográfica (SIG) son herramientas de gran utilidad para apoyar la toma de decisiones técnicas, administrativas y de infraestructura en las unidades productivas, al tiempo que facilitan la programación y el seguimiento de labores con miras a hacer el cultivo más rentable y productivo.

De acuerdo con lo anterior y como una primera etapa del desarrollo de herramientas para la agricultura específica por sitio presentamos el Atlas Agroclimático y de Producción de la Agroindustria Azucarera Colombiana, un sistema de información geográfica que reúne más de cuatrocientos mapas temáticos con variables de clima, suelo y producción comercial, disponible en CD-ROM para los ingenios y los cultivadores donantes de CENICAÑA. Esta aplicación de tecnología informática fue diseñada en ambiente de páginas web y utiliza el programa ArcExplorer® v.2.0 para la interacción con los mapas.

La cartografía digital reúne cerca de 160,000 hectáreas vinculadas al cultivo de la caña de azúcar en los departamentos de Caldas, Cauca, Risaralda y Valle del Cauca, con coberturas básicas de vías, municipios, estaciones meteorológicas e ingenios azucareros. Las consultas se pueden realizar desde una escala regional (valle del río Cauca) hasta el nivel de 'suerte' o lote en caña de azúcar. El CD-ROM trae consigo un manual ilustrado para

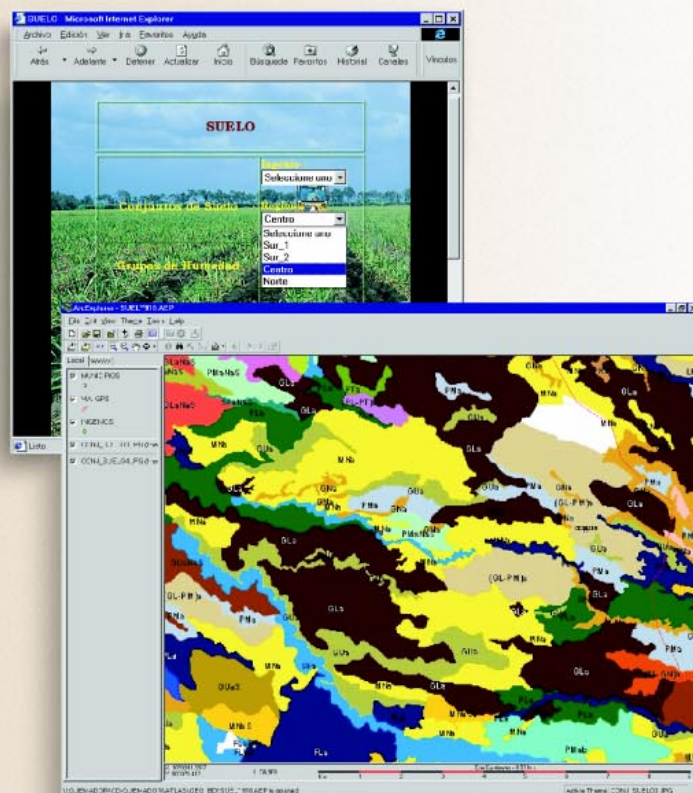


Brenda Valeska Ortiz U. *
Javier Carbonell G. **

el usuario e información complementaria con las fuentes de datos, metodologías de análisis y un glosario de los términos más utilizados. Ofrece una guía resumida que enseña cómo superponer planos particulares georreferenciados sobre los mapas del Atlas, así como indicaciones prácticas sobre las utilidades del programa ArcExplorer para realizar acercamientos, incorporar información nueva, hacer consultas personalizadas e imprimir.

Contenido del Atlas

El CD-ROM ofrece más de cuatrocientas coberturas con referencia geográfica organizadas por áreas temáticas según se trate de mapas referentes a clima, suelo o producción comercial. El procesamiento y el análisis de los datos para generar los mapas se realizaron con el apoyo de métodos estadísticos y geoestadísticos respectivamente. Para incorporar la información derivada de los análisis, cruzar las diversas variables y producir los mapas se usó el programa de SIG ArcVIEW v.3.1.



* Ing. Agríc., Analista de Sistemas de Información Geográfica, CENICAÑA.
<bvortiz@cenicana.org>

** Ing. Agríc., M.Sc.; Superintendente de Campo, CENICAÑA.
<jcarbon@cenicana.org>

Las coberturas disponibles por tema con sus respectivas fuentes de datos se presentan a continuación:

Clima: se utilizaron registros de varios años de estaciones pluviométricas y climatológicas administradas por la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca - CVC, el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM, el Centro Internacional de Agricultura Tropical - CIAT, el Centro Nacional de Investigaciones del Café "Pedro Uribe Mejía" - CENICAFÉ, INCAUCA S.A. y CENICAÑA.

En el Atlas se incluyen la ubicación y el área de influencia de las estaciones de la Red Meteorológica Automatizada de la Agroindustria Azucarera (RMA), el balance hídrico regional y los análisis climatológicos multianuales por década, mes y año para las variables:

- Precipitación atmosférica
- Temperatura del aire
- Oscilación de la temperatura
- Radiación solar

Suelo: mapas originales del Estudio Semidetallado de Suelos del Valle Geográfico del Río Cauca elaborado por el IGAC y la CVC (IGAC, 1980), un estudio de suelos de la zona norte del valle correspondiente a las tierras del Ingenio Risaralda y mapas generados por CENICAÑA que incluyen el suelo como componente básico:

- Conjuntos de suelos
- Drenaje natural
- Lámina de agua rápidamente aprovechable (LARA): entre 2 y 4 meses de edad; más de 4 meses de edad del cultivo.
- Grupos de manejo de suelos
- Grupos de humedad
- Zonas agroecológicas

Producción comercial: registros de los ingenios Central Castilla, Incauca, La Cabaña, Manuelita, Mayagüez, Pichichí, Providencia, Riopaila, Risaralda y Sancarlos entre 1997 y 1999 que han sido recolectados, sistematizados, analizados, publicados y almacenados por el Programa de Análisis Económico y Estadístico de CENICAÑA:

- Variedades sembradas
- Toneladas de caña por hectárea (TCH)
- Rendimiento en azúcar (% caña)
- Toneladas de azúcar por hectárea y por mes (TAHM)
- Edad de corte (meses)
- Número de corte

Se espera que esta información, sumada a la experiencia y los conocimientos de cada agricultor y a las recomendaciones generadas en el proceso de investigación, sea utilizada para definir las estrategias de manejo de los factores que influyen sobre el cultivo de la caña de azúcar en las unidades productivas del valle del río Cauca.

La mayoría de mapas temáticos presentados en el CD-ROM del Atlas se derivan de resultados obtenidos por los programas de investigación de CENICAÑA en diferentes áreas del conocimiento. Estas son algunas de las fuentes bibliográficas:

Estudio semidetallado de suelos del valle geográfico del río Cauca. Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 1980

Agrupación de los suelos del valle geográfico del río Cauca. Quintero, R; Castilla, C. CENICAÑA, 1992

Zonificación climática por balance hídrico. Cruz Valderrama, R; Torres J.S. Cuarto Congreso TECNICAÑA, 1997

Catálogo de objetos geográficos básicos. Sector azucarero. CENICAÑA, 1999

Control administrativo del riego: preguntas y respuestas. Cruz Valderrama, R. Carta Trimestral v.23, no.1. CENICAÑA, 2001

Zonificación agroecológica para el cultivo de caña de azúcar en el valle del río Cauca. Tercera aproximación. Carbonell, J; Amaya, A; Ortiz, B.V; Torres, J.S; Quintero, R; Isaacs, C.H. CENICAÑA, 2001

El CD-ROM del Atlas Agroclimático y de Producción de la Agroindustria Azucarera Colombiana está disponible para los ingenios y los cultivadores donantes de CENICAÑA por un valor de \$50,000. Para adquirirlo puede comunicarse con:

Centro Experimental
INGENIERA BRENDA V. ORTIZ
<bvortiz@cenicana.org>

INGENIERO JAVIER CARBONELL
<jacarbon@cenicana.org>

TELÉFONO: (2) 664 80 25 - Ext. 131
FAX: (2) 664 19 36
VIA CALI-FLORIDA K.26

Oficina de Enlace
SEÑORA PATRICIA DE BÓRRESEN
<pquinter@cenicana.org>
TELÉFONO: (2) 664 58 92
CALLE 58 NORTE NO. 3BN-110
CALI - VALLE DEL CAUCA



Zonificación agroecológica para el cultivo de la caña de azúcar en el valle del río Cauca. Tercera aproximación

Carbonell, J; Amaya, A; Ortiz BV; Torres, JS; Quintero, R; Isaacs, CH. CENICAÑA, 2001 (Serie Técnica no.29)



El comportamiento de la caña de azúcar varía según las condiciones ambientales del sitio donde se desarrolle. Particularmente en el valle del río Cauca, en las 200,000 hectáreas dedicadas a la producción de azúcar los rendimientos oscilan entre 60 y 200 toneladas de caña por hectárea y entre 8 y 16 % de azúcar recuperado por tonelada de caña molida. Las diferencias se encuentran asociadas principalmente con la diversidad de condiciones edáficas y agroclimáticas del área y con la posibilidad de los agricultores para usar tecnologías de manejo acordes con dicha diversidad.

Con el objetivo de identificar zonas homogéneas caracterizadas por factores biofísicos relativamente estables en el tiempo, en las cuales se espera que la respuesta del cultivo en producción sea también homogénea, CENICAÑA ha venido realizando aproximaciones progresivas de la zonificación agroecológica para el cultivo de la caña de azúcar en la región.

En esta tercera aproximación se destaca el uso de bases de datos geográficos y sistemas de información geográfica (SIG). Para un año de precipitaciones normales se identificaron 51 zonas agroecológicas, definidas por la colección de las siguientes capas de información:

- Las características de los suelos, clasificados en diez grupos de manejo de acuerdo con los siguientes factores: clasificación taxonómica, posición geomorfológica, régimen de humedad, familia textural y drenaje externo, interno y natural. En la zonificación se incluyen más de 90 conjuntos o series de suelos identificados mediante estudios semidetallados.
- Las características de las áreas afectadas por diferentes grados de humedad ordenadas en seis grupos de humedad, conformados a partir de estudios básicos sobre la permeabilidad del suelo y el balance hídrico regional. Con fundamento en estudios semidetallados se caracterizó el drenaje natural del suelo para luego elaborar mapas de equivalencias de permeabilidad; el balance hídrico en el suelo se basa en el análisis climatológico de registros históricos de precipitación y evaporación y en las investigaciones sobre el consumo de agua de la caña.

La publicación ofrece mapas temáticos con las coberturas de información que integran las zonas y tablas completas con la distribución del área en caña y por ingenio según conjuntos de suelo, grupos de suelos, grupos de humedad y zonas agroecológicas. También incluye ejemplos de aplicación como el análisis productivo de las variedades por zona y la relación de los tipos de productores que interactúan en cada una, ambos con fines de seguimiento y transferencia tecnológica.

Debido a que actualmente existen diferencias en la productividad obtenida dentro de las zonas, el paso siguiente es profundizar en las relaciones manejo-productividad para llegar a definir estándares de manejo según las características ambientales propias de cada sitio y la capacidad de adopción de cada tipo de productor.

La zonificación es una herramienta de planeación para apoyar decisiones de inversión en infraestructuras de riego y drenaje, así como decisiones de adopción y adaptación de tecnologías de manejo agrícola y agronómico para cada condición. Con ella se busca orientar la investigación y el desarrollo tecnológico hacia una agricultura específica y sostenible por sitio, que contribuya a cerrar las brechas de la productividad entre sitios y a mejorar la rentabilidad de la agroindustria azucarera local.



Figura 1. Síntomas del síndrome de la hoja amarilla (ScYLV) en hojas de caña de azúcar.

Razas del síndrome de la hoja amarilla en Colombia

Juan Carlos Angel S. *
Fernando Angel S. **
Jorge I. Victoria K. ***

Introducción

El virus del síndrome de la hoja amarilla (ScYLV) es un patógeno de la caña de azúcar registrado inicialmente en 1993 en Hawái. La enfermedad ha venido siendo encontrada en forma paulatina en todos los países cultivadores de caña de azúcar del mundo, principalmente en Estados Unidos, Brasil, Sudáfrica, Mauricio, Zimbabwe y Australia (Lockhart *et al.*, 1996). En Colombia fue registrada en caña de azúcar en mayo de 1998, aunque probablemente se encontraba en el país desde tiempo atrás y es factible que no se hubiera detectado por la falta de métodos de diagnóstico (Victoria *et al.*, 1998).

Los síntomas de la afección se caracterizan por un amarillamiento de la nervadura central que poco a poco se extiende a toda la lámina foliar, empezando en la parte distal hacia la base de la hoja (Victoria *et al.*, 1998) (Figura 1). En algunas variedades no se presentan síntomas visibles lo que hace más difícil el diagnóstico. Moonan y Mirkov (1999) utilizando las últimas técnicas moleculares clasificaron el agente causal del síndrome de la hoja amarilla como un virus del género *Polerovirus*, perteneciente a la familia Luteoviridae.

El virus se disemina por el uso de semilla vegetativa infectada y es transmitido por dos insectos vectores, los áfidos *Melanaphis sacchari* y *Rhopalosiphum maidis* (Scagliusi y Lockhart, 2000; Victoria *et al.*, 1998).

La enfermedad se puede diagnosticar por diferentes técnicas como ELISA (*Enzyme Linked Immuno-absorbent Assay*), TBIA (*Tissue Blot Immuno Assay*), DBIA (*Dot Blot Immuno Assay*), RT-PCR (*Reverse Transcriptase Polymerase Chain Reaction*) y por purificación de su agente causal (Moonan y Mirkov, 1999; Scagliusi y Lockhart, 2000; Victoria *et al.*, 1998).

El mejor control de la enfermedad se debe lograr cuando se disponga de variedades resistentes; mientras tanto, el manejo integral de la enfermedad se ha basado en el uso de semilla limpia y libre del patógeno para el establecimiento de cultivos comerciales. CENICAÑA ha establecido un sistema de limpieza que elimina efectivamente el agente causal del síndrome de la hoja amarilla en yemas de caña de azúcar (Victoria *et al.*, 1998).

* Ingeniero Agrónomo, M.Sc.; Fitopatólogo del Programa de Variedades-CENICAÑA <jcangel@cenicana.org>

** Biólogo Molecular, Ph.D.; Biotecnólogo del Programa de Variedades-CENICAÑA <fangel@cenicana.org>

*** Ingeniero Agrónomo, Ph.D.; Director del Programa de Variedades-CENICAÑA <jvictor@cenicana.org>

Moonan y Mirkov (1999) mediante métodos moleculares determinaron la existencia de dos razas del virus. Estos investigadores, utilizando tejido de dos variedades de caña de azúcar, encontraron que los amplificadores polimórficos alélicos (CAP's) provenientes de la variedad CP 65-357 presentaron un fragmento de 300 pb (pares de bases) (raza Florida/Texas) mientras que la variedad SP 71-6163 mostró dos fragmentos de 200 y 100 pb (raza Brasil).

El presente trabajo se realizó con el propósito de determinar la presencia de las dos razas del virus del síndrome de la hoja amarilla en las variedades importadas por CENICAÑA, teniendo en cuenta que provienen de diversos países, entre ellos Brasil y Estados Unidos.

Metodología

Para el trabajo se usó un grupo de 19 variedades provenientes de la colección universal con tallos positivos al ScYLV mediante la técnica de *Dot Blot* (Victoria *et al.*, 1998). A partir de cada una de las variedades positivas se extrajo el ácido ribonucleico (ARN) total, empleando la metodología del estuche *Rneasy Plant mini kit* de la casa comercial Qiagen (Qiagen, 1997).

El ARN total extraído de cada variedad se sometió a la acción de la enzima transcriptasa reversa, sintetizando de esta manera el ADN complementario (ADNc) (Moonan y Mirkov, 1999). La amplificación del ADNc se realizó utilizando los cebadores oFM359 (*reverse oligo*) y oFM323 (*forward oligo*) específicos para el ScYLV. Cada amplificado de las diferentes variedades se digirió a 37 °C por 3 horas con la enzima de restricción Sau 3AI (Moonan y Mirkov, 1999). Los productos digeridos se visualizaron por corrido electroforético a través de geles de sinergel-agarosa al 3% y se observaron en un transiluminador de luz ultravioleta a 300 nm; la metodología se presenta en el esquema de la Figura 2.

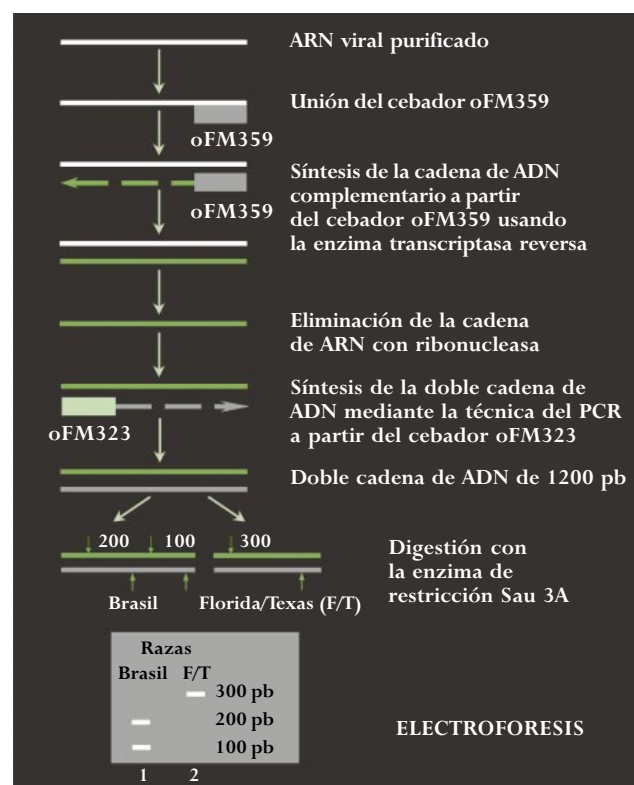


Figura 2. Proceso de síntesis, amplificación de ADNc y digestión para determinar razas del síndrome de la hoja amarilla.

Resultados

Los cebadores utilizados, oFM359 y oFM323, fueron homólogos a la secuencia correspondiente de las muestras positivas analizadas en las variedades CC 85-96, CP 63-588, CP 71-1038, CP 75-1082, POJ 2878, SP 71-6163 y V 71-55. Se logró amplificar el fragmento de 1200 pb (Figura 3, izquierda-A) siendo los resultados comparables con los obtenidos por Moonan y Mirkov (1999). En la figura (izq.) se observa la banda fuerte amplificada en las variedades CP 71-1038 y SP 71-6163 (carriles 2 y 4) y una banda leve en las variedades CP 63-588 y POJ 2878 (carriles 1 y 3). La intensidad del fragmento en cada variedad dependió de la concentración del ARN viral obtenido.

En la Figura 3 (derecha-B) se observan los resultados de la electroforesis después de la digestión del amplificado de 1200 pb. Se destaca la diferencia del fragmento de 300 pb que presentó la variedad POJ 2878 (carril 3) en relación con las otras variedades, confirmandose la presencia de la raza Florida/Texas (F/T) en dicha variedad. Resultados similares se

observaron en otras reacciones en las variedades CP 75-1082 y CC 85-96 (Cuadro 1). Las variedades CP 63-588, CP 71-1038 y SP 71-6163 (carriles 2 y 4) presentaron el fragmento de 300 pb (raza F/T) y además mostraron fragmentos de 200 y 100 pb que corresponden a la raza brasilera del ScYLV (Moonan y Mirkov, 1999), lo que indica la posible mezcla de las dos razas en estas variedades.

Se debe destacar que en algunas muestras de la variedad SP 71-6163 se detectó la presencia de las dos razas (fragmentos de 300, 200 y 100 pb) y en otras muestras de la misma variedad se detectó la raza brasilera (fragmentos de 200 y 100 pb) del virus del síndrome de la hoja amarilla (Cuadro 1, Figura 3-derecha). Resultados similares se presentaron en otras reacciones en la variedad V 71-55 (Cuadro 1). Resultados recientes del Consorcio Internacional de Biotecnología, del cual hace parte CENICAÑA, señalan la presencia de un tercer grupo divergente del virus del síndrome de la hoja amarilla en Colombia afectando la variedad CC 85-96 (Moonan *et al.*, 2000).

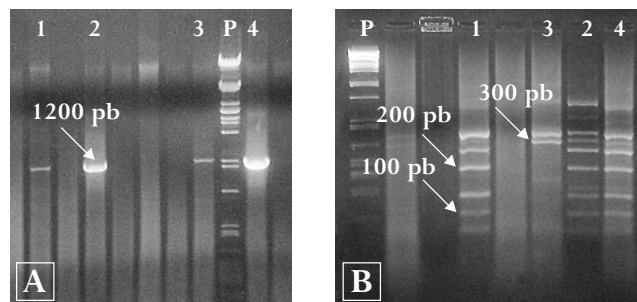


Figura 3. Amplificación y digestión de los ADNc en variedades de caña de azúcar afectadas por el síndrome de la hoja amarilla. Izquierda-A: Carriles 1 a 4 = Amplificación a 1200 pb. Derecha-B: Digestión de amplificados = 1. CP 63-588; 2. CP 71-1038; 3. POJ 28-78; 4. SP 71-6163; P. Marcador λ PstI.

Cuadro 1. Determinación de razas del síndrome de la hoja amarilla en variedades de caña de azúcar.

Raza Brasil	Raza Florida/Texas	Mezcla de razas
Variedad: SP 71-6163	Variedades: CC 85-96 CP 75-1082 POJ 28-78	Variedades: CP 63-588 CP 71-1038 SP 71-6163 V 71-55

Conclusiones

Se determinó la presencia de las razas del síndrome de la hoja amarilla, razas Florida/Texas (F/T), Brasil (B) y una mezcla de las dos razas, en variedades de caña de azúcar. Es importante seguir los estudios del efecto que la enfermedad tiene en la producción, en resistencia de variedades y en la eficiencia de los vectores y así determinar si la presencia de las diferentes razas influye en estas variables.

Referencias bibliográficas

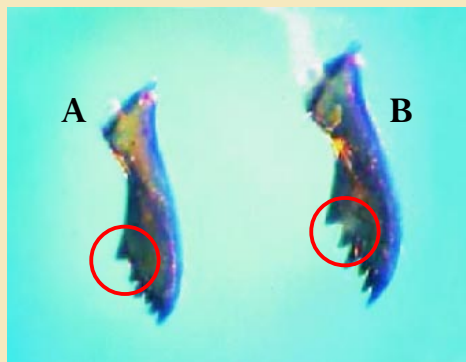
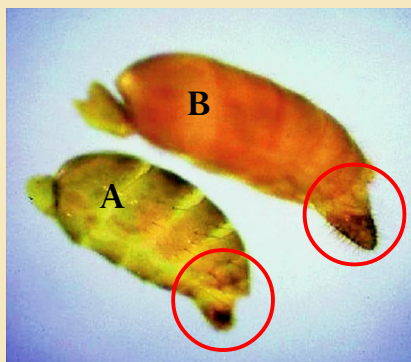
- Lockhart, B. E. L.; Ireby, M. J.; y Comstock, J. C. 1996. Sugarcane bacilliform virus, sugarcane mildmosaic virus and sugarcane yellow leaf syndrome. En: B. J. Croft; C. M. Piggin; E. S. Wallis; y D. M. Hogarth (eds.). Sugarcane germplasm conservation and exchange.. Austr. Centre Intern. Agric. Res., Canberra. p. 108-112.
- Moonan, F. y Mirkov, T. E. 1999. Development of methods for pathogen identification and of conventional and nonconventional strategies for control of yellow leaf syndrome of sugarcane. T. Erik Mirkov lab ICSB Project no. 11. Final Report. Texas A&M Agricultural Experiment Station, Weslaco, TX. 13 p.
- _____; Borg, Z.; Braithwaite, G. S.; y Mirkov E. 2000. Characterizing the genetic diversity of sugarcane yellow leaf virus. ICSB project no. 99-15. Texas A&M Agricultural Experiment Station, Weslaco, TX. 26 p.
- Qiagen.Inc 1997. Rneasy Mini Handbook. Product guide. Second edition. 64 p.
- Scagliusi, S. M. y Lockhart, B. E. L. 2000. Transmission, characterization and serology of a luteovirus associated with Yellow leaf syndrome of sugarcane. Phytopath. 90:120-124.
- Victoria, J. I.; Garcés, F.; Guzmán, M. L.; y Angel F. 1998. Síndrome de la hoja amarilla en Colombia ScYLV (Sugarcane yellow leaf virus). CENICAÑA, Carta Trimestral 20 (2 y 3):3-7.

Variabilidad genética de la hormiga loca (*Paratrechina fulva*)

Sergio Prieto H. *
Fernando Angel S. **

Además de las variaciones identificadas a nivel genético entre las poblaciones de hormiga loca, también se han encontrado diferencias morfológicas. Las poblaciones procedentes de CENICAÑA, el CIAT y el Ingenio Mayagüez son muy similares entre sí (individuos señalados con la letra A), al tiempo que difieren considerablemente de las poblaciones provenientes de la laguna de Sonso, las áreas aledañas a los ingenios Incauca, Providencia y Risaralda y algunos sitios del departamento de Boyacá (letra B).

Como se observa en las fotografías, existen diferencias en el tamaño del parámero y la presencia de pilosidades en los genitales del macho (izq). También es distinta la conformación de la mandíbula, específicamente la distancia entre los dientes basal y subbasal (der).



Para el control eficiente de una plaga es importante conocer en detalle la estructura y el funcionamiento de sus distintas poblaciones ecológicamente adaptadas. La selección natural da lugar a diferencias o polimorfismos entre las poblaciones de una misma especie, los cuales son adaptaciones a los diversos ambientes en los muchos lugares del área de distribución de la especie; de esta forma se originan razas o poblaciones geográficamente aisladas. La diversidad dentro de la especie y el conocimiento de los lugares de origen de las poblaciones son aspectos fundamentales para tener éxito en el manejo y el control de las mismas.

En CENICAÑA se está estudiando la existencia de variabilidad genética en la hormiga loca (*Paratrechina fulva*) es decir, la variabilidad a nivel del ácido desoxirribonucleico o ADN. En la molécula de ADN de cada organismo vivo se encuentra toda la información genética de ese organismo, de manera que ésta proporciona una identidad única a cada individuo dentro de una especie y además permite diferenciar entre especies pertenecientes a un mismo género. Esta diferenciación se basa en las distintas regiones que se encuentran en el ADN, unas altamente variables y otras conservadas dentro de una especie o género.

Para el efecto se están analizando poblaciones de hormiga loca provenientes de sitios cercanos al Centro Experimental de CENICAÑA, el Centro Internacional de Agricultura Tropical-CIAT, la laguna de Sonso, los ingenios Providencia, Risaralda, Incauca y Mayagüez, y algunos sitios del departamento de Boyacá. Los ADNs de las poblaciones se han comparado utilizando técnicas moleculares. Los resultados indican que las poblaciones de hormigas encontradas en CENICAÑA, el CIAT y el Ingenio Mayagüez son muy similares entre sí, posiblemente iguales a nivel genético, pero al mismo tiempo difieren considerablemente de las otras poblaciones. Se encontraron además diferencias morfológicas a nivel de genitalia de machos, forma de las mandíbulas y presencia o ausencia de alas en las reinas maduras. Estas diferencias confirman los resultados obtenidos con el ADN y sugieren la existencia de una gran variabilidad dentro de la especie a la cual pertenece la hormiga loca. El análisis final de los datos permitirá definir el nivel de la variabilidad presente, lo cual proporcionará una ayuda adicional para el control de la plaga.

* Estudiante en práctica. Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia-Sede Palmira.

** Biólogo Molecular, Ph.D.; Biotecnólogo del Programa de Variedades-CENICAÑA <fangel@cenicana.org>

Costo económico del riego: Análisis de casos

Ricardo Cruz *
Claudia Posada *
Gustavo Medina **
Alejandro García ***
Rafael Rojas ****

Introducción

El cultivo de la caña de azúcar en el valle del río Cauca requiere la aplicación de riego suplementario para su desarrollo. En años de precipitación normal aproximadamente 100,000 hectáreas presentan déficit de agua entre 0 y 400 mm/año, mientras que en años secos se pueden encontrar hasta 360,000 ha con déficit (Cruz y Torres, 1997).

De acuerdo con las investigaciones realizadas por CENICAÑA, los requerimientos hídricos de la caña de azúcar en las condiciones agroclimáticas del valle fluctúan entre 1100 y 1300 mm por ciclo de cultivo de 13 meses; es decir, con precipitación anual de 1000 mm el requerimiento de riego de la caña es de 100 a 300 mm (1 a 5 riegos) por ciclo de cultivo.

El riego representa entre 20 y 50% de los costos de producción de caña (Figura 1), motivo por el cual es un tema de alta prioridad tanto en investigación como en los aspectos de mejoramiento administrativo y operativo. La importancia es aun mayor desde enero de 2001 cuando los costos de la energía eléctrica se incrementaron en todo el territorio colombiano (resolución 079 de 1997, Comisión Reguladora de Energía y Gas -CREG), afectando directamente los costos del agua de riego que se extrae de pozos profundos. A pesar de haber adoptado las tarifas monomía doble y monomía horaria, recomendadas al sector azucarero como las mejores alternativas para afrontar las nuevas disposiciones (Valdés *et al*, 2000), los cañicultores tuvieron que aceptar un incremento de 75% en los costos de energía.

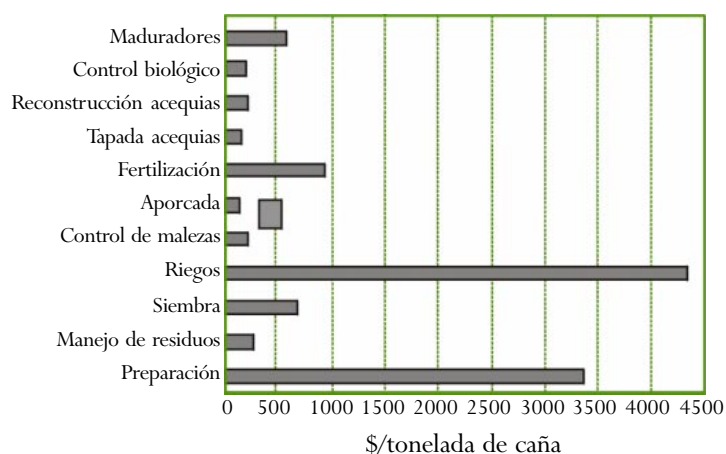


Figura 1. Costos de producción de caña de azúcar discriminados por labor (\$/tonelada de caña, año 2000).

En este documento se presentan los costos o valoración económica del riego para siete casos definidos según los sistemas de captación, conducción y aplicación del agua, involucrando las inversiones y la operación. Los datos para el análisis de los casos fueron suministrados por los ingenios Mayagüez, Manuelita y Providencia y los costos se estimaron en pesos colombianos del año 2000. El costeo económico del riego en conjunto con las investigaciones en proceso sobre la respuesta diferencial de la caña al riego serán la base para determinar, en un futuro cercano, la rentabilidad del riego en el cultivo de la caña de azúcar en el valle del río Cauca.

* Investigadores de CENICAÑA: Ing. Agríc., M.Sc.; Ingeniero de Suelos y Aguas <jrcruz@cenicana.org>. Economista, Programa de Análisis Económico y Estadístico <cposada@cenicana.org>
** Ing. Agríc., Ingenio Mayagüez S.A. <gumedina@ingeniomayaguez.com>
*** Ing. Agrón., Ingenio Manuelita S.A. <algarcia@manuelita.com>
**** Ing. Agríc., Ingenio Providencia S.A. <joserafa00@latinmail.com>

Metodología

El costeo económico del riego se define como la valoración representativa y confiable de las inversiones y la operación del riego, para lo cual CENICAÑA ha desarrollado una metodología que tiene en cuenta las obras involucradas para cada sitio específico partiendo de la hipótesis de que son inversiones para la empresa, que generan beneficios e implican unos costos durante su vida útil. Se incluyen las inversiones en estudios básicos, adecuación y estructuras hidráulicas, las cuales normalmente no se tienen en cuenta a la hora de calcular los costos de riego en los ingenios locales.

Para valorar el agua se realiza un inventario físico de las obras de infraestructura en cada ‘suerte’ o lote, clasificadas en **estudios básicos** (análisis de suelos, topografía, diseño de los campos, nivelación), **captación, almacenamiento, distribución y obras complementarias**. El inventario involucra variables como inversión inicial, vida útil, capacidad, área de influencia, porcentaje de reparación y mantenimiento, consumo de energía, entre otras.

A partir de esta información, para cada activo inventariado se calculan los costos unitarios de posesión (costos fijos) y de operación (costos variables) para obtener el costo total de la obra. En los **costos fijos** se tienen en cuenta la depreciación económica, los seguros, impuestos e intereses y el alojamiento o bodegaje. En los **costos variables** se incluyen la reparación y el mantenimiento y los consumos de energía y combustible. También se consideran aspectos generales como costo del capital ponderado, plazo del crédito de inversión, tasa de seguros y tasa de impuesto al patrimonio.

Casos de estudio

- Caso 1:** captación de agua subterránea mediante pozo profundo, conducción por tubería y aplicación por tubería de ventanas.
- Caso 2:** captación de agua subterránea mediante pozo profundo, almacenamiento en reservorio, conducción por canal secundario revestido y aplicación por sifones y acequia regadora.
- Caso 3:** captación de agua superficial en bocatoma, almacenamiento en reservorio, conducción por canales primario y secundario y aplicación por bocas y acequia regadora.
- Caso 4:** captación de agua subterránea mediante pozo profundo, reservorio, canal primario y secundario, acequia regadora y aplicación por bocas.
- Caso 5:** captación de agua subterránea mediante pozo profundo, conducción por tubería y aplicación por tubería de ventanas.
- Caso 6:** captación de agua subterránea mediante un pozo profundo de 20 años de vida, conducción por tubería y aplicación por tubería de ventanas.
- Caso 7:** captación de agua subterránea mediante pozo profundo, reservorio, canal primario, acequia regadora y aplicación por bocas.

Para cada caso, con base en la información básica se estiman los costos fijos y variables por año de cada una de las obras de infraestructura y se calcula el costo total anual en que se incurre por poseer y operar las obras. Este valor se distribuye por la capacidad en metros cúbicos por año de dichas obras, bien sea para captación, almacenamiento y/o distribución de agua, obteniendo como resultado el precio del agua como insumo. Este último se ingresa como un sobreprecio al valor pagado a la corporación autónoma regional por el consumo (en los casos de análisis la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca –CVC) y con este resultado se llega a valorar de manera precisa la labor de riego en función del sistema empleado.

Resultados

En los Cuadros 1 y 2 se relacionan los datos básicos de entrada para la modalidad de riego descrita en el Caso 1, los costos fijos y variables de cada una de las obras de infraestructura estimados por año, el costo total anual calculado por poseer y operar las obras y el precio del agua como insumo. En la Figura 2 se presentan los costos discriminados, valorando por factor la labor de riego para el Caso 1.

Cuadro 1. Datos básicos de entrada para la estimación de los costos de un riego en el Caso 1 de estudio. Precios año 2000.

Concepto	Inversión inicial (miles de \$)	Año	Capacidad (miles de m ³ /año)	Vida útil (años)	Edad actual (años)	Energía (miles de kW/año)	Valor atribuido a riego (%)
Actividades básicas:							
Nivelación	18,450	1997	—	10	3	—	30
Diseño de campo	1500	1997	—	40	3	—	50
Estudio de suelos	2100	1997	—	10	3	—	15
Sistema de captación:							
Pozo profundo	230,000	1999	605	20	1	126	100
Sistema de distribución:							
Tubería enterrada	76,371	1998	605	15	2	—	100

Cuadro 2. Estructura de costos de un riego para el Caso 1 de estudio y precio del metro cúbico de agua.

Concepto	Costo fijo (\$)	Costo variable (\$)	Costo total (\$)	Precio m ³ (\$)
Actividades básicas:				
Nivelación	2890	—	2890	—
Diseño de campo	122	—	122	—
Estudio de suelos	330	—	333	—
Sistema de captación:				
Pozo profundo	24,545	18,555	43,100	71
Sistema de distribución:				
Tubería enterrada	9416	—	9416	16
Precio agua para riego				87

Cuadro 3. Costo de un riego por surcos por hectárea para los siete casos evaluados (pesos del año 2000).

Concepto	Número de Caso (ver descripción en el aparte <i>Metodología</i>)						
	1	2	3	4	5	6	7
Actividades básicas	7000	7000	7000	6000	7000	6000	7000
Maquinaria	11,000	11,000	11,000	0	25,000	21,000	0
Mano de obra	17,000	17,000	17,000	31,000	2000	2000	22,000
Agua	96,000	99,000	34,000	71,000	45,000	19,000	54,000
Otros insumos	—	2000	310	310	—	—	2000
Canal terciario	—	11,000	11,000	7000	—	—	7000
Tubería	16,000	—	—	—	48,000	39,000	—
Total	147,000	146,000	80,310	115,310	127,000	82,000	86,000
Agua (\$/m ³)	87	81	21	47	41	20	38
Agua (% total)	65	68	42	62	35	23	63

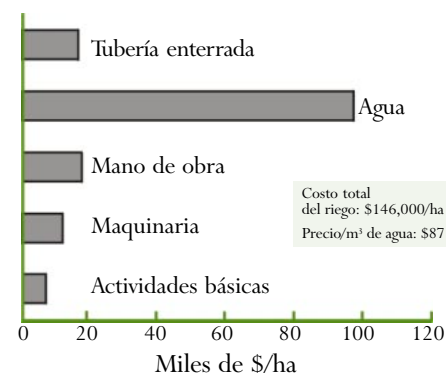


Figura 2. Costos de riego para el Caso 1.

Un resumen de los datos de entrada y los resultados para cada uno de los siete casos analizados se presenta en el Cuadro 3. Se observa que el costo de un riego fluctúa entre \$80,000 y \$145,000 por hectárea. Los Casos 1 y 2 presentan los mayores costos debido a que la infraestructura de captación de agua subterránea, almacenamiento y conducción es de construcción reciente y los costos de inversión son altos, lo cual resulta en un costo del agua de \$85 por metro cúbico que representa el 70% del costo total del riego.

Los Casos 4, 5 y 7 presentan costos intermedios, entre \$100,000 y \$120,000 por hectárea por riego; en éstos, las inversiones se realizaron hace más de diez años por lo cual el agua tiene un costo moderado entre \$40 y \$50 por metro cúbico y representan entre el 35 y el 60% del costo total de riego.

El costo más bajo se obtuvo con el Caso 3, igual a \$80,000 por ha/riego, debido principalmente al costo bajo del agua superficial equivalente a \$21 por metro cúbico.

Para el conjunto de casos analizados el costo del agua varió entre \$20 y \$85 por metro cúbico, con el precio más bajo en el caso de captación por bocatoma. Los precios más altos se registraron con el uso de pozo profundo, excepto en los Casos 4, 5 y 6 que corresponden a pozos antiguos; cabe anotar que en el Caso 6 las tuberías de conducción y aplicación también son bastante antiguas.

El costo del agua subterránea representa entre el 60 y el 70% del costo total del riego y la energía representa el 88% del costo del agua; se encontró que en muchos casos los equipos de motor y bomba instalados en los pozos están sobredimensionados en cuanto a tamaño y potencia requerida. Lo anterior indica que se deben mejorar tanto la selección de las bombas y motores como las eficiencias en el uso del agua y la energía; además, buscar otras fuentes de energía distintas a la eléctrica, por ejemplo gas natural o gas licuado de petróleo (GLP).

Conclusiones y proyecciones

La metodología de valoración económica del riego propuesta por CENICAÑA es útil para analizar el costo real del riego. Su uso estandarizado en el sector productivo ofrecerá la oportunidad de realizar comparaciones válidas, confiables y representativas de la labor, lo cual constituye un principio fundamental para el mejoramiento del riego en las unidades productivas y el aprovechamiento de las tecnologías disponibles con miras a disminuir los costos de producción del cultivo (ver recuadro).

CENICAÑA y el Grupo de Manejo de Aguas (integrado por técnicos e investigadores de la agroindustria azucarera) continuarán analizando el costo económico del riego en el cultivo de la caña de azúcar, tomando como referencia nuevos casos como el riego con bocatoma y aplicación por bocas (sin reservorio), pozo con motor diesel y bocas (sin reservorio), captación por bombeo desde cauce superficial y riego por aspersión con cañones.

Adicionalmente, en el Comité de Campo de ASOCAÑA se está analizando el desarrollo de un proyecto conjunto entre algunos ingenios y empresas distribuidoras de gas con el fin de evaluar el gas natural y el gas licuado de petróleo como fuentes de energía para pozos profundos.

Referencias bibliográficas

- Cruz Valderrama, R; Tores J.S. 1997. Zonificación climática por balance hídrico. En: Congreso de la Sociedad Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar, 4, Cali, 24-26 septiembre, 1997. Cali, TECNICAÑA. V.1, p. 201-206.
- Gómez J.F; Prada M.A. 2000. Nuevas tecnologías de riego por gravedad en el Ingenio Manuelita. En: Congreso Colombiano de la Asociación de Técnicos de la Caña de Azúcar, 5, Cali, 4-6 octubre, 2000. Cali, TECNICAÑA. (cd-rom)
- Valdés A; Medina G; Nova J; Orozco B; Cruz R; Calero C. 2000. Incremento de los costos de energía por cambios en el sistema de tarifas. Carta Trimestral CENICAÑA (Colombia). v.22, no.3, p.12-15.

La oferta tecnológica para la planeación y operación eficiente del riego ha demostrado ser eficiente para reducir los costos de la labor. En el Ingenio Manuelita, con la adopción de las nuevas tecnologías se logró disminuir en 50% los costos de riego (Gómez y Prada, 2000) a través de mejoras en la eficiencia de aplicación, el rendimiento de los regadores, el volumen de agua aplicado y las pérdidas por percolación profunda y conducción.

Entre las tecnologías disponibles, acerca de las cuales se puede encontrar información en CENICAÑA, están:

- Aforadores RBC para medición del agua.
- Sistema de programación de los riegos por balance hídrico (BH) manual, BH asistido por computador o BH visual mediante el uso del tanque Cenirrómetro.
- Aplicación de riego por surco alterno.
- Politubulares o tubería rígida con ventanas en reemplazo de las acequias de riego.
- Zonificación agroclimática por balance hídrico regional para la planeación del riego.
- Sistema de control administrativo de los riegos, manual o asistido por computador.

Evaluación regional de variedades: Análisis de los resultados de dos cortes

Hernando Rangel Jiménez *
Carlos Viveros Valens *
Carlos Moreno Gil **
Jorge Victoria Kafure *
Juan Carlos Ángel Sánchez *

Introducción

La evaluación regional, también conocida como pruebas regionales, es la etapa final del proceso de obtención de variedades. Las pruebas se siembran en sitios representativos de las zonas agroecológicas para las cuales existe el interés de identificar las mejores variedades tanto por sus características agronómicas y de fábrica como por su rentabilidad. El análisis de los resultados de las pruebas regionales desde 1982 hasta 1999 y de los resultados comerciales desde 1990 hasta 1999 muestran que la mejor variedad en las pruebas regionales es también la mejor en siembras comerciales, es decir, que la prueba regional predice con confianza el desempeño a escala comercial de una variedad.

En este informe se presentan los resultados consolidados de la plantilla y la primera soca de cinco pruebas regionales en las cuales se están evaluando las variedades de las series 88, 89, 90 y 91 y una variedad de la serie 93. Aunque se incluyeron diferentes testigos, la comparación de las nuevas variedades se hace en relación con una variedad CC 85-92.

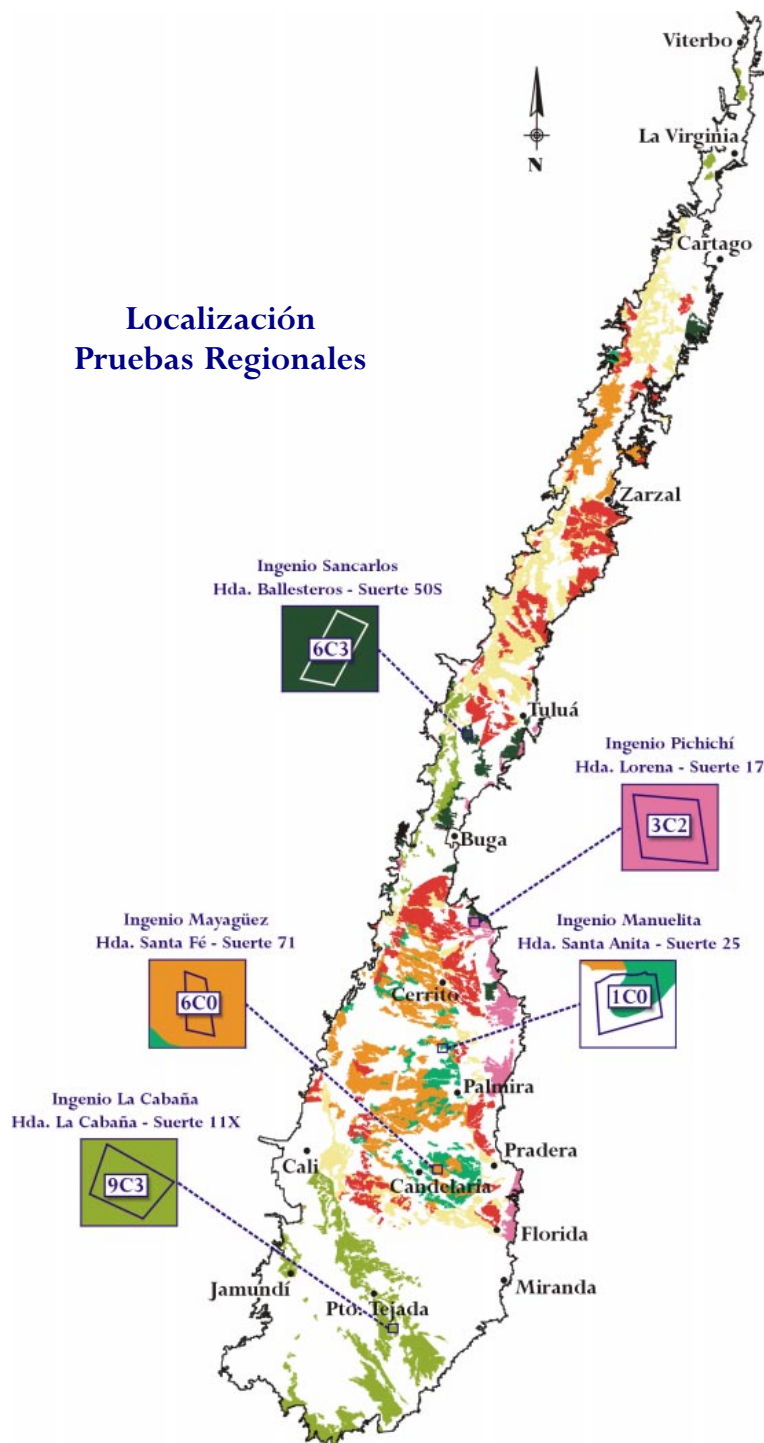
Zonas agroecológicas

La zona agroecológica se define como una zona relativamente homogénea en relación con la respuesta del cultivo en producción, caracterizada por factores biofísicos de largo plazo relativamente estables. Las zonas agroecológicas para el cultivo de la caña de azúcar en el valle del río Cauca han sido conformadas de acuerdo con los siguientes aspectos: (1) El balance hídrico: en el cual están involucrados la precipitación y la evapotranspiración; (2) El estudio semidetallado de los suelos del valle del río Cauca; (3) Los grupos de manejo de suelos: conformados con base en la clasificación taxonómica del suelo, su posición geomorfológica, el régimen de humedad, la familia textural y el drenaje y (4) Los grupos de humedad: conformados con base en el balance hídrico y el drenaje natural, para lo cual se han tenido en cuenta la permeabilidad del suelo y el rango de humedad. A continuación se describe cada una de las zonas agroecológicas donde están sembrados los experimentos.

* Investigadores del Programa de Variedades de CENICAÑA. En su orden: I.A., Ph.D., Fitomejorador <hrangel@cenicana.org>; I.A., M.Sc., Fitomejorador <cavivero@cenicana.org>; I.A., Ph.D., Director Programa <jvictor@cenicana.org>; I.A., M.Sc., Fitopatólogo <jcangel@cenicana.org>

** Estadístico, M.Sc., Biometrista del Programa de Análisis Económico y Estadístico-CENICAÑA <camoreno@cenicana.org>

Localización Pruebas Regionales



Zona agroecológica 9C3:

corresponde al grupo de manejo de suelos No.9, suelos superficiales con grietas, pobremente drenados y de baja fertilidad, Inceptisols y Entisols muy húmedos; condición de humedad 3, o sea, un exceso de humedad entre 400 y 600 mm al año.

Zona agroecológica 1C0:

Grupo de manejo de suelos No.1, suelos profundos, bien drenados y de alta fertilidad, Mollisols secos; condición de humedad 0, o sea, déficit de humedad.

Zona agroecológica 3C2:

Grupo de manejo de suelos No.3, suelos superficiales de mediana fertilidad, Mollisols secos y condición de humedad 2, o sea, entre 0 y 200 mm de exceso al año.

Zona agroecológica 6C3:

Grupo de manejo de suelos No.6, suelos arcillosos, imperfectamente drenados y de alta fertilidad, Vertisols secos y condición de humedad 3, o sea, un exceso de humedad entre 400 y 600 mm al año.

Zona agroecológica 6C0:

Grupo de manejo de suelos No.6 (ya descrito) y condición de humedad 0, es decir, déficit de humedad.

Curvas de isoproductividad.

El informe se complementa con las curvas de isoproductividad, elaboradas con base en la producción de caña en toneladas por hectárea (TCH) en el eje 'y' y el contenido de sacarosa en el eje 'x'. Un programa combina los datos de este par de caracteres, hace la proyección de las toneladas de sacarosa por hectárea (TSH) y genera las líneas de isoproductividad cuyos resultados se observan en el segundo eje vertical 'z'. Las variedades que se localizan entre dos líneas tienen la misma productividad en términos de TSH. En cada caso se debe observar si la productividad está dada por un mayor contenido de sacarosa o por una mayor producción de caña. Las curvas están elaboradas con base en el promedio de las variedades en los dos cortes para TCH y sacarosa en caña.

Resultados

Ingenio Manuelita

La prueba regional está sembrada en la suerte 25 de la hacienda Santa Anita, en un suelo del orden Mollisols del conjunto Manuelita correspondiente a la zona agroecológica 1C0. La plantilla se sembró el 24 de agosto de 1998 y se cosechó el 12 de octubre de 1999 a los 13.6 meses de edad. La primera soca se cosechó el 12 de diciembre de 2000 a los 14 meses de edad. Los resultados se presentan en el Cuadro 1.

Por TCH, en plantilla se destacaron CC 91-1599, CC 91-1555 y CCSP 89-43 y en el segundo corte la CC 91-1945. La plantilla tuvo un promedio de 190 TCH, valor significativamente superior al de la primera soca que fue de 146.

Por el contenido de sacarosa la variedad CC 91-1945 superó significativamente a la variedad CC 85-92. Hubo diferencias significativas entre cortes y el promedio de 15.68% de la primera soca fue significativamente superior al 14.14% de la plantilla.

Por TSH la variedad más destacada fue CC 93-4223 que combinó muy bien la producción de caña con el contenido de sacarosa. El promedio de la plantilla de 26.83 es significativamente superior al de la primera soca de 22.93.

Los resultados indican que las variedades CC 91-1945 y CC 93-4223 se destacan tanto por su producción de caña como por su contenido de sacarosa y son variedades promisorias para la zona agroecológica 1C0.

Las curvas de isoproductividad que se presentan en la Figura 1 complementan la información.

Cuadro 1. Resultados de la cosecha de la plantilla y la primera soca de la prueba regional de evaluación de las variedades de las series 88 a 91. Ingenio Manuelita, hacienda Santa Anita, suerte 25. Zona agroecológica 1C0.

Variedad	TCH (1)	TCH (2)	Sacarosa (1)	Sacarosa (2)	TSH (1)	TSH (2)
CC 88-439	197	153	13.1	15.0	25.8	23.0
CC 88-757	167	137	13.7	14.8	22.9	20.4
CC 90-1160	176	155	13.8	14.5	24.3	22.6
CC 91-1555	210	114	12.6	15.9	26.5	18.0
CC 91-1599	211	143	12.0	14.1	25.4	20.1
CC 91-1880	150	107	13.9	16.5	20.8	17.7
CC 91-1945	177	151	15.2	16.5	27.0	24.9
CC 93-4223	187	130	15.3	16.4	28.6	20.6
CCSP 89-1997	198	132	13.8	15.8	27.4	20.8
CCSP 89-259	195	141	14.0	15.6	27.3	22.0
CCSP 89-43	202	132	14.8	16.4	30.0	21.6
CCSP 90-1041	184	158	14.8	15.2	27.4	24.0
CC 85-68	189	160	14.7	16.6	27.8	26.6
CC 85-92	214	181	14.2	15.3	30.6	27.8
CC 87-473	186	149	14.6	16.1	27.2	24.0
MZC 74-275	181	146	14.3	15.7	25.9	22.9

(1) Resultados para la plantilla.

(2) Resultados para la primera soca.

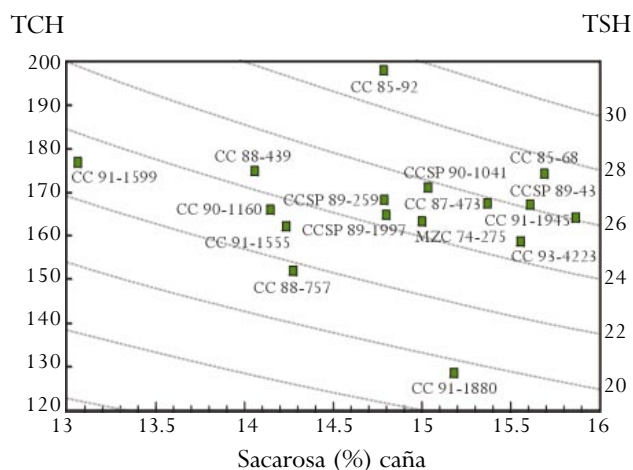


Figura 1. Resultados de isoproductividad (plantilla y primera soca) de las series 88 a 91. Prueba regional Ingenio Manuelita, hacienda Santa Anita.

Ingenio Pichichí

La prueba regional está sembrada en la suerte 17 de la hacienda Lorena, en un suelo del orden Inceptisols del conjunto Pradera correspondiente a la zona agroecológica 3C2. La plantilla se sembró el 3 de febrero de 1999 y se cosechó el 27 de marzo de 2000 a los 13.8 meses de edad. La primera soca se cosechó el 12 de marzo de 2001 a los 11.4 meses de edad. Los resultados se presentan en el Cuadro 2.

Por TCH se destacó la variedad CC 91-1880. La plantilla tuvo un promedio de 126 TCH, significativamente superior a las 70 TCH de la primera soca.

Por el contenido de sacarosa, tres variedades superaron significativamente a la variedad CC 85-92; estas fueron: CC 91-1880, CC 88-439 y CCSP 90-1041. Hubo diferencias significativas entre cortes y el promedio de 16.17% de la primera soca fue significativamente superior al 15.26% de la plantilla.

Por TSH la variedad más destacada en la plantilla fue CC 91-1880 que combinó muy bien la producción de caña con el contenido de sacarosa. En la primera soca esta variedad conservó un buen resultado gracias a su excelente contenido de sacarosa. El promedio de la plantilla de 19.2 fue significativamente superior al de la primera soca de 11.29.

En conclusión, hubo tres variedades que superaron significativamente al testigo CC 85-92 en el contenido de sacarosa y dos de ellas, CC 91-1880 y CCSP 90-1041, se convierten en variedades promisorias para esta zona agroecológica, en especial CC 91-1880 que además del excelente contenido de sacarosa que conservó en los dos cortes ha mostrado tener también una buena capacidad para la producción de caña, aunque evidentemente se deprimió mucho en la primera soca, condición que fue similar para todas las variedades.

Las curvas de isoproductividad que se presentan en la Figura 2 complementan la información.

Cuadro 2. Resultados de la cosecha de la plantilla y la primera soca de la prueba regional de evaluación de las variedades de las series 88 a 91. Ingenio Pichichí, hacienda Lorena, suerte 17. Zona agroecológica 3C2.

Variedad	TCH (1)	TCH (2)	Sacarosa (1)	Sacarosa (2)	TSH (1)	TSH (2)
CC 88-439	94	55	15.7	16.5	14.8	9.1
CC 88-757	98	56	15.5	16.1	15.1	9.1
CC 90-1160	117	72	15.1	15.5	17.6	11.3
CC 91-1555	144	71	15.0	16.3	21.6	11.5
CC 91-1599	126	64	14.0	15.0	17.6	9.6
CC 91-1880	151	78	16.3	17.6	24.5	13.8
CC 91-1945	95	45	15.1	15.8	14.3	7.2
CC 93-4223	102	47	15.6	16.4	15.7	7.8
CCSP 89-1997	122	76	15.3	16.5	18.7	12.5
CCSP 89-259	125	82	15.2	16.7	18.9	13.7
CCSP 89-43	120	70	15.4	16.5	18.6	11.6
CCSP 90-1041	118	82	15.7	16.4	18.6	13.4
CC 84-75	156	80	15.3	16.6	24.0	13.3
CC 85-92	158	83	14.9	15.4	23.7	12.8
RD 75-11	148	83	15.4	15.8	22.7	13.2
V 71-51	139	67	14.8	15.7	20.7	10.6

(1) Resultados para la plantilla.
(2) Resultados para la primera soca.

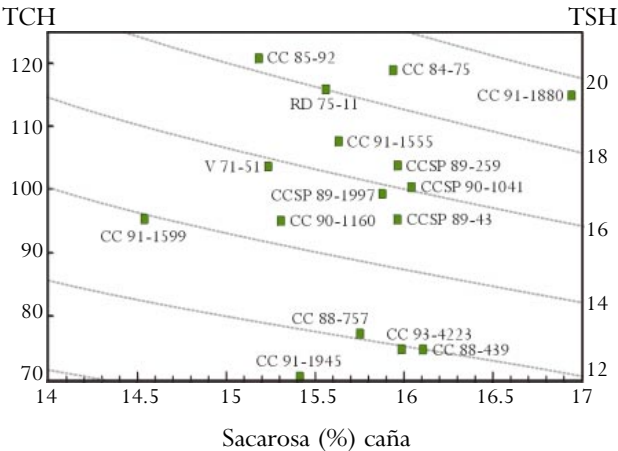


Figura 2. Resultados de isoproductividad (plantilla y primera soca) de las series 88 a 91. Prueba regional Ingenio Pichichí, hacienda Lorena.

Ingenio La Cabaña

La prueba regional está sembrada en la suerte 11X de la hacienda La Cabaña, en un suelo del orden Inceptisols del conjunto Puerto Tejada correspondiente a la zona agroecológica 9C3. La plantilla se sembró el primero de septiembre de 1998 y se cosechó el 25 de agosto de 1999, a los 11.8 meses de edad. La primera soca se cosechó el 22 de agosto de 2000 a los 11.9 meses de edad. Los resultados se presentan en el Cuadro 3.

Por TCH, en la plantilla se destacaron CCSP 89-1997, CC 91-1880 y CCSP 89-43 y en la primera soca CC 90-1160. La plantilla tuvo un promedio de 111 TCH que es significativamente superior al de la primera soca que fue de 98 TCH.

Por el contenido de sacarosa cinco variedades superaron significativamente a la variedad CC 85-92; esta son: CC 93-4223, CC 91-1880, CC 91-1555, CCSP 89-43 y CC 91-1945. Hubo diferencias significativas entre cortes y el promedio de la primera soca de 15.33% es significativamente superior al de la plantilla de 14.49%.

Por TSH la variedad más destacada fue CC 91-1880, aunque inferior a los testigos CC 84-75 y RD 75-11. El promedio de la plantilla de 16.03 es significativamente superior al de la primera soca de 14.94 TSH.

En conclusión, la variedad CC 91-1880 es una de las que mejor combina la producción de caña con el contenido de sacarosa para dar buenas TSH en la plantilla. Es importante mencionar de nuevo que hubo cinco variedades que superaron significativamente a la variedad testigo CC 85-92 en el contenido de sacarosa lo que amplía el abanico de variedades promisorias para esta zona.

Las curvas de isoproductividad que se presentan en la Figura 3 complementan la información.

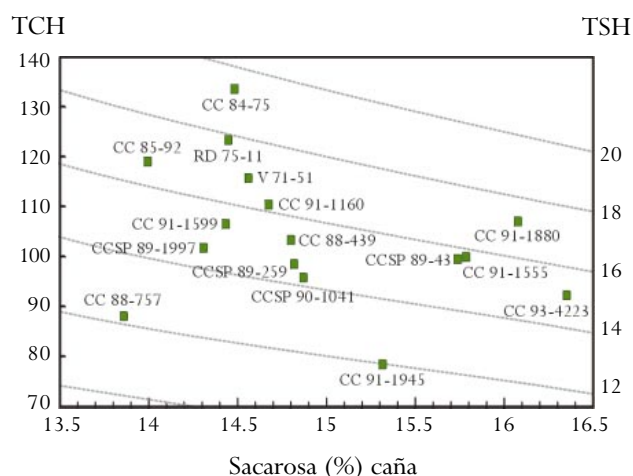


Figura 3. Resultados de isoproductividad (plantilla y primera soca) de las series 88 a 91. Prueba regional Ingenio La Cabaña, hacienda Cabaña.

Cuadro 3. Resultados de la cosecha de la plantilla y la primera soca de la prueba regional de evaluación de las variedades de las series 88 a 91. Ingenio La Cabaña, hacienda Cabaña, suerte 11X. Zona agroecológica 9C3.

Variedad	TCH (1)	TCH (2)	Sacarosa (1)	Sacarosa (2)	TSH (1)	TSH (2)
CC 88-439	96	110	13.8	15.8	13.2	17.3
CC 88-757	91	84	13.6	14.1	12.4	11.8
CC 90-1160	110	109	14.6	14.7	16.2	16.1
CC 91-1555	110	89	15.3	16.2	17.0	14.5
CC 91-1599	101	111	14.2	14.7	14.2	16.3
CC 91-1880	114	99	16.0	16.1	18.2	15.9
CC 91-1945	88	68	14.9	15.7	13.2	10.7
CC 93-4223	101	82	16.3	16.4	16.6	13.5
CCSP 89-1997	116	86	13.4	15.2	15.6	13.2
CCSP 89-259	104	91	14.0	15.6	14.7	14.3
CCSP 89-43	113	85	15.6	16.0	17.7	13.7
CCSP 90-1041	103	87	14.6	15.1	15.0	13.1
CC 84-75	150	116	13.6	15.3	20.4	17.8
CC 85-92	124	113	13.3	14.7	16.6	16.7
RD 75-11	126	120	14.6	14.3	18.3	17.1
V 71-51	120	110	13.9	15.2	16.9	16.8

(1) Resultados para la plantilla.

(2) Resultados para la primera soca.

Ingenio Mayagüez

La prueba regional está sembrada en la suerte 71 de la hacienda Santa Fé, en un suelo del orden Inceptisols del conjunto Ricaurte correspondiente a la zona agroecológica 6C0. La plantilla se sembró el 17 de febrero de 1999 y se cosechó el 22 de marzo de 2000 a los 13.2 meses de edad. La primera soca se cosechó el 27 de marzo de 2001 a los 13.1 meses de edad. Los resultados se presentan en el Cuadro 4.

Por TCH se destacó la variedad CC 91-1599 en los dos cortes. El promedio de 143 TCH de la plantilla fue significativamente superior al de 117 de la primera soca.

Por el contenido de sacarosa, la variedad CC 91-1880 superó significativamente a la variedad CC 85-92. La variedad CC 91-1880 alcanzó el contenido más alto de sacarosa con 18.1% en la primera soca, al igual que CC 85-68, una de las variedades con mayor contenido de sacarosa sembradas actualmente por la agroindustria. Hubo diferencias significativas entre cortes y el promedio de 16.66% de la primera soca fue significativamente superior al 13.51% de la plantilla.

Por TSH se destacaron en la plantilla las variedades CC 91-1945, CC 92-4223 y CCSP 89-259 debido principalmente a la mayor producción de caña. En la primera soca hay buenos resultados para CCSP 89-1997, CCSP 89-43, CC 90-1160, CC 91-1555 y CC 91-1599. En este caso el contenido de sacarosa

ha jugado un papel importante para los altos valores de TSH. La variedad CC 91-1880 tuvo una producción de caña baja en la primera soca y por eso su valor de TSH es bajo a pesar del contenido de sacarosa elevado. El promedio de la plantilla de 19.28 fue similar al 19.48 de la primera soca. Se concluye que hubo resultados importantes tanto en producción de caña como en contenido de sacarosa. Las variedades mencionadas en cada uno de los caracteres son promisorias para esta zona agroecológica, en especial CC 91-1880, CCSP 89-1997, CCSP 89-43, CC 90-1160, CC 91-1555 y CC 91-1599.

Las curvas de isoproductividad que se presentan en la Figura 4 complementan la información.

Cuadro 4. Resultados de la cosecha de la plantilla y la primera soca de la prueba regional de evaluación de las variedades de las series 88 a 91. Ingenio Mayagüez, hacienda Santa Fé, suerte 71. Zona agroecológica 6C0.

Variedad	TCH (1)	TCH (2)	Sacarosa (1)	Sacarosa (2)	TSH (1)	TSH (2)
CC 88-439	143	116	12.4	16.1	17.7	18.6
CC 88-757	146	99	12.3	16.1	18.0	16.1
CC 90-1160	108	128	13.2	16.3	14.5	20.9
CC 91-1555	138	127	13.5	16.4	18.7	20.8
CC 91-1599	158	133	12.2	15.8	19.3	21.1
CC 91-1880	129	97	14.3	18.1	18.6	17.5
CC 91-1945	152	106	13.4	16.7	20.5	17.7
CC 93-4223	141	99	14.4	17.0	20.3	16.8
CCSP 89-1997	140	126	14.0	16.9	19.7	21.4
CCSP 89-259	148	104	13.5	16.6	20.0	17.4
CCSP 89-43	138	129	14.4	16.2	20.0	21.1
CCSP 90-1041	130	119	13.4	16.0	17.6	19.2
CC 85-68	138	95	13.8	18.1	19.0	17.2
CC 85-92	157	141	13.6	16.6	21.4	23.5
CC 87-434	165	128	14.5	17.6	23.9	22.6
MZC 74-275	145	122	13.3	16.1	19.2	19.7

- (1) Resultados para la plantilla.
- (2) Resultados para la primera soca.

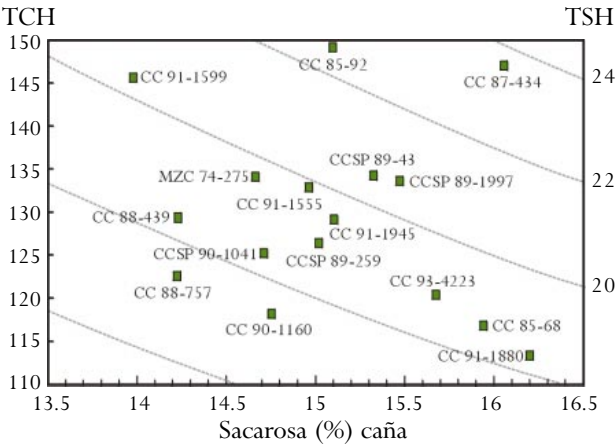


Figura 4. Resultados de isoproductividad (plantilla y primera soca) de las series 88 a 91. Prueba regional Ingenio Mayagüez, hacienda Santa Fé.

Ingenio Sancarlos

La prueba regional está sembrada en la suerte 50S de la hacienda Ballesteros, en un suelo del orden Vertisols del complejo Corintias-Herradura correspondiente a la zona agroecológica 6C3. La plantilla se sembró el 15 de septiembre de 1998 y se cosechó el 4 de noviembre de 1999 a los 13.6 meses de edad. La primera soca se cosechó el 6 de diciembre de 2000 a los 13 meses de edad. Los resultados se presentan en el Cuadro 5.

Por TSH la variedad más destacada en la plantilla fue CC 91-1945 y en la primera soca fue CC 91-1880. Estas variedades deben su buen desempeño al excelente contenido de sacarosa que aumentó considerablemente para la primera soca. El promedio de la plantilla de 21.0 fue significativamente superior al 18.39 de la primera soca.

En conclusión, hubo tres variedades que superaron significativamente al testigo CC 85-92 en el contenido de sacarosa: CC 91-1880, CC 91-1945 y CC 93-4223, lo cual las convierte en variedades promisorias para esta zona agroecológica, porque además tuvieron una buena producción de caña.

Las curvas de isoproductividad que se presentan en la Figura 5 complementan la información.

Cuadro 5. Resultados de la cosecha de la plantilla y la primera soca de la prueba regional de evaluación de las variedades de las series 88 a 91. Ingenio Sancarlos, hacienda Ballesteros, suerte 50 S. Zona agroecológica 6C3.

Variedad	TCH (1)	TCH (2)	Sacarosa (1)	Sacarosa (2)	TSH (1)	TSH (2)
CC 88-439	131	117	12.8	15.6	16.7	18.2
CC 88-757	135	125	13.0	15.0	17.6	18.7
CC 90-1160	136	107	13.3	15.2	18.2	16.4
CC 91-1555	154	121	12.7	15.4	19.7	18.7
CC 91-1599	171	111	13.2	15.3	22.6	17.0
CC 91-1880	131	134	14.9	16.5	19.6	22.2
CC 91-1945	158	111	14.6	16.7	23.1	18.6
CC 93-4223	146	107	14.5	16.6	21.2	17.9
CCSP 89-1997	136	118	14.1	16.2	19.2	19.1
CCSP 89-259	152	106	13.0	15.8	19.7	16.7
CCSP 89-43	129	114	14.2	16.5	18.5	18.8
CCSP 90-1041	151	126	13.6	15.9	20.6	20.0
CC 84-75	180	114	14.3	15.4	25.8	17.6
CC 85-92	186	123	13.7	15.7	25.5	19.4
RD 75-11	175	124	13.5	15.6	23.8	19.4
V 71-51	176	105	13.6	14.6	23.8	15.4

(1) Resultados para la plantilla.

(2) Resultados para la primera soca.

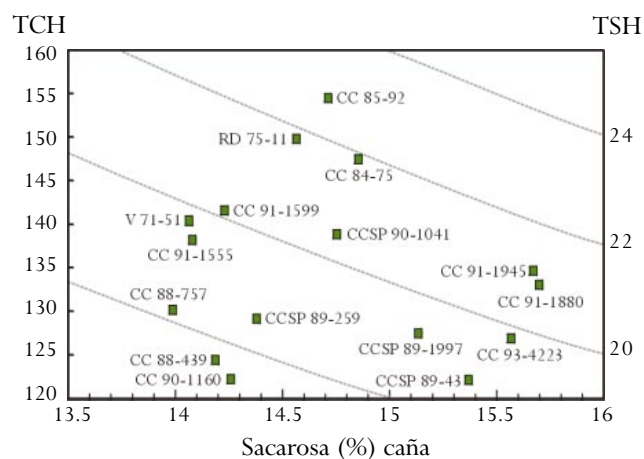


Figura 5. Resultados de isoproductividad (plantilla y primera soca) de las series 88 a 91. Prueba regional Ingenio Sancarlos, hacienda Ballesteros.

Agradecimientos

Los autores expresan sus sinceros agradecimientos a los Ingenieros Agrónomos Jorge Arcila del Ingenio La Cabaña, Jaime Gómez del Ingenio Manuelita, Eliseo Nossa del Ingenio Pichichí, Jairo Cuéllar del Ingenio Sancarlos, Jorge Enrique Pantoja y Javier Bohórquez del Ingenio Mayagüez. Así mismo, a los Prácticos Agrícolas de CENICAÑA, Daniel Lenis y Jaime Calero, por la valiosa colaboración en el manejo de los experimentos.

Variedades de caña de azúcar con alta concentración de sacarosa: avances del proceso de selección

Carlos A. Viveros *
Clímaco Cassalett **
Alvaro Amaya ***

Introducción

La agroindustria azucarera colombiana se localiza en el valle del río Cauca y es una de las pocas en el mundo que cosecha la caña de azúcar durante todo el año. De acuerdo con los registros históricos, el rendimiento comercial en azúcar es menor en el primer semestre del año que en el segundo (Figura 1), situación que se atribuye al poco agostamiento de la caña en estos meses iniciales; también puede ser el efecto de factores climáticos como la temperatura y el fotoperíodo. En el año 2000, por ejemplo, entre enero y junio el rendimiento comercial fue de 11.1% en promedio (la industria procesó 9,030,000 toneladas de caña y produjo 1,000,000 de toneladas de azúcar) mientras que entre julio y diciembre fue de 11.9% (9,740,000 t de caña y 1,162,000 t de azúcar).

Desde los inicios del Programa de Variedades de CENICAÑA en 1978 la selección por alta concentración de sacarosa ha sido un objetivo en la obtención de nuevas variedades. A partir de 1990, con el propósito de contribuir a reducir las diferencias de los rendimientos entre semestres, se inició un proceso de selección mediante el cual se buscan materiales con genes específicos que favorezcan la concentración sacarosa en cultivos cosechados durante el primer semestre. Los avances de estos diez

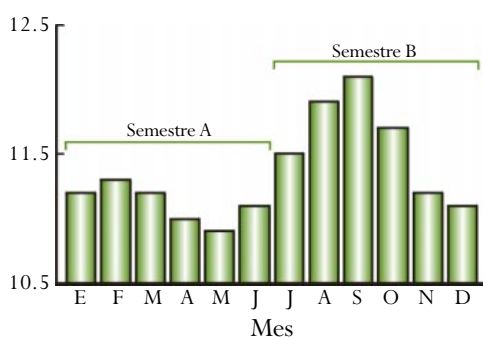


Figura 1. Rendimiento comercial en azúcar entre 1990 y 2000. Agroindustria azucarera colombiana (datos suministrados por el Programa de Análisis Económico y Estadístico de CENICAÑA).

años de experimentación indican que existe un potencial al respecto mediante la siembra de variedades de alta sacarosa seleccionadas para cosecha en el primer semestre.

Estos resultados son preliminares pues corresponden a cañas de primer corte (plantillas) y deben ser complementados con la observación del comportamiento en la soca y en pruebas regionales.

Metodología

El proceso de selección de variedades comienza con la siembra de las progenies de cruzamientos específicos y su evaluación en Estado I. Además de buscar concentración de sacarosa alta, los criterios de selección incluyen producción de caña, resistencia a enfermedades (carbón, roya y mosaico), macollamiento alto, resistencia al volcamiento y edad de cosecha alrededor de 13 meses para plantilla y 12 meses para soca. Los materiales que superan o igualan a la variedad testigo en los caracteres de interés pasan al Estado II y así hasta llegar al Estado IV; las evaluaciones se realizan por un corte y en el último Estado se mantiene la observación hasta el segundo corte. El proceso continúa con la evaluación en pruebas regionales localizadas en diferentes sitios, donde se siembran todas las variedades que pasaron el Estado IV y se evalúan durante tres cortes.

En este reporte se presentan los resultados de las evaluaciones efectuadas en los Estados I, II y III en cosechas realizadas en el primero y el segundo semestres

* I.A., M.Sc. Fitomejorador, Programa de Variedades-CENICAÑA <cavivero@cenicana.org>

** I.A., Ph.D. Fitomejorador, exdirector Programa de Variedades de CENICAÑA

*** I.A., Ph.D. Director General-CENICAÑA <aamaya@cenicana.org>

Resultados

En el Estado II, semestre A, se seleccionaron clones de las series 92 y 94 que en promedio alcanzaron niveles de sacarosa % caña muy similares a los obtenidos en el semestre B con el testigo MZC 74-275. En ambos semestres, el valor promedio de sacarosa del 10% de los mejores clones fue superior al obtenido por el testigo. En las cosechas del Estado III se mejoró visiblemente el porcentaje de sacarosa en caña de los clones de la serie 93 (Cuadro 1).

Los resultados en el Estado IV fueron muy similares entre los ingenios donde se sembraron las variedades de cada serie. Así, para la serie 92 se presentarán sólo los resultados en Mayagüez (similares a los obtenidos en Central Castilla) y para las series 93 y 94 los resultados en Manuelita (comparables con los de Riopaila).

En Mayagüez, las variedades de la serie 92, que habían sido y volvieron a ser cosechadas en el semestre A, superaron en concentración de sacarosa al testigo; las que venían de cosecha en el semestre B y ahora se cosecharon en el semestre A presentaron valores de sacarosa similares al testigo (Cuadro 2).

En Manuelita, series 93 y 94, la cosecha se realizó en el semestre B; mientras las variedades que habían sido seleccionadas en el semestre A registraron valores de sacarosa iguales o superiores al testigo, aquellas seleccionadas en el semestre B mostraron ahora niveles muy superiores al del testigo MZC 74-275 (Cuadro 3). Las variedades CC 85-68 y CC 85-92 sembradas en este sitio se tomaron como referencia pero no se usaron como testigos para la selección.

Cuadro 1. Sacarosa % caña de los clones de las series 92, 93 y 94 seleccionados en el primero y segundo semestres (A y B). Estados II y III de evaluación (plantilla), Centro Experimental CENICAÑA.

Serie	Población	Sacarosa % caña (promedios)			
		Estado II		Estado III	
		Semestre		Semestre	
		A	B	A	B
1992	Todos los clones	14.4	14.8	14.2	14.6
	Clones seleccionados	15.2	15.3	15.7	15.6
	10% clones seleccionados	16.5	16.4	16.7	16.3
	MZC 74-275 (testigo)	14.7	14.8	14.8	15.8
1993	Todos los clones	13.8	14.7	15.1	14.7
	Clones seleccionados	13.9	15.3	15.1	15.4
	10% clones seleccionados	15.2	16.6	15.9	16.7
	MZC 74-275 (testigo)	13.7	15.5	15.1	14.8
1994	Todos los clones	14.5	15.3	15.0	14.5
	Clones seleccionados	15.0	15.8	16.2	15.9
	10% clones seleccionados	16.5	17.2	16.7	16.7
	MZC 74-275 (testigo)	14.6	15.2	15.3	15.0

(en adelante semestres A y B); el conjunto de materiales seleccionados en ambos semestres pasaron al Estado IV. Los materiales correspondieron a progenies de los cruzamientos de las series CENICAÑA Colombia CC 1992, 1993 y 1994; en todos los casos la variedad testigo fue MZC 74-275.

Los Estados I a III se ubicaron en el Centro Experimental de CENICAÑA. En el Estado I se sembraron y evaluaron 24 progenies de la serie CC 1992; 20 de la serie 1993 y 2 de la serie 1994. Los materiales de la serie 92 seleccionados en el Estado III fueron sembrados en los ingenios Mayagüez y Central Castilla para su evaluación en Estado IV, con cosecha en el semestre A. Los materiales de las series 93 y 94 pasaron a Estado IV en los ingenios Riopaila y Manuelita, donde se cosecharon en el semestre B.

La evaluación continúa con la observación de la primera soca del Estado IV en todos los sitios, para luego llevar los materiales promisorios a pruebas regionales.

Cuadro 2. Evaluación de las variedades de la serie 1992 (plantilla) en Estado IV. Ingenio Mayagüez, hacienda Santa Fé-Suerte 71. Fecha de corte: marzo 22 de 2000.

Variedad	Semestre de selección ^a	Sacarosa (% Caña)	TCH ^b	TSH ^c
CC 92-2178	A	16.0	123	19.67
CC 92-2358	A	15.0	138	20.74
CC 92-2376	A	15.1	141	21.35
CC 92-2393	A	15.4	134	20.67
Todos los clones	—	14.5	—	—
Clones seleccionados	—	15.4	—	—
10% clones seleccionados	—	16.1	—	—
CC 92-2867	B	14.8	166	24.54
CC 92-2885	B	15.0	150	22.46
Todos los clones	—	14.4	—	—
Clones seleccionados	—	14.7	—	—
10% clones seleccionados	—	14.8	—	—
MZC 74-275 (testigo)	—	14.4	126	18.14

a. Semestre en el cual se cosechó la variedad en Estado III. A: primero; B: segundo.
b. TCH = toneladas de caña por hectárea.
c. TSH = toneladas de sacarosa por hectárea.

Cuadro 3. Evaluación de las variedades de las series 1993 y 1994 (plantilla) en Estado IV. Ingenio Manuelita, hacienda La Rita-Suerte 24B. Fecha de corte: sept. 26 de 2000.

Variedad	Semestre de selección ^a	Sacarosa (% Caña)	TCH ^b	TSH ^c
CC 93-3458	A	16.1	147	23.68
CC 93-3645	A	16.1	136	21.90
CC 93-3801	A	16.0	142	22.75
CC 93-3811	A	16.3	140	22.89
CC 93-3817	A	16.7	138	23.02
CC 93-3826	A	16.5	138	22.74
CC 93-3895	A	16.1	153	24.54
Todos los clones	—	15.9	—	—
Clones seleccionados	—	16.3	—	—
10 % clones seleccionados	—	16.7	—	—
CC 93-3943	B	16.3	128	20.75
CC 93-4318	B	16.1	119	19.15
CC 93-4326	B	17.5	140	24.38
Todos los clones	—	15.8	—	—
Clones seleccionados	—	16.6	—	—
10% clones seleccionados	—	17.5	—	—
CC 94-5480	A	16.0	153	24.40
Todos los clones	—	15.7	—	—
Clones seleccionados	—	16.0	—	—
10 % clones seleccionados	—	16.0	—	—
CC 94-5827	B	17.5	161	28.21
CC 94-5861	B	16.7	133	22.27
Todos los clones	—	16.3	—	—
Clones seleccionados	—	17.1	—	—
10% clones seleccionados	—	17.5	—	—
MZC 74-275	—	16.1	112	18.03
CC 85-68	—	16.7	114	18.88
CC 85-92	—	15.4	146	22.45

a. Semestre en el cual se cosechó la variedad en Estado III. A: primero; B: segundo.
b. TCH = toneladas de caña por hectárea.
c. TSH = toneladas de sacarosa por hectárea.

Conclusiones

Las evaluaciones realizadas indican que es posible incrementar el rendimiento anual de azúcar en la industria colombiana mediante la siembra de variedades de caña con genes específicos que les permitan adaptarse a las condiciones de cultivo para cosecha en el primer semestre del año y que además posean buenas características agronómicas. Dicho semestre se ha caracterizado por rendimientos históricamente más bajos que los obtenidos en el segundo semestre.

Las decisiones de adopción de las variedades promisorias deben tener como base los resultados finales del proceso de selección; por tanto, es necesario continuar las evaluaciones y observaciones en la soca del Estado IV y en las pruebas regionales.

Resumen climatológico, Primer semestre 2001

Red Meteorológica Automatizada del Sector Azucarero Colombiano

Enrique Cortés Betancourt *
José Yesid Gutiérrez V. **

Primer semestre

Precipitación:

Durante el primer semestre de 2001, en toda la zona plana del valle del río Cauca predominaron lluvias por debajo de las respectivas medias semestrales multianuales, que oscilaron entre 50 y 80% de los valores históricos.

Con tales condiciones, éste se puede catalogar como un semestre seco en toda la región, con un segundo trimestre (abril, mayo, junio) significativamente más seco que el primero (enero, febrero, marzo).

Lluvias escasas, entre 50 y 80% de lo acostumbrado en este período, tuvieron lugar en las áreas de Cartago, La Paila, Tuluá, Guacarí, Ginebra, Amaime-El Placer, San Marcos, Palmira, Cali, Jamundí, Candelaria, Pradera, Florida y el extremo nororiental de la zona plana del departamento del Cauca.

Lluvias que, aunque normales, estuvieron un poco por debajo de la respectiva norma semestral (entre 80 y 96% de este valor) se registraron en las estaciones meteorológicas Yotoco, Arroyohondo, Aeropuerto, Bocas del Palo y Santander de Quilichao (ver tabla página siguiente).

Radiación Solar:

En el área de influencia del cultivo de la caña de azúcar predominaron durante el semestre radiaciones muy cercanas a las respectivas medias semestrales multianuales.

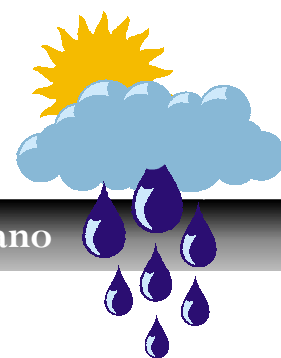
Valores normales de radiación, entre 95 y 105% de la norma semestral, se registraron en las estaciones Viterbo, Risaralda, Cartago, Bugalagrande, Yotoco, Amaime, San Marcos, Palmira-La Rita, Aeropuerto, Base Aérea, Candelaria, Pradera, Jamundí, Ortigal, Miranda, El Naranjo, Corinto y Santander de Quilichao.

Radiaciones menores, entre 5 y 10% de la media semestral multianual, tuvieron lugar en las áreas de Ginebra, este de Palmira y CENICAÑA.

En las estaciones meteorológicas de Guacarí y Meléndez se registraron radiaciones entre 7 y 8% por encima de la norma semestral, mientras que en las áreas de La Paila y Tuluá el incremento de la radiación fue aun más alto, superando el valor medio semestral en 12 y 11% (ver tabla).

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

** Ingeniero Agrícola, Administrador de la Red Meteorológica Automatizada, CENICAÑA. <jygutier@cenicana.org>



Red Meteorológica Automatizada del Sector Azucarero Colombiano

Primer semestre de 2001

Estación	Temperatura (°C)						Humedad relativa	Precipitación	ETP x PENMAN	Radiación solar
	Mínima		Media seis meses	Máxima		Oscilación Media Diaria		Acumulado en 6 meses		Media 6 meses
	Absoluta	Media		Media	Absoluta		(%)	(mm)	(mm)	(cal/cm²)
Viterbo	13.6	18.3	22.9	30.3	33.9	12.0	84	1,167.4	761.4	454.2
Risaralda	15.7	19.1	23.5	30.7	34.7	11.6	88	759.0	671.5	425.0
Cartago	16.6	19.2	23.7	30.9	35.1	24.2	78	494.3	787.3	466.9
Zarzal	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
La Paila	16.2	19.2	23.5	30.4	34.1	11.2	87	405.6	1,188.9	458.9
Bugalagrande	16.1	19.0	23.4	30.3	34.2	11.4	85	S/D	S/D	404.7
Tuluá	15.6	18.9	23.0	29.5	33.7	10.6	88	515.5	1,105.0	507.8
Yotoco	15.9	19.2	23.7	30.0	33.6	10.8	S/D	436.0	513.7	419.3
Guacarí	16.4	19.3	23.5	29.8	34.1	10.6	83	274.7	S/D	467.0
Ginebra	16.1	19.1	23.3	29.4	33.1	10.3	85	457.1	S/D	347.1
Amaime	14.4	18.6	22.7	29.1	32.7	10.5	84	458.6	S/D	420.9
San Marcos	15.7	19.2	23.6	29.9	33.5	10.7	85	308.4	1,239.7	448.9
Palmira - La Rita	15.1	18.5	22.6	29.4	34.3	10.9	88	358.2	782.4	396.2
Arroyohondo	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	439.0	S/D	S/D
Palmira - S. José	14.4	18.4	22.9	30.0	33.7	11.6	86	433.0	715.8	342.4
Aeropuerto	14.5	18.6	23.1	30.0	34.0	11.4	84	416.3	852.4	442.5
Base Aérea	16.1	20.1	24.3	30.0	37.7	10.0	80	433.2	808.3	386.6
Candelaria	15.3	18.9	23.1	29.5	33.4	10.6	87	435.9	1,057.8	436.1
Pradera	14.6	18.4	22.5	28.8	33.2	10.4	85	488.6	772.3	385.0
Meléndez	14.9	18.8	23.2	29.7	34.1	10.9	87	498.0	1,317.0	449.8
Cenicaña	15.2	19.0	23.0	29.0	32.3	10.0	81	440.2	740.6	392.6
Jamundí	14.0	18.5	22.9	29.5	33.9	11.0	89	608.1	757.7	412.6
Bocas del Palo	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	861.0	S/D	S/D
Ortígal	15.4	18.7	22.9	29.3	33.0	10.6	92	455.7	692.0	409.2
Miranda	14.4	18.7	22.8	29.2	32.6	10.5	90	512.5	707.5	420.6
Naranjo	15.4	18.6	22.7	29.1	32.7	10.5	86	675.3	1,023.2	412.8
Corinto	15.6	18.7	22.7	28.5	31.5	9.9	86	678.6	769.2	391.0
Santander de Q.	14.5	18.2	22.4	28.6	32.6	10.4	89	724.7	719.0	396.6
Mínima	13.6	18.2	22.4	28.5	31.5	9.9	78	274.7	513.7	342.4
Media	15.3	18.8	23.1	29.6	33.7	11.3	85	528.3	856.3	419.8
Máxima	16.6	20.1	24.3	30.9	37.7	24.2	92	1,167.4	1,317.0	507.8
Total								13,734.9	17,982.7	10,494.4

Nota: S/D - Sin dato

Los valores medios multianuales para el semestre se encuentran en <www.cenicana.org> sección Meteorología y Climatología.

Utilice los servicios de la red meteorológica automatizada

Segundo trimestre

Precipitación:

Entre abril y junio se presentaron lluvias entre 50 y 80% o menos del 50% de los respectivos valores medios trimestrales multianuales para este período, predominantemente. Ninguna estación registró precipitaciones un poco inferiores, iguales o superiores que las acostumbradas en el trimestre. Con tales condiciones, se puede decir que éste se constituyó en un trimestre bastante seco en toda la zona plana del valle del río Cauca.

Lluvias muy escasas, por debajo del 50% de las respectivas medias trimestrales multianuales, tuvieron lugar en las áreas de Guacarí, Ginebra, Amaime-El Placer, Palmira, sur de Cali y El Ortigal.

Lluvias escasas, entre 50 y 80% de lo acostumbrado para este período, se registraron en las estaciones meteorológicas Cartago, La Paila, Tuluá, Yotoco, San Marcos, Arroyohondo, Aeropuerto, Base Aérea, Candelaria, Pradera, CENICAÑA, Jamundí, Bocas del Palo, Miranda, El Naranjo, Corinto y Santander de Quilichao (ver tabla página siguiente).

Radiación Solar:

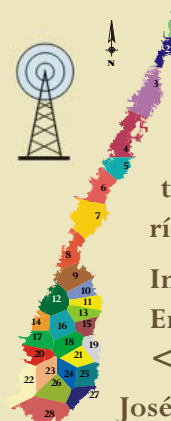
Durante el trimestre, en la mayor parte de la zona plana del valle del río Cauca predominaron radiaciones con valores muy cercanos a las respectivas medias trimestrales multianuales (entre 95 y 105%).

Tales valores fueron registrados en las estaciones Viterbo, Risaralda, Cartago, Bugalagrande, Yotoco, Amaime, San Marcos, Palmira-La Rita, Aeropuerto, Base Aérea, Candelaria, Pradera, Ortigal, Miranda, El Naranjo y Corinto.

Radiaciones menores, entre 6 y 7% de la media trimestral multianual, se presentaron en las áreas de Ginebra, este de Palmira y CENICAÑA.

Las estaciones meteorológicas La Paila, Meléndez, Jamundí y Santander de Quilichao registraron una radiación entre 5 y 10% mayor que la norma multianual para el trimestre.

Una radiación más elevada, 15% por encima del valor medio trimestral, se presentó en el área de Tuluá (ver tabla).



Acceso en tiempo
real a los registros
de 28 estaciones
distribuidas en el
todo el valle del
río Cauca

Información:

Enrique Cortés B.

<ecortes@cenicana.org>

José Yesid Gutierrez V.

<jygutier@cenicana.org>

Tel: (2) 664 80 25 -ext.174



Resúmenes por
correo electrónico
de los parámetros
de clima registrados
cada diez días en
las 28 estaciones
de la Red

Información:

Javier Carbonell G.

<jacarbon@cenicana.org>

Tel: (2) 664 80 25 -ext.131



Actualización mensual
de registros de precipi-
tación y radiación
solar en la página
web de CENICAÑA
www.cenicana.org,
en la sección
Meteorología y
Climatología

Red Meteorológica Automatizada del Sector Azucarero Colombiano

Segundo trimestre de 2001

Estación	Temperatura (°C)						Humedad relativa	Precipitación	ETP x PENMAN	Radiación solar
	Mínima		Media tres meses	Máxima		Oscilación Media Diaria		Acumulado en 3 meses		Media 3 meses
	Absoluta	Media		Media	Absoluta		(%)	(mm)	(mm)	(cal/cm²)
Viterbo	16.3	18.8	23.2	30.1	33.9	35.2	113	678.0	363.3	440.2
Risaralda	16.7	19.4	23.7	30.5	34.7	36.6	98	436.5	321.0	417.9
Cartago	16.9	19.3	23.7	30.8	35.1	36.3	74	250.7	391.1	463.5
Zarzal	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
La Paila	16.2	19.4	23.6	30.3	34.1	10.9	88	216.5	575.4	439.3
Bugalagrande	16.2	19.4	23.6	30.3	34.2	11.0	87	S/D	409.5	404.1
Tuluá	15.9	19.1	23.2	29.4	33.4	10.2	89	194.7	558.6	509.2
Yotoco	15.9	19.3	23.7	29.9	33.3	10.6	S/D	185.2	246.7	396.5
Guacarí	17.1	19.5	23.7	29.8	34.1	10.3	84	110.0	S/D	S/D
Ginebra	16.1	19.1	23.3	29.4	33.1	10.3	85	157.1	360.0	347.1
Amalme	14.4	19.0	23.0	29.3	31.8	10.3	85	136.7	S/D	405.1
San Marcos	17.0	19.4	23.7	29.9	33.5	10.5	86	154.3	620.9	443.7
Palmira - La Rita	15.1	19.0	23.0	29.5	34.3	10.4	88	126.9	412.3	388.3
Arroyohondo	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	264.0	S/D	S/D
Palmira - S. José	14.4	18.8	23.1	30.1	33.7	11.3	86	139.0	356.8	323.4
Aeropuerto	15.7	18.9	23.3	29.9	34.0	11.1	85	202.6	422.4	432.4
Base Aérea	17.4	20.3	24.5	30.0	35.0	9.7	81	176.5	395.6	372.9
Candelaria	16.0	19.2	23.3	29.4	33.4	10.2	88	163.3	506.5	412.2
Pradera	14.6	18.6	22.6	28.9	33.2	10.3	86	214.5	366.8	358.5
Meléndez	15.3	18.9	23.4	29.7	34.1	10.7	87	212.5	635.7	442.9
Cenicaña	15.2	19.3	23.1	29.0	32.3	9.7	82	190.4	365.8	378.8
Jamundí	14.3	18.7	23.1	29.4	33.9	10.7	89	268.8	388.2	421.8
Bocas del Palo	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	348.0	S/D	S/D
Ortígal	15.4	19.1	23.1	29.3	33.0	10.2	92	170.6	332.5	391.1
Miranda	14.4	19.0	22.9	29.1	32.0	10.0	91	258.4	342.3	405.4
Naranjo	15.4	18.9	22.9	29.0	32.7	10.1	88	340.5	495.8	393.4
Corinto	15.6	19.0	22.8	28.6	31.3	9.6	87	322.0	377.9	367.5
Santander de Q.	14.5	18.2	22.2	27.9	32.4	9.7	90	292.4	358.1	399.2
Mínima	14.3	18.2	22.2	27.9	31.3	9.6	74	110.0	246.7	323.4
Media	15.7	19.1	23.3	29.6	33.5	13.4	88	238.9	417.5	406.4
Máxima	17.4	20.3	24.5	30.8	35.1	36.6	113	678.0	635.7	509.2
Total								6,210.1	9,603.2	9,754.4

Nota: S/D - Sin dato

Los valores medios multianuales para el trimestre se encuentran en <www.cenicana.org> sección Meteorología y Climatología.

Indicadores para la gestión energética en la industria azucarera colombiana



Carlos Omar Briceño B. *
Adolfo León Gómez P. **
Luis Fernando Echeverri D. ***

Desde hace algún tiempo la industria azucarera mundial, especialmente en el caso de la remolacha, ha dado importancia e instaurado programas de gestión energética para mejorar la productividad. Con la detección y reducción de

consumos de energía excesivos o innecesarios se disminuye el empleo de bagazo, electricidad, carbón o combustibles adicionales. Reducir esta demanda de energía representa beneficios para el medio ambiente, rebaja los costos de fabricación y puede significar o incrementar las ganancias adicionales por cogeneración y venta de bagazo o excedentes de energía eléctrica.

Los indicadores de la eficiencia del proceso energético son herramientas fundamentales para la gestión correspondiente. Los beneficios de contar con indicadores confiables son, entre otros:

- Disponer de una herramienta de fácil manejo y consulta para el monitoreo y control de la eficiencia de procesos.
 - Identificar áreas del proceso en las cuales la eficiencia energética es baja.
 - Dar seguimiento a los resultados de proyectos y acciones desarrolladas con el fin de mejorar el proceso o la eficiencia energética del mismo.
- En otras palabras, los indicadores sirven como testigo en el proceso de mejoramiento continuo.
- Agilizar el *benchmarking* suministrando información sobre los procesos, equipos y tecnologías, lo que resulta útil para proyectar nuevas configuraciones de la planta de producción y tomar decisiones.

* Ingeniero Químico, M.Sc.; Director Programa de Fábrica-CENICAÑA <cobricen@cenicana.org>

** Ingeniero Mecánico, M.Sc.; Programa de Fábrica-CENICAÑA; Profesor titular UNIVALLE <algomez@cenicana.org>

*** Ingeniero Mecánico, Programa de Fábrica-CENICAÑA <lfecheve@cenicana.org>



Los indicadores energéticos en los ingenios azucareros

Para definir el consumo energético de las fábricas, la industria azucarera ha recurrido tradicionalmente al empleo de indicadores energéticos globales, entre ellos la relación entre el vapor generado en las calderas o la cantidad de energía eléctrica generada y la cantidad de caña molida (lb vapor/tc, kWh/tc). Si bien estos índices ofrecen información básica sobre el consumo energético de la fábrica y la tendencia del mismo, no pueden ser comparados sobre una base equitativa. La razón es que al utilizar indicadores globales quedan ocultos aspectos como la calidad de la caña que entra y la calidad del bagazo como combustible, las condiciones termodinámicas del vapor, la exportación de electricidad fuera de la fábrica (p. ej: venta a la red pública, bombes de pozos, consumo en oficinas y talleres) y el uso de energía eléctrica o térmica (vapor) en operaciones periféricas tales como refinерías y destilerías. Esta situación también se presenta con diferentes índices aplicados a otras etapas del proceso, equipos de intercambio de calor y accionamientos mecánicos.

Algunos técnicos de la industria han propuesto diferentes indicadores energéticos buscando índices realmente comparativos. Una aproximación interesante la constituye el protocolo desarrollado por la International Cane Energy Network (Red Internacional de Energía en Ingenios Azucareros) a través de Winrock International y con la ayuda del investigador hawaiano Charles Kinoshita (1996), quien ha formulado una guía para la medición, el análisis y el reporte de cifras de eficiencia y consumo energético en las plantas industriales procesadoras de azúcar. La metodología propuesta está basada en el análisis de las fábricas como productoras de azúcar crudo (Figura 1), donde se contabilizan todas las entradas de energía (electricidad comprada, combustibles suplementarios como carbón, fuel oil, crudo, diesel) y todas las salidas a consumidores externos o posteriores a la obtención del azúcar crudo (p. ej. refinерía, destilería, pozos y venta de bagazo o electricidad). De esta manera se colocan todas las fábricas de la industria azucarera en condiciones similares para el análisis y la comparación de los indicadores de eficiencia energética.

Para garantizar índices energéticos confiables y comparables es indispensable definir y establecer la forma de cálculo de manera unificada. El Programa de Estandarización de los Sistemas de Medición en los Ingenios Colombianos, liderado por CENICAÑA, ha proporcionado a las fábricas locales la base de comparación y de análisis de variables importantes, mediante el empleo de un sistema homologado de análisis químico y reporte de resultados. El paso siguiente debe ser la definición y análisis de indicadores energéticos.

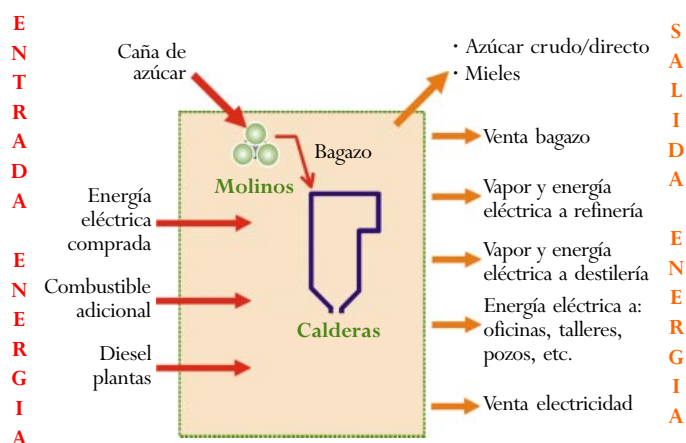


Figura 1. Representación esquemática de las principales entradas y salidas de energía en una fábrica de azúcar crudo/directo.

Igualmente, es importante que en los ingenios se cuantifiquen de manera precisa los consumos de energía para que los resultados obtenidos sean consistentes y permitan hacer comparaciones de eficiencias, equipos y procesos sobre una base equitativa.

Aunque muchos de los valores objetivo en un proceso de optimización del recurso energético exigen diseños de equipos y procesos mejores y más actualizados, un gran porcentaje del logro se fundamenta en la concepción, organización y desarrollo de un sistema de evaluación permanente de la generación, consumo y uso de excedentes de vapor y energía en cada fábrica. En el Cuadro 1 se presenta el conjunto de índices propuesto como ilustración de un plan de trabajo efectivo, con objetivos claros, escalonados, metodología específica, procesos de retroalimentación y ajustes.

Si bien el Cuadro 1 muestra un buen ejemplo de la especificación y el empleo de índices energéticos, en el caso colombiano se debe comenzar por establecer índices propios que se ajusten a las condiciones de molienda y al estado tecnológico actual de las fábricas pero manteniendo un enfoque internacional con el fin de contar con elementos de comparación. En los meses siguientes se continuará con la evaluación de los indicadores propuestos y con la caracterización de valores típicos y de referencia propios de la industria colombiana.

Cuadro 1. Indicadores energéticos en fábricas de azúcar de caña (Kinoshita, 1996).

Indicador	Valor típico
Fibra (% caña)	10-15 %
Imbibición (% fibra)	200 - 250 %
Humedad (% bagazo)	45 - 50%
Ceniza (% bagazo)	—
Vapor a accionamientos mecánicos: caña*	—
Vapor de escape a elaboración: caña*	Eficiente <400 kg/tc Promedio 450 - 500 kg/tc Ineficiente >550 kg/tc
Gases vegetales a elaboración: Escape a elaboración	—
Dilución del jugo mezclado	—
Concentración de meladura	Eficiente 68 ° Brix Promedio 65 ° Brix Ineficiente <62 ° Brix
Eficiencia calderas	Eficiente >65 % Promedio 60 - 65 % Ineficiente <60 %
Vapor vivo generado: bagazo	1.9 - 2.0
Heat Rate (moliendo)*	< 36,000 kJ/kWh
Electricidad generada: caña	100 kW/tc
Generación neta: caña*	—
Combustible suplementario (%kJ)	—
Consumo potencia mecánica: caña*	10 - 20 kW/tc
Tiempo perdido: tiempo hábil programado	—

* Los datos operacionales de 30 ingenios hindúes en los que fue aplicado el protocolo mostraron que los cinco índices señalados con el asterisco, son los más significativos para efectuar comparaciones de uso y exportación de energía (Cane Cogen India, 1999).

Referencias bibliográficas

- Cane Cogen India. 1999. New Delhi, India, July. vol. IV. p. 9
- Kinoshita, C. M. 1996. Sugar factory energy data protocol. Prepared for WINROCK on behalf of The International Cane Energy Network. Honolulu, Hawaii, May 1996.



Quemar la caña de azúcar antes de la cosecha es una práctica en vía de extinción.

Requemar los residuos de cosecha está prohibido, salvo en lotes dispuestos para renovación.

Áreas donde se prohíbe realizar quemas agrícolas

- **1000 metros alrededor del perímetro de las cabeceras municipales.** Son cabeceras municipales los centros poblados donde se localiza la sede de la alcaldía.
- **30 metros desde el borde de las edificaciones, en corregimientos.** Esta distancia se mide en el sitio que tenga la mayor cantidad de edificaciones.
- **200 metros a partir del núcleo con mayor cantidad de edificaciones en los corregimientos que aparecen en el cuadro inferior.**
- **30 metros debajo de líneas eléctricas de alta tensión.** En estos casos, la línea eléctrica aérea se proyecta sobre el suelo y se protege de quema sus áreas laterales, tomando 15 metros a lado y lado de la línea proyectada.
- **80 metros a partir del eje central de carreteras principales y secundarias.** Las carreteras PRINCIPALES O DE PRIMER ORDEN son aquellas troncales, transversales y accesos a capitales de Departamento que cumplen la función básica de integración de las principales zonas de producción y consumo del país y de éste con los demás países; las SECUNDARIAS O DE SEGUNDO ORDEN son aquellas vías que unen las cabeceras municipales entre si y/o que provienen de una cabecera municipal y conectan con una carretera principal.
- **1.5 kilómetros alrededor del perímetro de aeropuertos regionales.**
- A partir de enero de 2001 se **PROHIBE REALIZAR REQUEMAS** en toda el área de influencia del cultivo de la caña de azúcar. Sólo se podrán requeimar los residuos de cosecha de predios que vayan a ser renovados y que no estén ubicados en zonas restringidas.

Municipio	Corregimiento
Candelaria	Barrio Nuevo, Buchitolo, El Cabuyal, San Joaquín, El Carmelo, El Lauro, El Tiple, Juanchito, La Regina, Poblado Campestre, Villagorgona.
Cerrito	Santa Elena.
Florida	Bolo Artonal, Chococito, La Granja, Remolino, San Antonio de los Caballeros, San Francisco, Tamboral, Tarragona.
Ginebra	Zabaletas.
Guacarí	Guabas, Guabitas.
Jamundí	Paso La Bolsa, Potrerito, Quinamayó.
La Unión	Córcega, El Rodeo, Martindoza, San Luis, San Rafael.
La Victoria	San Pedro.
Palmira	Aguaclara, Bolo Alizal, Bolo La Italia, Bolo San Isidro, Caucaseco, Palmira Guanabanal.
Pradera	Bolívar, La Túpia.
Roldanillo	Higueroncito, Izugú, Morelia, Puerto Quintero, Santa Rita.
Toro	Bohío, La Cayetana, San Antonio, San Francisco.
Yotoco	Mediacanoa.
Zarzal	La Paila





Consideraciones para realizar quemas y requemas en lugares permitidos



- En las áreas donde no exista prohibición se podrán realizar quemas agrícolas entre las 8:00 de la mañana y las 2:00 de la mañana del día siguiente. El área por quemar no puede ser superior a 6 hectáreas (5 hectáreas en el departamento de Risaralda); sólo se podrá iniciar la quema con velocidades del viento entre 1.5 y 5.0 metros por segundo y direcciones que no afecten los centros por proteger.
- En los alrededores del aeropuerto Alfonso Bonilla Aragón se podrán realizar quemas de caña entre las 12:00 de la noche y las 5:00 de la mañana, respetando el perímetro de 1.5 kilómetros a su alrededor y sin superar 4 hectáreas por quema. Entre las 5:00 de la mañana y las 12:00 de la noche (horario de tráfico aéreo) se prohíbe realizar quemas en el área comprendida dentro del cono trazado en las líneas de aproximación y despegue de los aviones, con un ángulo de 20° a partir de ambos extremos de la pista, hasta 8 kilómetros en línea recta, medidos linealmente como prolongación del eje de la pista a partir de sus extremos.

Quemar la caña de azúcar antes de la cosecha es una práctica en vía de extinción. Requemar los residuos de cosecha está prohibido, salvo en lotes dispuestos para renovación. Las autoridades ambientales de los departamentos de Caldas (CORPOCALDAS), Cauca (CRC), Risaralda (CARDER) y Valle del Cauca (CVC) han emitido resoluciones legales que normalizan las quemas y requemas agrícolas abiertas controladas, prácticas usuales, hasta hace poco, en el cultivo de la caña de azúcar. Dichas normas definen las áreas donde se prohíbe

permanentemente realizar quemas y las áreas donde es posible quemar siempre y cuando se cumplan los requisitos técnicos advertidos. Se sanciona con multa a quien no cumpla las disposiciones. En caso de quemas accidentales se exige denuncia ante las autoridades, inmediatamente ocurre el evento.



Para más información sobre normas, sanciones y avances del convenio de producción más limpia puede comunicarse con el Departamento Jurídico o con el Departamento de Manejo Ambiental de ASOCAÑA en Cali, teléfonos (2) 664 19 41 al 43 <www.asocana.com.co> Igual información, además de soporte técnico para el manejo de quemas de caña puede obtenerse en el Área de Meteorología de CENICAÑA, Ingeniero Enrique Cortés B. Tel: (2) 664 80 25 - ext.174 <ecortes@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

Adpostal



Llegamos a todo el mundo!

**CAMBIAMOS PARA SERVIRLE MEJOR
A COLOMBIA Y AL MUNDO**

ESTOS SON NUESTROS SERVICIOS

VENTA DE PRODUCTOS POR CORREO, SERVICIO
DE CORREO NORMAL, CORREO INTERNACIONAL,
CORREO PROMOCIONAL, CORREO CERTIFICADO,
RESPUESTA PAGADA, POST EXPRESS,
ENCOMIENDAS, FILATELIA, CORRA, FAX.

LE ATENDEMOS EN LOS TELEFONOS
2438851 - 3410304 - 3415534
980015503
FAX 2833345