

Carta Trimestral

AÑO 24 No. 3 Y 4 CALI, COLOMBIA 2002

TEMAS

NOTAS TÉCNICAS E INFORMATIVAS

- Influencia de los no-azúcares en la solubilidad de la sacarosa 3
- El salivazo (*Mahanarva bipars*) en Risaralda: amenaza para la caña de azúcar 4
- Cifras de la agroindustria azucarera colombiana, tercer trimestre de 2002 6

AVANCES DE INVESTIGACIÓN

- Avances en el diseño de los campos para la cosecha de la caña en verde 7

NOTAS DE INVESTIGACIÓN

- Aproximaciones al cálculo del costo de la energía en plantas de cogeneración de ingenios azucareros 12

INFORMES

- Panorama actual de variedades en la industria azucarera colombiana 18
- Grupos de transferencia de tecnología con el enfoque de agricultura específica por sitio 23
- El clima en el valle del río Cauca durante 2002 27

INFORMACIÓN GENERAL

- CENICAÑA 25 años. Celebración 31
- Días de campo 35



cenicaña

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



Cenicaña XXV años

Reseña de los eventos realizados con motivo del aniversario de Cenicaña. Página 31

Diseño de campo. Pautas para mejorar la eficiencia de la cosecha y las labores de cultivo, el riego y el drenaje. Criterios evaluados en cooperación con los ingenios Incauca y Mayagüez. Página 7

Costo de la energía en los ingenios. Descripción del método de análisis exergético para obtener balances energéticos del proceso con base en fundamentos de termodinámica y mediciones de flujo. Página 12

**Cenicaña
informa
sus nuevos
números
telefónicos**



cenicaña

Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia

ESTACIÓN EXPERIMENTAL

Vía Cali-Florida km 26
San Antonio de los Caballeros,
Florida, Valle del Cauca

PBX: (57) (2) 260 66 11
Fax: (57) (2) 260 78 53

DIRECCIÓN POSTAL

Calle 58 norte # 3BN-110
Apartado aéreo 9138
Cali, Valle del Cauca

webmaster@cenicana.org
www.cenicana.org

CENICAÑA quiere compartir con sus colaboradores y usuarios el registro de la metodología CeniAD por parte de la Dirección Nacional de Derechos de Autor. Mayo 16 de 2002.

La estimación de sacarosa es una actividad fundamental en la agroindustria azucarera y para ello se han desarrollado dos metodologías: el análisis de jugos primarios obtenidos mediante un molino o prensa hidráulica; y la desintegración total de la caña y extracción de los sólidos totales solubles, incluyendo la sacarosa, con una cantidad de agua previamente conocida (análisis directo vía húmeda) o mediante una prensa hidráulica a presión constante (análisis directo vía seca).

Con las metodologías de análisis directo (AD) se cuantifica el porcentaje de fibra en la caña, el cual se incorpora luego en el cálculo del azúcar recuperable estimado (ARE %).

Los valores de sacarosa resultan directamente afectados por las características o naturaleza de la fibra presente en la muestra de caña, de forma que reflejan una situación más real de las variedades que se procesan en un ingenio azucarero.

En busca de una alternativa precisa, económica y ágil para estimar el contenido de sacarosa en la caña, CENICAÑA desarrolló el sistema CeniAD el cual consta de una metodología de muestreo de tallos en el campo y una combinación de los principios del análisis directo vía húmeda y la espectroscopia del infrarrojo cercano (NIR, sigla en inglés). El sistema propone innovaciones en aspectos relacionados con el tamaño y el número de unidades de muestra, la forma de seleccionarla, su preparación y conservación.

En comparación con la metodología tradicional del análisis directo, el CeniAD es menos costoso y más rápido tanto en los muestreos de campo como en los análisis de laboratorio.



Antes de traer
variedades al valle del Cauca
procedentes de otros lugares
de Colombia o del exterior,
comuníquese con CENICAÑA.

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

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

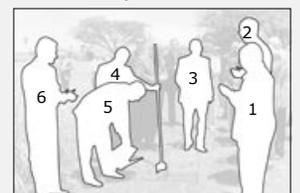
Fotografía de carátula



Durante la celebración del aniversario de CENICAÑA fueron sembradas dos variedades de gran importancia en la evolución de la industria azucarera colombiana: OTAHITI y CC 85-92.

En la imagen:

1. Clímaco Cassalet Dávila, exdirector Programa de Variedades (1982-1998)
2. Hernando Ranjel Jiménez, fitomejorador
3. Carlos Gustavo Cano Sáenz, ministro de Agricultura
4. Alvaro Amaya Estévez, director general de CENICAÑA
5. Jorge I. Victoria Kafure, director Programa de Variedades
6. Carlos A. Viveros Valens, fitomejorador



Carta Trimestral

ISSN 0121-0327

Año 24, No. 3 y 4 de 2002

Comité Editorial

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

Servicio de Cooperación Técnica y Transferencia de Tecnología

Coordinación Editorial y Edición de Textos: VICTORIA CARRILLO CAMACHO
ALBERTO RAMÍREZ PÉREZ
Diseño Gráfico y Diagramación: ALCIRA ARIAS VILLEGAS

Preprensa e Impresión:

FERIVA S. A. - CALI

Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia

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

Influencia de los no-azúcares en la solubilidad de la sacarosa

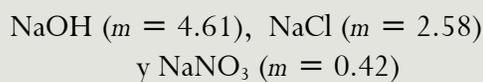
Jesús E. Larrahondo A.*

Los no-azúcares son elementos o compuestos (aniones o cationes) con diferente capacidad melasigénica que tienen influencia en la solubilidad de la sacarosa de la caña de azúcar procesada en la fábrica.

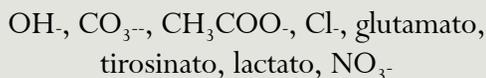
Con el fin de conocer su capacidad se han establecido coeficientes melasigénicos (m), que se definen como gramos de sacarosa en solución atrapados por gramo de no-sacarosa.

Las investigaciones efectuadas hasta el momento (Poel, P. W. Van Der; *et al*, 1998) confirman que:

1. Los coeficientes m de los componentes de un jugo son aditivos.
2. No se puede atribuir la formación de mieles a un solo no-azúcar.
3. Los cationes no son los únicos agentes melasigénicos; los aniones también ejercen marcada influencia en la formación y características de las mieles. Por ejemplo, el sodio combinado con diferentes aniones tiene distintos valores de m , así:



4. El nitrógeno es ligeramente melasigénico. El ácido glutámico y las sales de tirosina tienen valores de m en el rango de 0.11 a 0.13.
5. El potasio es el catión con mayor potencial melasigénico, mientras que el calcio tiene el menor potencial, según se observa en los valores de m en la tabla siguiente.
6. La naturaleza melasigénica de aniones en orden decreciente es como sigue:



Compuesto	Valor melasigénico (m)
K ²⁺ CO ³⁻	3.38
Na ²⁺ CO ³⁻	2.88
Ca ²⁺ CO ³⁻	0.56
Acetato de potasio	2.85
Acetato de sodio	2.71
Acetato de calcio	0.55
Lactato de potasio	1.02
Lactato de sodio	0.81
Lactato de calcio	-0.14
Sales de azúcares invertidos y potasio	0.70
Sales de azúcares invertidos y sodio	0.55
Azúcares invertidos	0.19
Sales de azúcares invertidos y calcio	-0.66

7. Según sus propiedades melasigénicas, los no-azúcares pueden ser separados en tres grupos:

Muy melasigénicos ($m > 2.4$) como son los carbonatos de metales alcalinos, acetatos y los cloruros de potasio o sodio.

Moderadamente melasigénicos ($m = 1.1 - 1.8$) como las sales de potasio y sodio, los aminoácidos y el ácido láctico.

Ligeramente melasigénicos ($m < 0.8$) como los azúcares invertidos, las sales de productos de degradación alcalina y las sales de calcio.

Referencia bibliográfica

Poel, P. W. Van Der; Schiweck, H.; Schwartz, T. Sugar Technology. Beet and Sugar Manufacture. Berlín, Albert Bartens, 1998. p. 686.

El salivazo (*Mahanarva bipars*) en Risaralda: amenaza para la caña de azúcar

Luis Antonio Gómez L.*

En agosto de 2002 en la vereda Santa Ana del municipio de Guática (Risaralda) se detectó la presencia de una especie de salivazo (Homoptera: Cercopidae) que ataca la caña panelera. El sitio se encuentra aproximadamente a 25 km de lotes cañeros del Ingenio Risaralda.

Con la ayuda de Jairo Rodríguez y Daniel Peck, del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), la especie fue identificada como *Mahanarva bipars*, y el hallazgo corresponde al primer registro de esta especie en caña de azúcar.

Dos años atrás se registró la presencia de *Prosapia simulans*, plaga importante de la caña en Centroamérica, en pasturas de la hacienda Piedechinche del Ingenio Providencia (CENICAÑA, 2001). En 1999 se detectó la presencia de *Mahanarva andigena* en caña panelera cultivada cerca de Tumaco (Nariño), siendo esta especie una plaga de importancia económica en cultivos de caña en Ecuador. Aunque el salivazo es una plaga frecuente y de importancia económica en pasturas cultivadas en el trópico bajo de América tropical, en Colombia no se han medido los daños que pudiera causar en la caña de azúcar.

Los salivazos o miones constituyen un grupo de insectos que se caracterizan porque las ninfas o estados inmaduros secretan un líquido viscoso con el cual forman una espuma que recubre su cuerpo y las protege contra el ataque de predadores y otras formas de desecación (Figura 1). Las ninfas de *Mahanarva bipars* (Figura 2) son aéreas y se ubican debajo de la yagua de las hojas que comienzan a separarse del tallo, o bien en el cogollo. Los adultos (Figura 3) se localizan más frecuentemente en el cogollo, buscando sitios más frescos y húmedos. El daño que causa este insecto se manifiesta como bandas necróticas longitudinales en las hojas (Figura 4).



Figura 1. Espuma característica de las ninfas de salivazo.



Figura 2. Ninfas de *Mahanarva bipars* debajo de las yaguas de las hojas de caña de azúcar.

* Ingeniero Agrónomo Ph.D.; Entomólogo. CENICAÑA <lagomez@cenicana.org>



Figura 3. Adulto de salivazo en el cogollo de caña de azúcar.



Figura 4. Bandas necróticas causadas por salivazo en caña de azúcar.

Para obtener información sobre el insecto o reportar su presencia en caña de azúcar comuníquese con Luis Antonio Gómez, entomólogo, <lagomez@cenicana.org> Teléfono (2) 2606611 ext. 141 ó 151.

Las pérdidas económicas por ataque de salivazo pueden llegar a ser importantes y su severidad está relacionada con la especie del insecto, la variedad de caña atacada y las características ambientales en las áreas invadidas. En Ecuador, por ejemplo, se estima que las reducciones en el contenido de azúcar por el ataque de este insecto pueden llegar a 34%, mientras que en Brasil se han encontrado pérdidas en producción de caña que varían entre 56 y 70 t/ha (promedio 45%) dependiendo del grado de susceptibilidad de las variedades.

Observaciones y proyectos

Después del hallazgo inicial de *M. bipars* en Guática, con la colaboración del ingeniero Fabio Vásquez, del Ingenio Risaralda, se hicieron reconocimientos en lotes de caña de las haciendas El Tapete, Changüi y Normandía, cercanas al foco inicial, y no se encontró la presencia del insecto. En el futuro inmediato se adelantarán estudios sobre el manejo preventivo de *M. bipars* incluyendo el reconocimiento y la distribución de la plaga, la resistencia/susceptibilidad de las variedades de caña principales, la fluctuación poblacional y el control del insecto. Estas actividades se desarrollarán en las zonas afectadas de Guática con la colaboración del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) y la Federación Nacional de Paneleros de Colombia (FEDEPANELA).

Referencia bibliográfica

Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia.
2001. Plagas potenciales. Carta Trimestral CENICAÑA (Colombia) v.23, no.1, p.3.

Cifras de la agroindustria azucarera colombiana, tercer trimestre de 2002

Liliana Ma. Calero S.*

Entre enero y septiembre de 2002 la molienda acumulada de la industria azucarera colombiana alcanzó la cifra de 14,367,822 toneladas de caña, cantidad 17% superior en comparación con el mismo período de 2001 y la más alta en el acumulado de los primeros nueve meses del año desde 1998, según los registros del Sistema de Intercambio de Información Estandarizada Inter Ingenios. Este comportamiento se atribuye al incremento en las toneladas de caña por hectárea (TCH), al aumento en el tiempo de molienda efectivo y a la eficiencia de molienda (toneladas/hora) en fábrica durante el período. De igual manera, la producción acumulada de 1,693,387 toneladas de azúcar entre enero y septiembre de 2002 es la mayor desde 1998 y supera en 16.6 % las cifras de 2001 (Cuadro 1).

Cuadro 1. Cifras acumuladas de diez ingenios azucareros en el período enero-septiembre. Colombia, 1999 a 2002.

Valores acumulados	2002	2001	2000	1999	1998
Caña molida (t)	14,367,822	12,273,710	14,166,265	13,758,388	13,029,391
Azúcar producido (t)	1,693,387	1,451,365	1,616,937	1,574,423	1,466,128
Rendimiento en azúcar (99.7°Pol) (%)	11.77	11.79	11.40	11.42	11.21

En el tercer trimestre de 2002 continuó la tendencia de incremento en las toneladas de azúcar por hectárea por mes (TAHM) observada a lo largo del año, la cual está asociada con las TCH obtenidas (Figura 1). En julio y agosto se registraron valores de rendimiento en azúcar (99.7°Pol) inferiores a los observados en los mismos meses de 2001, mientras que en septiembre el rendimiento fue superior como respuesta al comportamiento de la sacarosa % caña (Figura 2).

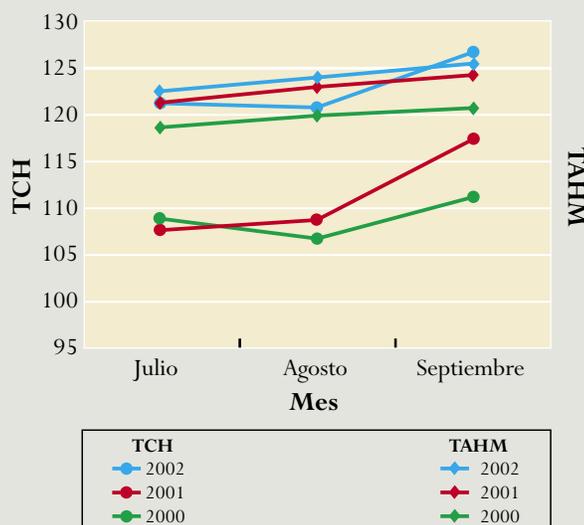


Figura 1. Toneladas de caña por hectárea (TCH) y toneladas de azúcar por hectárea por mes (TAHM) en la industria azucarera colombiana. Tercer trimestre, 2000 a 2002.

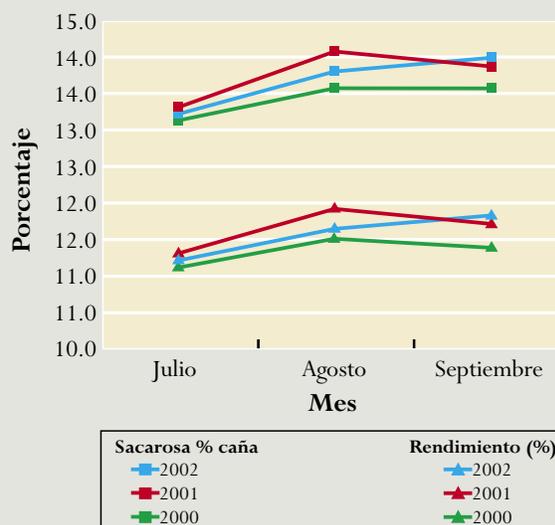


Figura 2. Sacarosa % caña y rendimiento real en azúcar en la industria azucarera colombiana. Tercer trimestre, 2000 a 2002.

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

La información de los índices de caña molida, azúcar producido y rendimiento con base en 99.7° Pol corresponde a registros de los ingenios Central Castilla, Incauca, La Cabaña, Manuelita, Mayagüez, Pichichí, Providencia, Riopaila, Risaralda y Sancarlos. Los resultados de campo fueron recolectados por 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.

Avances en el diseño de los campos para la cosecha de la caña en verde

Ricardo Cruz V. *
Jorge Torres A. **

El diseño apropiado del campo es un factor clave para disminuir los costos de producción en la industria azucarera colombiana.

CENICAÑA, con la cooperación de los ingenios azucareros y la cofinanciación de COLCIENCIAS, adelanta investigaciones orientadas a establecer nuevos criterios de diseño que faciliten la ejecución eficiente de las prácticas de cultivo y la cosecha de la caña en verde.

Introducción

Durante el año 2001 la composición de los costos de producción en la industria azucarera colombiana era la siguiente, sin incluir depreciaciones, gastos financieros, impuestos ni amortizaciones: 33% en las labores de campo, 26% en la cosecha, 24% en los procesos de fábrica, y 17% en administración y comercialización¹.

En Colombia, la caña de azúcar ocupa el segundo lugar entre los cultivos permanentes después del café y particularmente en el valle del río Cauca se encuentran 200 mil hectáreas dedicadas a la producción de azúcar.

Cuando la caña es cosechada en verde disminuye la eficiencia del corte y los residuos remanentes en el campo (más de 50 t/ha) afectan no sólo la germinación y el desarrollo de la soca sino también las prácticas de cultivo, el riego y el drenaje. En caña quemada antes de la cosecha el rendimiento de corte oscila entre 6 y 8 t/hombre/día, mientras que en caña cosechada en verde el rendimiento se reduce a 2 ó 2.5 t/hombre/día.

La definición de los criterios más apropiados para el diseño de los campos es una parte fundamental de los paquetes tecnológicos requeridos para disminuir los costos de la cosecha y facilitar el manejo de los residuos en campos cosechados en verde. Un buen diseño de campo está dirigido a precisar el trazado y las especificaciones de las suertes, tablones, callejones, surcos, canales de riego y drenaje y demás obras hidráulicas.

La longitud y dirección de los surcos dentro de cada tablón y entre tablones de la misma suerte, las especificaciones de las acequias de riego y drenaje, el ancho y la pendiente de los callejones influyen en las eficiencias de los equipos de cultivo y transporte de caña; por consiguiente en los costos de producción.

La geometría de los surcos de caña y de los entresurcos guarda relación con la cantidad de tierra que se lleva a las fábricas como parte de la materia extraña, la cual afecta negativamente la extracción de la sacarosa. De igual forma, la geometría y la longitud de los surcos, la nivelación de los campos y las especificaciones de las acequias de riego y drenaje influyen en las eficiencias de riego y drenaje.

* Ingeniero Agrícola, M.Sc.; Ingeniero de Suelos y Aguas. CENICAÑA <jrcruz@cenicana.org>

** Ingeniero Agrónomo, Ph.D.; Director Programa de Agronomía. CENICAÑA <jtorres@cenicana.org>

1. Fuente: McKinsey & Company. Presentación oral «Desarrollando una estrategia compartida en el sector». Asocaña, sept. 2002.

Los criterios de diseño que se presentan a continuación se fundamentan en los resultados obtenidos en dos experimentos de longitud de surco realizados en cooperación con los ingenios Incauca y Mayagüez, y en evaluaciones efectuadas en otros ingenios donde se midieron las capacidades de carga de los vagones, las trochas y los radios de giro y se llevó a cabo la evaluación hidráulica de los riegos y del comportamiento del drenaje superficial. La investigación incluyó un inventario previo de las normas de diseño seguidas en los ingenios. (Cruz V., 2002).

Criterios para el diseño de los campos

Las pautas siguientes han sido evaluadas por CENICAÑA y se recomiendan para mejorar la eficiencia de la cosecha y las labores de cultivo, el riego y el drenaje en el sistema de producción de caña verde.

Subdivisión del campo en sectores

De acuerdo con su extensión, los sectores pueden corresponder a una o varias suertes.

- Los sectores deben tener el mismo patrón de curvas de nivel y, en lo posible, el mismo tipo de suelo.
- Para definir el área de cada sector se tienen en cuenta los accidentes naturales del terreno, los drenajes profundos, la dotación de agua para riego y la evacuación de los excesos.

Subdivisión de los sectores en suertes y tablones

La subdivisión depende de la longitud de surco requerida para riego.

En zonas secas:

- Longitud de surco requerida para el riego: varía entre 120 y 150 metros (m).
- Longitud de los tablones: entre 240 y 300 m. En el centro del tablón se traza una acequia transversal a los surcos con el fin de facilitar el drenaje en la parte alta y el riego en la parte baja. Ancho de los tablones: hasta 600 m.

En zonas húmedas:

- Longitud de surco requerida para el riego: entre 90 y 110 m. Longitud de los tablones: entre 90 y 110 m.
- Ancho de los tablones: hasta 600 m.
- En cada tablón se trazan colectores de drenaje paralelos a los surcos con espaciamientos entre 200 y 400 m.

Trazado de los surcos

Se recomienda realizar el trazo preliminar de los surcos con la máxima pendiente posible, de acuerdo con las características de cada sector, sin sobrepasar el 1%.

Definición de la dirección de los surcos

Trazar los surcos de manera que éstos queden colineales entre tablones o con un ángulo no mayor de 15° (Figura 1). Evitar los surcos con longitudes diferentes que pueden formar ‘serruchos’ en los extremos de los campos. El propósito es unir dos o tres tablones para realizar las labores mecanizadas de manera continua.

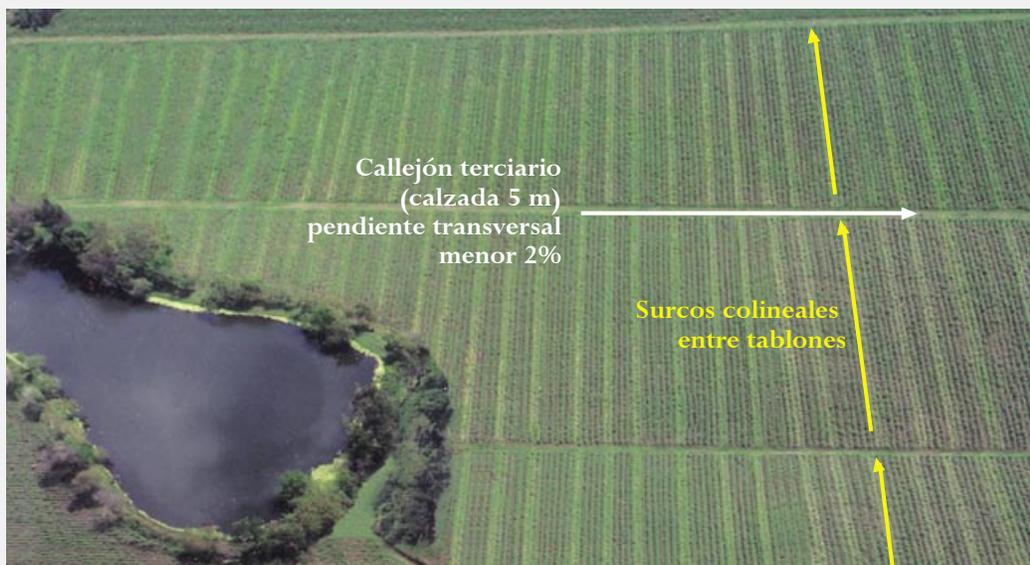


Figura 1. Surcos colineales para facilitar el desplazamiento de la maquinaria entre tablones de un mismo sector.

Nivelación a precisión en dos pendientes

El objetivo de la nivelación a precisión es establecer una pendiente uniforme del campo con el fin de mejorar la eficiencia del riego, el drenaje, la cosecha y las labores mecanizadas.

- Utilizar el método del Centroide o, en lo posible, la tecnología de rayo láser tanto en los campos que se van a nivelar por primera vez como en aquellos que requieren nivelación de mantenimiento. Esta nivelación debe hacerse tanto en la pendiente de los surcos como en la pendiente de las acequias recibidora y regadora.
- En áreas muy pequeñas es suficiente el uso de motoniveladora o buldózer.
- Nivelar simultáneamente los tablones que se encuentren dentro del mismo sector topográfico de manera que se establezca una pendiente continua (aunque no sea igual) en la dirección de los surcos.

Espaciamiento de los surcos

La distancia entre surcos debe ser uniforme a lo ancho del campo. Se recomienda el espaciamiento de 1.75 m para disminuir el daño a las cepas por el tránsito de la maquinaria y para facilitar el encalle de los residuos de la cosecha.

CENICAÑA está evaluando el sistema de espaciamiento denominado «Doble Surco Modificado» (Figura 2), diseñado para evitar los daños al campo por tránsito de la maquinaria de cosecha, manejar los residuos de cosecha, reducir la cantidad de semilla en comparación con la utilizada para distancias de 1.50 m, mejorar las eficiencias del riego, la fertilización y el control de malezas, y disminuir las horas de máquina requeridas para ejecutar las labores de cultivo.

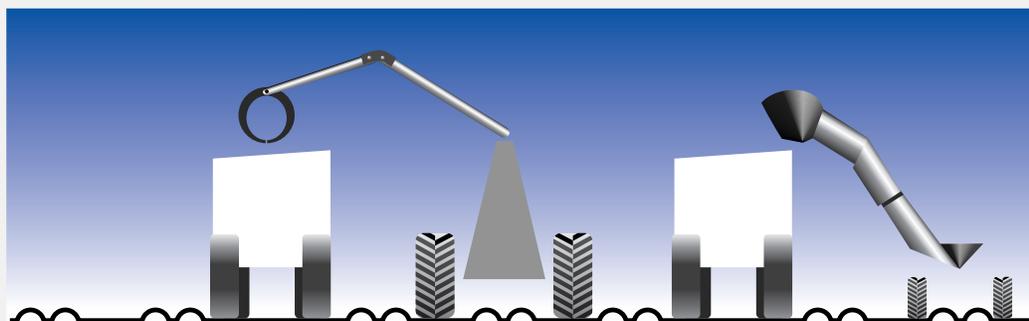


Figura 2. Esquema del sistema de siembra en surco doble modificado, diseñado para facilitar el manejo de los residuos y reducir el daño a los campos durante la cosecha.

Construcción de drenes terciarios o acequias de drenaje

En zonas secas y zonas húmedas, los drenes terciarios se deben construir en forma de batea, conectados al extremo inferior de los surcos y con descarga libre a los canales colectores. Las características de los drenes varían según tengan de vecino un callejón terciario o uno secundario (Figura 3).

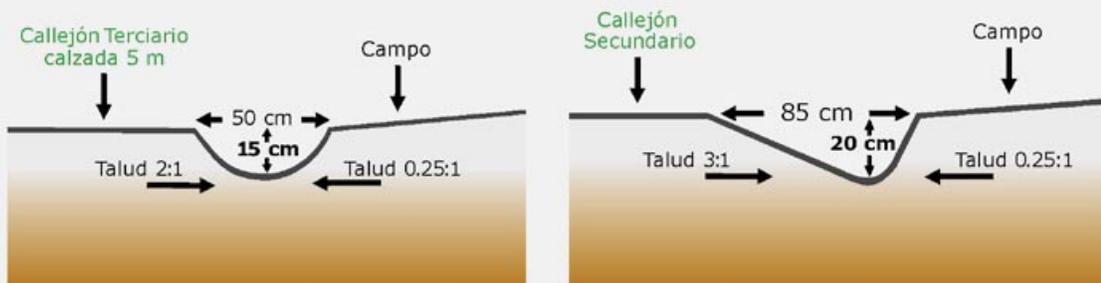


Figura 3. Diseño del canal terciario de drenaje en forma de batea, primera aproximación. Corte transversal.

Construcción de callejones terciarios o divisorios

Los callejones son las vías destinadas para el tránsito de los equipos, materiales y personas. Se dividen en callejones primarios, secundarios y terciarios.

- Los callejones entre tabloneros deben tener un ancho de calzada de 5 m y una pendiente transversal menor de 2%.
- Cuando se utilizan politubulares o tuberías rígidas para riego es necesario dejar una franja de 1 m de ancho para la batea de drenaje.
- Cuando no se usan politubulares se dejan dos franjas de 1 m cada una para la acequia de riego y la batea de drenaje.

Aporque de los campos

El aporque consiste en conformar el perfil del entresurco y colocar suelo suelto que sale del entresurco directamente sobre el surco de caña.

- Una vez establecido el cultivo es necesario dar forma a los entresurcos (calles) con el fin de controlar el riego, el drenaje y la cosecha.
- La geometría de los entresurcos (corte transversal) corresponde a la forma de un trapecio (Figura 4).

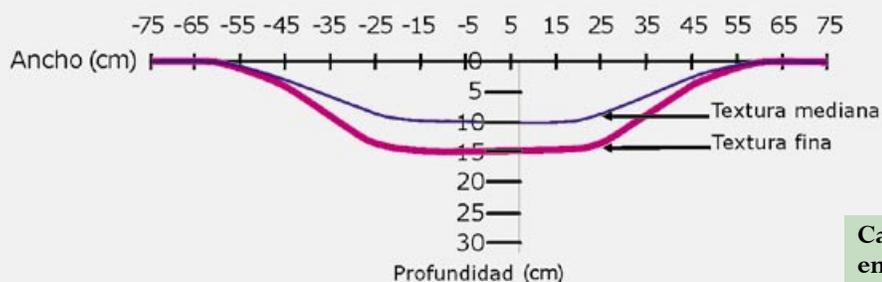


Figura 4.

Geometría apropiada de los entresurcos para cosecha, riego y drenaje en suelos de textura fina y textura mediana.

Características entresurco	Suelo de textura	
	Fina	Mediana
Base mayor o boca (cm)	110	110
Base menor (cm)	50 - 60	50 - 60
Profundidad (cm)	15 - 20	5 - 10

En suelos de textura mediana el agua aumenta la profundidad del entresurco.

Conducción y aplicación del agua de riego

En zonas secas se recomienda instalar politubulares o tuberías rígidas con compuertas en reemplazo de las acequias de riego; de esta manera se evitan pérdidas de agua que pueden ser de 400 a 600 m³/ha por riego y se facilita el tránsito de los equipos de cosecha y cultivo.



Uso de tubería rígida para riego

Beneficios: eficiencia y costos

Los criterios presentados para el diseño de los campos ofrecen beneficios en términos de las mejores eficiencias de las labores de cultivo y cosecha, lo cual resulta en menores costos relacionados con las labores mecanizadas de cultivo y cosecha, y con el manejo del riego y el drenaje.

Los resultados experimentales muestran que es posible disminuir hasta en 32% el tiempo invertido por las máquinas en giros y paso de callejones cuando: los surcos son colineales entre tablones, no existen «serruchos» en los extremos del campo, se usan politubulares o tuberías rígidas con compuertas, se construyen drenes terciarios en forma de batea y los callejones divisorios tienen calzada de 5 m con pendiente transversal menor de 2%. Los daños de la maquinaria disminuyen, y en consecuencia también los tiempos muertos y los costos de reparación.

El contenido de suelo o materia extraña mineral en la caña que se lleva a la fábrica es menor cuando se construyen los entresurcos en forma de trapecio, lo cual contribuye a reducir los costos de transporte y a mejorar la recuperación de sacarosa.

En la labor de riego es posible disminuir los volúmenes de agua aplicados en más de 400 m³/ha y aumentar los rendimientos en 0.9 ha/jornal debido al uso de politubulares o tubería rígida con compuertas en reemplazo de las acequias de riego y los canales de conducción. El ahorro asciende a Col\$42,000/hectárea por riego considerando \$24,000/ha menos por concepto de agua (\$60/m³) y \$18,000/ha menos por mano de obra (\$20,000/jornal).

Referencias bibliográficas

- Cruz Valderrama, R.; López, O.M. Adecuación de tierras. En: CENICAÑA. El cultivo de la caña en la zona azucarera de Colombia. Cali, CENICAÑA, 1995. p.85-108
- Cruz Valderrama, R. Diseño de campo y manejo del agua para la cosecha de caña sin quemar. Primer informe técnico 1998. Contrato COLCIENCIAS-CENICAÑA 2214-07-530-97. Cali, CENICAÑA, 1998. 17 p.
- Cruz Valderrama, R. Diseño de campo y manejo del agua para la cosecha de caña sin quemar. Sexto informe 2002. Contrato COLCIENCIAS-CENICAÑA 2214-07-530-97. Cali, CENICAÑA, 2002. 16 p.

Aproximaciones al cálculo del costo de la energía en plantas de cogeneración de ingenios azucareros¹

Luis Fernando Echeverry D. *
Arbey Carvajal L. *
Carlos Omar Briceño B. *

Introducción

Los procesos fabriles en los ingenios azucareros se caracterizan por sus elevadas demandas de energía (térmica, mecánica y eléctrica), la cual generalmente es suministrada internamente utilizando un sistema de cogeneración que aprovecha la biomasa residual (bagazo) del proceso como combustible.

El costo de la electricidad generada es uno de los parámetros principales que se deben tener en cuenta a la hora de definir la viabilidad de proyectos de cogeneración, considerando un margen aceptable para los inversionistas sobre los precios que el mercado reconoce a los generadores, y el precio de la incertidumbre asociada con las condiciones fluctuantes de la regulación y el mercado energético.

Para calcular los costos de cogeneración, de manera general, es posible utilizar las metodologías siguientes:

- **A todo costo.** Involucra los elementos relacionados con los costos variables y fijos, las depreciaciones, los costos de oportunidad, los salarios y el mantenimiento, entre otros.
- **Costos reales o marginales.** Únicamente involucran los costos que tienen relación directa con el estado de resultado (pérdidas y ganancias) del ingenio y los costos de mercado (oferta y demanda). Esta metodología permite valorar el vapor a precios del mercado, tiene en cuenta las ventajas comparativas del ingenio para generarlo y el desembolso para cubrir los gastos de operación y mantenimiento que le representan un flujo de caja durante el período de análisis; en otras palabras, permite estimar los gastos reales en que incurre la fábrica para la generación. Además, estima el costo del vapor en cada proceso (Posada *et al.*, 2002).
- **Análisis exergético.** Se fundamenta en los componentes termodinámicos de los procesos y mediante un ejercicio termoeconómico indica el costo del vapor según su calidad y degradación a medida que avanza un proceso específico. Permite cuantificar los costos teniendo en cuenta la exergía de los procesos e indica la magnitud en términos económicos de las pérdidas para el ingenio. El fin de este análisis es mostrar las ineficiencias en relación con el manejo del vapor generado, lo que permite establecer futuras inversiones o correcciones en los procesos (Echeverry, 2002).

1. Fundamentado en el documento «Cálculo del costo de la energía en plantas de cogeneración de ingenios azucareros: Una primera aproximación para los ingenios colombianos» (Echeverry, 2002) presentado en julio de 2002 ante el Grupo de Trabajo en Energía (GTE) integrado por personal técnico de los ingenios azucareros colombianos y CENICAÑA.

* Echeverry D., Ingeniero Mecánico CENICAÑA; Carvajal L. Ingeniero Mecánico, joven investigador Convenio COLCIENCIAS-CENICAÑA; Briceño B., Ingeniero Químico, M.Sc., Director del Programa de Procesos de Fábrica, CENICAÑA <cobricen@cenicana.org>.

- **Análisis de costos evitados.** Compara el ahorro incremental obtenido cuando se deja de producir una unidad adicional mediante un método específico frente al costo incremental que tendría suplir una unidad equivalente a través de un método alternativo (Beecher, 1996). En el caso de la cogeneración, los costos evitados representan los ahorros incrementales asociados a no producir ni transmitir unidades de energía adicionales mientras que se satisface la demanda, es decir, los costos que el sistema energético tendría que asumir para entregar potencia eléctrica si no pudiera comprarla a otra fuente. En la medida que los precios de venta de la energía cogenerada se incrementan, el potencial de cogeneración es mayor y las pérdidas del sistema de interconexión son menores (Vargas, 1997).

Los esquemas de tarifas basados en costos evitados son comunes en países que utilizan intensivamente la cogeneración, y su aplicación podría ser conveniente para promover esta tecnología en Colombia. Una propuesta es, por ejemplo, que el cogenerador venda su energía al costo que tendría para el sistema suministrarla en el sitio de cogeneración, es decir, una tarifa basada en el costo evitado por el sistema energético para generar o adquirir y transmitir electricidad al sitio de interconexión del cogenerador.

En el análisis de costos evitados se pueden incluir también aquellos relacionados con el ambiente, lo que permite dar valor a beneficios importantes de los proyectos de cogeneración como son la conservación de los recursos naturales y la reducción de emisiones. Si bien en la actualidad los costos ambientales pueden resultar polémicos y difíciles de cuantificar, también es cierto que en la definición de políticas de desarrollo nacionales e internacionales cada día se tiene más en cuenta la conservación del medio ambiente, tendencia que indudablemente se mantendrá y progresivamente favorecerá acciones y proyectos encaminados a reducir el impacto ambiental de las actividades humanas.

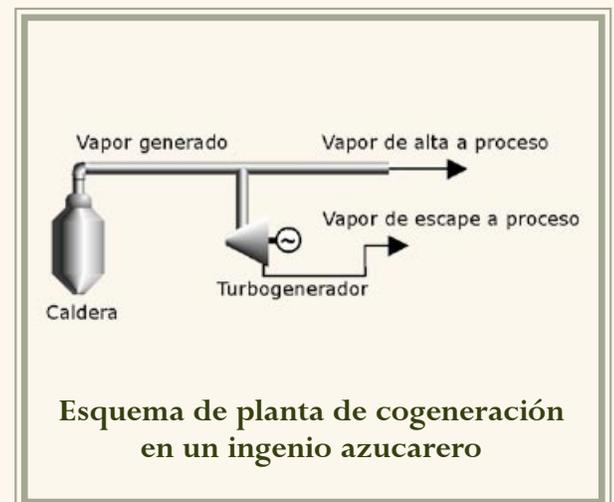
En este documento se presenta una aproximación del cálculo del costo de la generación de electricidad en ingenios azucareros con fundamento en el análisis exergético.

Cogeneración

De forma general, la cogeneración se define como la producción simultánea de dos formas de energía, usualmente eléctrica y térmica (calor), a partir de un mismo combustible. La generación conjunta de electricidad y calor resulta complementaria y permite configurar sistemas de elevada eficiencia donde, a diferencia de las plantas térmicas convencionales, no se desperdicia parte de la energía a la atmósfera o a un condensador sino que el calor residual se aprovecha para el proceso en operaciones de intercambio de calor; así, por ejemplo, en los ingenios se usa el vapor de escape para el calentamiento de jugo, meladura, agua de alimentación de calderas, y en evaporación, cristalización y secado.

El Grupo de Trabajo en Energía fue creado durante 2001 con el fin de analizar los temas de gestión energética en la industria azucarera colombiana.

Este documento es un resumen de los fundamentos conceptuales en termodinámica y economía propuestos por CENICAÑA para estimar el costo de la energía generada en los ingenios.



Costo de la cogeneración

Fundamentos termodinámicos

Generalmente las operaciones térmicas se evalúan mediante balances de masa y energía aplicando el principio de conservación de la energía o Primera Ley de la termodinámica: la energía no se crea ni se destruye, sólo se transforma.

Cuando creemos que la energía se pierde, el escape puede ser energía con capacidad de trabajo útil y por tanto con valor económico (exergía), o energía no aprovechable (anergía).

La aplicación de la Segunda Ley de la termodinámica, que se puede denominar la “ley de la degradación de la energía”, complementa el análisis al incorporar la calidad de las formas de energía y su degradación a medida que avanza un proceso. Todos los procesos reales son irreversibles a medida que transcurren; por ejemplo: pérdidas de calor, fricción, histéresis, resistencia óhmica, reacciones químicas, mezclas y expansión, que se reflejan en un incremento continuo de la entropía (CENICAÑA, 1999).

Toda forma de energía se subdivide en: (1) exergía, indica cuánto trabajo útil se puede obtener de un sistema y tiene valor económico; (2) anergía, representa la parte que no es aprovechable (Paz y Cárdenas, 1997). De hecho, se ha planteado que no existe ni ha existido una crisis energética, ya que la energía no se crea ni destruye; lo que sí puede ocurrir es una crisis exergética, pues la energía se degrada continuamente (Peltier, 2001).

La exergía específica de flujos de vapor vivo, escape y vapores vegetales principalmente, se calcula mediante la expresión siguiente:

$$e = h - h_o - T_o (s - s_o) \quad (1)$$

donde:

e: Exergía específica (BTU/Lb)

h, s: Entalpía y entropía del fluido (BTU/Lb/R)

T_o: Temperatura atmosférica (°R)

h_o, s_o: Entalpía y entropía en condiciones atmosféricas

Una idea más concreta de los conceptos anteriores se obtiene al comparar las diferentes formas de energía (Cuadro 1).

Cuadro 1. Exergía y anergía como componentes de la energía eléctrica y la energía térmica.

Formas de energía	Energía (MW)	Exergía (MW)	Anergía (MW)
Electricidad	1.00	1.00	0.00
Vapor vivo 650 Psig, 400 °C	1.00	0.37	0.63
Vapor vivo 450 Psig, 350 °C	1.00	0.35	0.65
Vapor vivo 250 Psig, 270 °C	1.00	0.32	0.68
Vapor escape (vapor saturado), 18 Psig	1.00	0.21	0.79
Condensado (líquido saturado), 18 Psig	1.00	0.10	0.90

Las formas de energía consideradas organizadas o de alta calidad (como la potencial, la cinética, la eléctrica y la mecánica) pueden ser aprovechadas casi en un 100% y convertidas en trabajo útil. Por el contrario, sólo una parte de las formas de energía de baja calidad (como la térmica, la interna, la química o flujos turbulentos) puede ser convertida en trabajo útil y, además, son formas que presentan dificultades y pérdidas durante la transmisión. Por su importancia dentro del sistema energético de los ingenios se debe resaltar el efecto de la presión de generación en calderas para observar que a mayor sobrecalentamiento se incrementa el porcentaje de exergía presente en el vapor, y reafirmar la conveniencia de trabajar con calderas y turbinas de alta presión a fin de incrementar la eficiencia de los ciclos en ingenios azucareros.

Cuando se realiza un proceso o trabajo necesariamente se consume o pierde exergía. Por tanto, es razonable analizar los costos de generación y distribución de energía con base en el concepto de exergía (Kotas, 1995). Sin embargo, antes de hacer referencia a los costos se debe disponer de un balance energético y exergético confiable del proceso, en el cual son específicamente críticas las mediciones de flujo.

**La energía
no se crea ni se destruye,
sólo se transforma.**

**Cuando creemos
que la energía se pierde,
el escape puede ser
energía con capacidad
de trabajo útil y por tanto
con valor económico
(exergía), o energía
no aprovechable (anergía).**

Costo del combustible

El costo del bagazo como combustible no se conoce a pesar de ser un material residual del proceso de extracción y el subproducto más utilizado en los ingenios. Las alternativas más comunes para calcularlo son dos:

1. El costo de oportunidad que se aplica en el caso de los ingenios que realmente venden bagazo para la industria papelera y de aglomerados. Se considera como el dinero recibido por venta del bagazo en lugar de utilizarlo en las calderas como combustible.
2. El costo equivalente en relación con el uso de un combustible adicional, aplicable principalmente cuando el ingenio vende el bagazo o utiliza un combustible suplementario. En esta alternativa el costo se entiende como el dinero que sería necesario pagar por el combustible suplementario para reemplazar la energía que entrega el bagazo. Se calcula a partir del costo del combustible adicional, los poderes caloríficos superiores (PCS) en base húmeda de tal combustible y del bagazo, y la respectiva eficiencia típica de combustión en calderas. La venta de bagazo es un negocio y se espera que su costo de oportunidad sea superior al costo calculado con la equivalencia a combustible adicional.

En los ingenios que no tienen compradores potenciales para el bagazo, se ha planteado la hipótesis de que éste no tiene costo porque

no representa un egreso ni un posible ingreso. No obstante, esta aproximación no parece muy conveniente ya que significa despreciar completamente el costo de toda la energía que aporta el bagazo, resultando un costo de generación demasiado bajo.

La decisión sobre la alternativa más adecuada para calcular el costo del bagazo dependerá de las condiciones particulares y las oportunidades de negocio de cada ingenio, por tanto, es difícil establecer una metodología común. Debido a que el combustible puede representar entre 60% y 80% de los costos de generación, es claro que la decisión sobre la metodología a seguir influirá considerablemente en el costo de la energía generada y es importante analizar cuidadosamente cuál es la alternativa de cálculo que representa mejor las condiciones reales existentes en el ingenio.

Costo de vapor de alta presión (vapor vivo)

En el caso de los procesos donde se tiene un solo producto, como en una caldera, resulta relativamente sencillo asignar el costo de la energía, pues éste se carga totalmente a dicho producto. En estos casos se obtendría igual resultado aplicando un análisis energético, exergético o simplemente dividiendo el costo del combustible por el vapor generado. En los ingenios el costo del vapor vivo producido en las calderas se puede calcular aplicando el método exergético con la ecuación siguiente:

$$C_{\text{Ex.vivo}} = C_{\text{Ex.comb}} + C_{\text{capital}} + C_{\text{op}} + C_{\text{mtto}} \quad (2)$$

donde:

$C_{\text{Ex.vivo}}$: Costo de la exergía que se entrega al vapor

$C_{\text{Ex.comb}}$: Costo de la exergía que entra (combustible)

C_{capital} : Costo de capital de la caldera

C_{op} : Costo de operación de la caldera

C_{mtto} : Costo de mantenimiento de la caldera

El componente termodinámico del costo del vapor se puede resumir como la distribución de los costos del combustible entre las diferentes formas de energía generadas. Un análisis completo debe incluir también aquellos relacionados con capital, operación y mantenimiento, los que se pueden obtener efectuando un estudio económico detallado, y podría ser realizado aplicando la metodología propuesta por CENICAÑA (Posada *et al.*, 2000).

Los costos diferentes al del combustible deben comprender, además de la caldera, todos los equipos en contacto con el combustible adicional y con el bagazo, partiendo de la salida del tándem de molinos e incluyendo la bagacera, además del tratamiento de agua de alimentación de calderas y los conducto eniza.

Costo del combustible utilizado

Se calcula mediante el producto de la cantidad de combustible utilizado por su costo unitario, de la manera siguiente:

$$C_{\text{Ex.comb}} = C_{\text{bzo}} * C_{\text{bzo}} \quad (3)$$

Costo del vapor

Los ingenios generalmente reparten a diferentes estaciones el vapor generado en las calderas, razón por la cual es necesario calcular el costo del vapor vivo que se envía específicamente al turbogenerador.

Costo de la electricidad generada y de escape

La estación de generación eléctrica debe ser analizada como una planta multiproducto, debido a que en este caso salen dos formas de energía —electricidad y vapor de escape— que son aprovechables pero cuya calidad difiere considerablemente. Desde el punto de vista termodinámico es imperativo aplicar el análisis exergético para distribuir correctamente los costos del combustible.

Se pueden apreciar diferencias entre la energía y la exergía del vapor a medida que éste circula por el turbogenerador. Al decrecer la calidad de la energía

Las mediciones de flujo son críticas en la estimación de los costos de energía.

A través de ellas se obtienen los datos para los balances energéticos y económicos, indispensables en proyectos de cogeneración.

contenida en tanto transcurre el proceso, ocurre una reducción del porcentaje de exergía y por tanto un incremento de la anergía.

Los flujos de energía y exergía se pueden calcular como el producto del flujo de vapor por la entalpía y la exergía específica, respectivamente.

Una vez que se conocen los flujos de exergía se puede continuar con el cálculo de los costos de la electricidad generada y del vapor de escape, para lo cual se pueden aplicar varios métodos entre los que se destacan el de igualdad y el de extensión.

Método de igualdad. Es aplicable en casos donde los dos productos (electricidad y calor) tienen igual prioridad, por lo cual se cargan a ambos por igual los costos del vapor vivo y los demás asociados del turbogenerador. En este caso la exergía del escape y de la electricidad pasarían a tener un mismo valor, o sea,

$$C = C_{\text{exergía}_{\text{electricidad}}} = C_{\text{exergía}_{\text{escape}}} \quad (4)$$

Para calcular el costo del vapor de escape se multiplica el costo de la exergía obtenido por la exergía específica del escape.

Método de extracción. Se considera que el principal propósito del turbogenerador es generar electricidad; en consecuencia los costos asociados con él se cargan únicamente a la energía eléctrica. En este caso se asigna a la exergía del vapor de escape igual valor que el de la exergía del vapor vivo, o sea,

$$C_{\text{exergía}_{\text{vivo}}} = C_{\text{exergía}_{\text{es}}} \quad (5)$$

En general, el costo de generación calculado resulta más elevado utilizando el método de extracción en comparación con el método de igualdad. Para los ingenios este último es el más conveniente, ya que su aplicación es más simple y refleja mejor el efecto de las diferencias tecnológicas sobre el precio de generación. Se hace énfasis, nuevamente, en que este análisis incluye solamente el costo del combustible. En un análisis completo se deben incluir también los costos financieros, administrativos, de operación y mantenimiento.

Conclusiones

La aplicación de la Segunda Ley de la termodinámica complementa los tradicionales balances de masa y energía, incorporando la calidad de las formas de energía y su degradación a medida que avanza un proceso.

Para realizar un proceso o trabajo se requiere necesariamente consumir o perder exergía, que es la parte de la energía con capacidad de efectuar trabajo útil y por tanto valor económico. En consecuencia, resulta razonable analizar los costos de generación y distribución de energía en plantas de cogeneración teniendo como base el concepto de exergía.

Se sugiere considerar la planta de cogeneración de los ingenios azucareros como una subempresa dentro de la fábrica, encargada de suministrar energía térmica y eléctrica al proceso y a otros usuarios. Se presentan alternativas para calcular el costo del bagazo, el vapor vivo, la electricidad generada y el vapor de escape que sale de los turbogeneradores teniendo en cuenta el método de la exergía.

El costo de la energía producida incluye el precio de la exergía.

El balance debe servir para identificar las oportunidades energéticas de los ingenios, así como la viabilidad técnica y económica de proyectos para abastecimiento propio y comercialización pública, según el interés.

Referencias bibliográficas

- Beecher, J. A. 1996. Avoided cost: An essential concept for integrated resource planning. Water resources update. no. 10428.
- Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia. 1999. Manual de auditoría energética para los ingenios azucareros de Colombia. Julio de 1999. CENICAÑA, Cali, Colombia.
- Echeverry, L. F. 2002. Cálculo del costo de la energía en plantas de cogeneración de ingenios azucareros: Una primera aproximación para los ingenios colombianos. Julio 2002. CENICAÑA. Grupo de Trabajo en Energía (GTE) CENICAÑA – Ingenios. 7 p.
- Kotas, T. J. 1997. The exergy method of thermal plant analysis. Krieger Publ. Co., Malabar, Florida, Estados Unidos. p. 225-231.
- Paz, D. y Cárdenas, G. 1997. Análisis exergético de las operaciones térmicas de la industria azucarera de caña. Stab 15(4):32 – 37.
- Posada, C.; Zambrano; y Pérez, N. 2002. Conceptos y fundamentos para la comparación de costos de procesos fabriles en los ingenios azucareros colombianos. Junio 2002. CENICAÑA, Documento de estudio. 5 p.
- Peltier, R. 2001. How efficient is efficiency?. Power (March – April). 105-108.
- Posada, C.; Orozco, B.; Luna, C. A.; Herrera, C. A.; y Giron, M. 2000. Metodología para la determinación del costo del vapor en la producción de azúcar. En: Quinto Congreso Colombiano de la Asociación de Técnicos de la Caña de Azúcar (Técnicaña). Cali, 4 a 6 de octubre de 2000. 28 p.
- Vargas, L. y La Fuente, F. 2002. Cogeneración en Chile: Potencialidad y Desafíos. <http://www2.ing.puc.cl/~iing/ed430/cogeneracion_en_chile_htm>

Panorama actual de variedades en la industria azucarera colombiana

Jorge I. Victoria K. *
Hernando Ranjel J. **
Carlos A. Viveros V. ***

Las variedades CC 85-92 y CC 84-75 son actualmente las más cultivadas en la industria azucarera colombiana. Sin embargo, es importante que los cultivadores conozcan el desempeño de otras variedades nuevas producidas por CENICAÑA, cuyo potencial se presenta a continuación.

Variedades semicomerciales

Con el establecimiento de la última versión de la zonificación agroecológica del sector azucarero ha sido posible identificar el comportamiento diferente de algunas variedades de caña de acuerdo con la ubicación del sitio de cultivo, independientemente de la variedad como tal. Algunos resultados parciales con estas variedades semicomerciales y su comparación con el comportamiento de la variedad CC 85-92 se presentan en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Variedades semicomerciales de caña de azúcar y su comportamiento en relación con la variedad CC 85-92. Industria azucarera colombiana, noviembre de 2002.

Variedades	Diferencia en TAH vs. CC 85-92 (%) ^a	Area total (ha)	Area semilleros (ha)	Zona agroecológica de mejor ubicación	Ingenios ^b	Características sobresalientes
CC 87-434	Mayor	3235	40	2C0, 6C0	CA, PR, MN	Alta producción de azúcar y caña, alto volcamiento
CC 87-505	Mayor	1100	15	10C1, 3C1	PC, PR, CC, CB, SC, RP	Alta producción de azúcar y caña, alto volcamiento
CC 89-2000	Mayor	120	15	2C0, 6C0	MN, CC, MY	Alta producción de azúcar, alto deshoje, erecta
CC 91-1999	Igual	70	3	6C1	CC, RP	Alta producción de caña, alto deshoje
CC 93-4223	Igual	300	20	5C3	CB	Alta producción de azúcar, alto deshoje
CC 93-7513	Mayor	230	10	2C1, 6C1	CC, RP	Alta producción de azúcar y caña, alto deshoje, erecta
CC 93-7510	Mayor	150	10	6C1, 7C2	CC, RP	Alta producción de azúcar y caña, alto deshoje, erecta
CC 87-251	Igual	100	7	6C0, 6C1	PC	Alta producción de azúcar, buen deshoje
CC 92-2198	Igual	160	16	2C0, 3C2, 6C0, 8C5	CB, CC, RP, MY	Alta producción de azúcar y caña, alto deshoje

a. TAH: toneladas de azúcar por hectárea

b. CA = Incauca. PR = Providencia. MN = Manuelita. PC = Pichichí. CC = Central Castilla. CB = La Cabaña. SC = Sancarlos. RP = Riopaila. MY = Mayagüez.

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

** Ingeniero Agrónomo, Ph.D.; Fitomejorador. CENICAÑA <harangel@cenicana.org>

*** Ingeniero Agrónomo, M.Sc.; Fitomejorador. CENICAÑA <cavivero@cenicana.org>

CC 87-434. Esta variedad tiene alto contenido de sacarosa y alta producción de caña. En siembras a escala semicomercial mostró su mejor comportamiento en las zonas agroecológicas secas 2C0 y 6C0. Es una variedad que responde mejor que las demás a las aplicaciones de nitrógeno en dosis altas, con mayor producción de caña en las socas sin que se afecte su contenido de azúcar.

Sembrada en más de 3235 hectáreas en diferentes zonas agroecológicas, en el Ingenio Mayagüez se ha destacado por su excelente comportamiento tanto en la cosecha mecanizada como en la manual verde limpia.

La variedad es resistente a los agentes causales del carbón, la roya, el mosaico y la escaldadura de la hoja. A pesar de presentar volcamiento en grado alto después de los 8 ó 10 meses de edad, no se enreda y su contenido de azúcar permanece constante.

Para obtener los mejores resultados con esta variedad es necesario hacer un análisis de su comportamiento comercial en diferentes sitios.

CC 87-505. Ha mostrado resultados satisfactorios en suelos húmedos de buen drenaje y en suelos del piedemonte. Es una variedad de alta producción de caña y buen contenido de azúcar pero su volcamiento es alto a partir de 6 meses de edad.

Es resistente a las enfermedades del carbón, la roya y el mosaico. Presenta incidencia alta al síndrome de la hoja amarilla sin que ello represente efectos significativos en su producción. Es indispensable utilizar semilla libre de enfermedades.

Las mayores áreas de siembra con esta variedad se encuentran en los ingenios La Cabaña, Central Castilla, Providencia y Pichichí. Con el fin de definir su paquete tecnológico de manejo se tiene en la actualidad un experimento en el Ingenio Providencia en el cual se están evaluando: edad óptima de cosecha, respuesta a las aplicaciones de nitrógeno y potasio, densidad de siembra y uso de maduradores.

CC 89-2000. Presenta contenido de sacarosa alto, producción de caña en nivel intermedio, alto deshoje y floración moderada. La rentabilidad alcanzada con esta variedad resulta mayor en comparación con otras variedades que tienen alta producción de caña pero menos azúcar.

Por su alto deshoje tiene muchas ventajas en la cosecha tanto manual como mecanizada. Su mejor comportamiento se presenta en suelos secos y bien drenados. Los mejores resultados comerciales se han observado en campos de los Ingenios Mayagüez (20 ha), Manuelita (10 ha) e Incauca (30 ha). En suelos húmedos del Ingenio Risaralda los resultados no han sido satisfactorios.

Actualmente se está evaluando su respuesta a la fertilización con nitrógeno con el fin de aumentar la producción de caña.

CC 91-1999. Es una variedad erecta que no florece y presenta producción de caña alta y contenido medio de azúcar. Su principal característica es el deshoje natural, el cual permite un rendimiento en la cosecha manual verde limpia que supera las 5 t/hombre/día.

Para obtener su potencial en términos de rentabilidad es indispensable ubicarla en condiciones agroecológicas muy específicas. De acuerdo con los resultados en el Ingenio Central Castilla su mejor ubicación se encuentra en la zona agroecológica 6C1; en otras zonas presenta altas producciones de caña y rendimientos bajos en azúcar.

CC 93-7513. De floración moderada, esta variedad presenta alta producción de caña y alto contenido de azúcar. Es hija de la autofecundación de plantas de la variedad V 71-51. Ha mostrado excelente adaptación en la zona agroecológica 6C1 en el Ingenio Riopaila, donde hay sembradas alrededor de 200 ha. En dicho ingenio y en Central Castilla están ampliando el área con esta variedad.

CC 93-7510. Es hija de la autofecundación de plantas de la variedad V 71-51. No florece, presenta alta producción de caña y alto contenido

de azúcar, y un ligero volcamiento a los 10 meses de edad. Ha mostrado una adaptación excelente en los ingenios Central Castilla, Riopaila e Incauca, especialmente en suelos con problemas de drenaje.

CC 92-2198. Dependiendo de la zona agroecológica donde se cultiva tiene alta producción de caña y contenido de azúcar moderado. En el Ingenio Central Castilla se han obtenido resultados excelentes en la zona agroecológica 2C0. Por su excelente porte agronómico –tallos gruesos, erectos y de buen deshoje– se encuentra en proceso de expansión en la mayoría de ingenios azucareros.

Requiere un manejo adecuado para conseguir alta producción de azúcar por la vía de mayor contenido de sacarosa. Eventualmente las hojas inferiores presentan puntos amarillos (*flecking*) característicos que en ocasiones preocupan a los técnicos, y que no inciden en la producción por tratarse de hojas fisiológicamente no-activas.

Variedades promisorias

Entre las variedades evaluadas en las pruebas regionales de la serie CC 89-91 en tres cortes sobresalen: CCSP 89-43, CCSP 89-259, CC 91-

1880, CC 91-1455, CC 91-1555 y CC 93-4223 (variedad modificada o mutante de MZC 74-275). Las variedades CCSP 89-43 y CCSP 89-259 están en proceso de multiplicación en las zonas semisecas; CC 91-1880 en las zonas de piedemonte; CC 91-1555 y CC 93-4223 en las zonas húmedas. Algunos resultados parciales con estas variedades promisorias y su comparación con el comportamiento de la variedad CC 85-92 se presentan en el Cuadro 2.

CCSP 89-43. Presenta buena producción de caña, alto contenido de azúcar y cierre rápido.

CCSP 89-259. Tiene alta producción de caña y buen contenido de azúcar, con follaje erecto que lleva a un cierre lento.

CC 91-1880. Presenta uno de los contenidos de azúcar más altos. Su deshoje es alto, lo cual la hace recomendable para la cosecha tanto manual como mecanizada. Los mejores resultados con esta variedad se han registrado en suelos de piedemonte. Con el fin de definir su paquete tecnológico de manejo se tiene en la actualidad un experimento en el Ingenio Pichichí en el cual se están evaluando: edad óptima de cosecha,

Cuadro 2. Variedades promisorias de caña de azúcar y su comportamiento en relación con la variedad CC 85-92. Industria azucarera colombiana, noviembre de 2002.

Variedad	Diferencia en TAH vs. CC 85-92 (%)	Area total (ha)	Area semilleros (ha)	Zona agroecológica de mejor ubicación	Ingenios ^b	Características sobresalientes
CC 91-1880	Mayor	—	3	10C1, 3C1, 3C2	PC, RP, SC	Alta sacarosa, alto deshoje, erecta
CCSP 89-43	Mayor	—	4	1C0, 6C0, 6C1	RP, SC	Alto contenido de azúcar, alta producción de caña
CCSP 89-259	Igual	—	7	6C0, 6C1	RP, SC	Alto contenido de azúcar
CC 91-1945	Menor	—	3	1C0, 2C0	RP	Alto contenido de azúcar, baja producción de caña, erecta
CC 91-1555	Menor	—	1	9C2, 9C3	CB	Alto contenido de azúcar, baja producción de caña, erecta
CC 92-2154	Igual	8	3	3C2, 6C0, 8C5	CB, MN, CC, MY, SC	Alta producción de caña, alto contenido de azúcar, alto deshoje, erecta
CC 93-4208	10.06% mayor (en TSH)	6	3	9C4	CA, CB, SC	Alta sacarosa

a. TAH: toneladas de azúcar por hectárea; TSH: toneladas de sacarosa por hectárea.

b. CA = Incauca. PR = Providencia. MN = Manuelita. PC = Pichichí. CC = Central Castilla. CB = La Cabaña. SC = Sancarlos. RP = Riopaila. MY = Mayagüez.

— sin dato.

respuesta a las aplicaciones de nitrógeno y potasio, densidad de siembra y uso de maduradores.

CC 93-4223. Dentro de este grupo, es la variedad que más se ha utilizado para siembras comerciales, especialmente en el Ingenio La Cabaña donde se tienen más de 300 ha; los mejores resultados en este ingenio se han registrado en la zona agroecológica 5C3. Se caracteriza por su buen comportamiento en la cosecha manual verde limpia, alta producción de caña y alto contenido de sacarosa, buen deshoje y ausencia de floración.

Variedades sobresalientes a escala experimental

Las variedades correspondientes a las series CC 92, CC 93 y CC 94 se encuentran en proceso de multiplicación y siembra en varios ingenios azucareros. Con ellas se han establecido alrededor de 10 pruebas regionales. Se debe mencionar que por las características mostradas por algunas de ellas en las parcelas de multiplicación y los resultados parciales de calidad de jugos, algunos ingenios azucareros han anticipado su multiplicación (Cuadro 3).

Cuadro 3. Variedades de caña de azúcar en experimentación y su comportamiento en relación con la variedad CC 85-92. Industria azucarera colombiana, noviembre de 2002.

Variedad	Diferencia en TAH vs. CC 85-92 (%)	Area semilleros (ha)	Zona agroecológica de mejor ubicación	Ingenios ^b	Características sobresalientes
CC 92-2188	Igual, hasta 9.84%	3	1C0, 5C1, 6C0	CA, CC, MY, MN, SC	Alta producción de caña, alta sacarosa, alto deshoje, erecta
CC 92-2358	Igual, hasta 7.25%	3	1C0, 2C0, 6C0	CC, MY, MN, SC	Alta sacarosa, buen deshoje
CC 92-2311	Igual, hasta 4.48%	3	1C0, 6C0, 8C5	CA, CC, MY, MN, SC	Buena producción de caña, alta sacarosa, alto deshoje, erecta
CC 92-2393	Igual, hasta 14.07%	11	1C0, 6C0, 8C5	CA, CC, MY, MN, SC	Alta sacarosa, buen deshoje
CC 92-2227	Igual, hasta 10.36%	3	1C0, 6C0	CC, MY, SC	Alta sacarosa, buen deshoje
CC 92-2376	Igual, hasta 10.36%	3	1C0, 6C0, 8C5	CA, CC, MY, SC	Alta sacarosa, buen deshoje
CC 92-2867	Igual, hasta 26.9%	3	1C0, 6C0	CC, MY, SC	Alta sacarosa, buen deshoje
CC 93-3826	Mayor 1.25%	3	10C2, 2C1, 9C2	CA, CB, MN, SC	Moderada producción de caña, alta sacarosa, buen deshoje
CC 93-3458	Igual	3	10C2	CA, CB, SC	Moderada producción de caña, alta sacarosa
CC 93-3801	Igual	3	10C2	CA, CB, SC	Moderada producción de caña, alta sacarosa
CC 93-3803	Igual	3	5C2	CA, SC	Moderada producción de caña, alta sacarosa
CC 93-3811	Igual	3	5C2	CA, SC, RP	Moderada producción de caña, alta sacarosa
CC 93-3895	Igual	3	5C2	CA, SC	Moderada producción de caña, alta sacarosa
CC 93-4183	Igual	3	5C2	CA, SC	Moderada producción de caña, alta sacarosa,
CC 93-3817	13.24% en sacarosa	3	10C2, 2C1, 6C1	PR, MN, RP, SC	Moderada producción de caña, alta sacarosa
CC 94-5446	7.64% (TSH); 10.46% (TSH)	3	10C2, 2C1	CA, CB, MN, SC	Alta producción de caña, alta sacarosa, buen deshoje
CC 94-5732	9.27% (Sacarosa)	3	10C2	PR, SC	Moderada producción de caña,
CC 94-5782	15.9% (Sacarosa)	3	10C2	CA, CB, PR, SC	Moderada producción de caña,
CC 94-5827	13.0% (TSH)	3	2C1	MN, SC	Alta producción de caña, alta sacarosa, buen deshoje

a. TAH: toneladas de azúcar por hectárea. TSH: toneladas de sacarosa por hectárea.

b. CA = Incauca. PR = Providencia. MN = Manuelita. PC = Pichichí. CC = Central Castilla. CB = La Cabaña. SC = Sancarlos. RP = Riopaila. MY = Mayagüez.

En la serie CC 92, las variedades que más se destacan son:

CC 92-2188 por su alta producción de caña, alta sacarosa, alto deshoje y crecimiento erecto. Es una variedad de excelente porte agronómico.

CC 92-2358 se caracteriza por su alto contenido de sacarosa y alta producción de azúcar por hectárea, así como por su buen deshoje. En los ingenios Incauca y Providencia se han obtenido muy buenos resultados con esta variedad.

CC 92-2311 es erecta de alto deshoje y presenta alta producción de caña y alta sacarosa. Es uniforme en maduración y recomendable para la cosecha mecanizada.

La información de la serie CC 93 es escasa. La mayoría de variedades de esta serie tienen excelentes contenidos de sacarosa, producción de caña moderada, son erectas y tienen alto deshoje. Se destaca la variedad CC 93-3826 por su buen comportamiento en suelos húmedos de los ingenios Incauca y La Cabaña.

La información disponible en la serie CC 94, al igual que en la serie anterior, es aún escasa. Se destacan las variedades CC 94-5446 por su alta producción de caña, alto contenido de sacarosa y buen deshoje. La variedad CC 94-5827 por su excelente comportamiento en el Ingenio Manuelita, con alta producción de caña, alta sacarosa y buen deshoje.

Referencias bibliográficas

- Carbonell G, J.; Amaya E, A; Ortiz U, B.V.; Torres, J.S.; Quintero D, R.; Isaacs E, C.H. Zonificación agroecológica para el cultivo de la caña de azúcar en el valle del río Cauca. Tercera aproximación. Cali, CENICAÑA, 2001. 59p. (Serie Técnica, no.29)
- Posada C., C.; Palma Z., A. Comportamiento comercial de la caña de azúcar cosechada en el valle del río Cauca y censo de variedades, 2001. Cali, CENICAÑA. 2002. 46p. (Serie Informativa no.19)
- Quintero D, R. Variedades RD 75-11, CC 87-434 y CC 87-409. Adaptación y respuesta al nitrógeno en dos suelos arcillosos ácuicos. Carta Trimestral CENICAÑA (Colombia). v.23, nos.3 y 4, p.12-15. 2001
- Ranjel J, H.; Viveros V, C.A.; Moreno G, C.A.; Victoria K, J.I.; Angel S, J.C. Evaluación regional de variedades: análisis de los resultados de dos cortes. Carta Trimestral CENICAÑA (Colombia). v.23, no.2, p.17-23. 2001
- Victoria K, J.I.; Ranjel J, H.; Viveros V, C.A. Obtención de nuevas variedades para la industria azucarera colombiana. Carta Trimestral CENICAÑA (Colombia). v.24, no.1, p.5-11. 2002
- Viveros V, C.A.; Cassalet D, C.; Amaya E, A. Variedades de caña de azúcar con alta concentración de sacarosa: avances del proceso de selección. Carta Trimestral CENICAÑA (Colombia). v.23, no.2, p.24-26. 2001
- Viveros V, C.A.; Victoria K, J.I.; Bohorquez, J.; Palma Z, A.; Morales, A.; Larrahondo A, J.E.; Posada C, C.; Villegas T, F. Evaluación semicomercial de la variedad CC 89-2000 en el Ingenio Mayagüez. Carta Trimestral CENICAÑA (Colombia). v.23, nos.3 y 4, p.16-19. 2001

**Documentos
completos disponibles
en la sección
Publicaciones en
www.cenicana.org**



Grupos de transferencia de tecnología con el enfoque de agricultura específica por sitio

Camilo H. Isaacs E. *
Paula Uribe Jaramillo **

Los Grupos de Transferencia de Tecnología (GTT) están integrados por cañicultores con intereses comunes, quienes se asocian para intercambiar información tecnológica y de manejo administrativo de las unidades productivas, generar cambios, fortalecer los canales de comunicación, autocapacitarse en los diferentes niveles y temas, gestionar recursos para proyectos de desarrollo, mejorar la rentabilidad y estrechar vínculos sociales, entre otros fines.



Introducción

En CENICAÑA, desde hace algunos años los trabajos de investigación se orientan hacia la agricultura específica por sitio (AEPS), un enfoque que consiste en desarrollar y adaptar tecnologías agrícolas específicas de acuerdo con las características y condiciones particulares de los sitios dedicados a la producción con el fin de optimizar los niveles de productividad y rentabilidad y contribuir con la conservación del medio ambiente.

Con esta orientación nos hemos ocupado en caracterizar con alto nivel de precisión la posición geográfica de la cartografía relacionada con las unidades productivas de caña de azúcar en el valle del río Cauca, las condiciones de los suelos presentes en cada suerte, el clima predominante que afecta el cultivo durante cada período y las condiciones socioeconómicas de los productores de caña de azúcar.

Lo anterior demanda de la transferencia de tecnología en CENICAÑA un conjunto de acciones diseñadas para atender las necesidades tecnológicas actuales y potenciales de los diferentes segmentos de cañicultores. Dichas acciones se encuentran definidas en planes de mercadeo y en programas de comunicación técnica interactiva adecuados según los recursos y las capacidades del Centro.

Con este criterio, en octubre de 2001 se inició el proyecto Grupos de Transferencia de Tecnología (GTT) como una metodología de comunicación grupal que permite abordar de manera más individualizada a los cultivadores de caña de azúcar aportantes al Centro.

El proyecto busca contribuir con el mejoramiento de la competitividad del sector azucarero, difundiendo y promoviendo el uso de prácticas adecuadas a las condiciones específicas de cada finca.

* Ingeniero Agrónomo; Jefe del Servicio de Cooperación Técnica y Transferencia de Tecnología (SCTT). CENICAÑA. <chisaacs@cenicana.org>

** Ingeniera Agrónoma; Servicio de Cooperación Técnica y Transferencia de Tecnología (SCTT). CENICAÑA. <pturibe@cenicana.org>

Metodología

La metodología de trabajo tiene un enfoque participativo que integra la investigación, la transferencia de tecnología y la actividad productiva en un proceso continuo e interactivo de comunicación, ofreciendo información de apoyo para la toma de decisiones de adopción de las tecnologías.

Comprende las siguientes acciones diseñadas para atender las necesidades tecnológicas actuales y potenciales de los cañicultores:

- Inicialmente se conforman grupos de cañicultores de un mismo ingenio cuyas unidades productivas pertenezcan en su mayoría a la misma zona agroecológica.
- Con cada grupo se hace un taller de diagnóstico con el propósito de realizar una caracterización de base y determinar tanto los niveles de adopción de tecnología como las percepciones de los cañicultores sobre la problemática tecnológica que enfrentan en la producción. De esta manera se establecen indicadores de gestión para evaluar en el tiempo el avance del proceso de transferencia tecnológica.
- Una vez se termina el diagnóstico, CENICAÑA, el ingenio y los proveedores analizan y acuerdan el paquete tecnológico por impulsar en las zonas agroecológicas de cada grupo conformado, con el enfoque de agricultura específica por sitio.
- Finalmente se elabora un programa de eventos que incluye días de campo y mesas de discusión para analizar los temas relacionados con cada una de las tecnologías definidas previamente en el taller de diagnóstico.

Cada evento se realiza en la finca del agricultor líder en el tema. Durante la jornada, el cañicultor anfitrión expone su experiencia con la tecnología, así como los costos y los resultados derivados de usarla en términos de productividad y rentabilidad; explica cómo realiza el control de calidad de las labores y comunica sus percepciones y experiencias sobre el efecto ambiental debido a la práctica.

A continuación, los técnicos del ingenio y los investigadores de CENICAÑA presentan las experiencias alrededor del tema, los avances y los resultados de la investigación realizada. Para finalizar, todos participan en una mesa de discusión con el propósito de analizar las experiencias, definir en conjunto las necesidades de investigación e identificar las tecnologías que el grupo considera deben ser objeto de validación en las condiciones de producción de sus zonas agroecológicas.

Cada año se producen las memorias sobre las actividades en los días de campo como un documento de trabajo que contiene los resultados y las presentaciones, las actas de las mesas de discusión, así como las conclusiones y recomendaciones de cada grupo.

Este proyecto involucra un seguimiento para medir los indicadores de gestión y evaluar en el corto plazo los avances en la adopción de las tecnologías en las unidades de producción de los proveedores y los ingenios. En el mediano plazo se evalúan los cambios en los indicadores de productividad y rentabilidad de las unidades productivas y se alimentan con información precisa los procesos de investigación y desarrollo tecnológico.

En octubre de 2001 se inició en el Ingenio Risaralda el proyecto piloto mediante la formación de tres grupos de transferencia de tecnología con los proveedores de caña, y a partir de 2002 se formaron grupos similares en los ingenios Manuelita y Providencia (Figura 1).

Ingenio Risaralda

En los GTT del Ingenio Risaralda participan los ingenieros agrónomos jefes de zona y 57 productores de caña que tienen a su cargo la toma de decisiones técnicas y administrativas en 7500 hectáreas. Hasta noviembre de 2002 se habían realizado 30 días de campo, 10 con cada grupo, sobre los temas siguientes:

- Cosecha y manejo de residuos.
- Registros e informática.
- Semilleros y variedades.
- Manejo de maduradores.

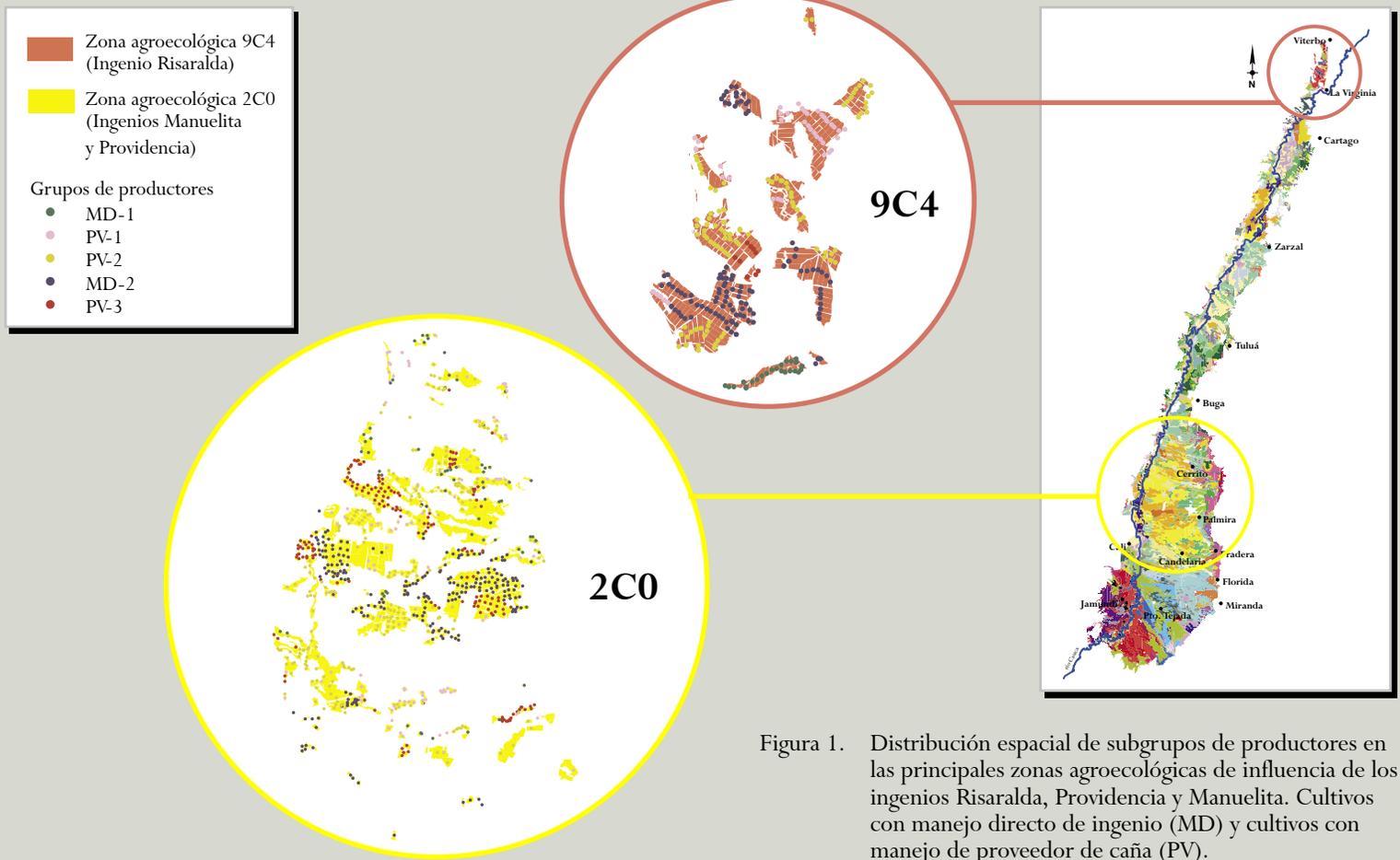


Figura 1. Distribución espacial de subgrupos de productores en las principales zonas agroecológicas de influencia de los ingenios Risaralda, Providencia y Manuelita. Cultivos con manejo directo de ingenio (MD) y cultivos con manejo de proveedor de caña (PV).

- Diseño, adecuación y preparación de campo.
- Riego y drenaje.
- Balance hídrico y manejo administrativo del riego.
- Control de malezas.
- Análisis de suelos y fertilización.

De acuerdo con la evaluación de seguimiento, los principales logros en el Ingenio Risaralda han sido:

- Fomento y aplicación de la agricultura específica por sitio en el manejo de las unidades productivas.
- Ejecución del estudio detallado de suelos en el 100% del área cultivada.
- Mayor conocimiento del convenio de producción limpia y aplicación de tecnologías para el cumplimiento del mismo.
- Adopción de tecnologías para ubicación de variedades, diseño de campos y nuevas prácticas agronómicas.
- Motivación para compartir información técnica y económica.
- Iniciativas de uso de sistemas de presupuestos

y costos.

- Fortalecimiento de las relaciones ingenio–proveedor.
- Integración de CENICAÑA con técnicos del ingenio y los cultivadores.
- Acciones para el mejoramiento del control de calidad de las labores de campo, dirigidas a contratistas y administradores de fincas.



Proveedores de los GTT del Ingenio Risaralda asistieron en gran número al Ingenio Manuelita donde se realizó un día de campo para compartir experiencias e inquietudes en torno a la cosecha de la caña en verde y el manejo de los residuos en el campo.

Ingenios Manuelita y Providencia

En cada uno de estos ingenios se conformaron tres GTT con la participación de los profesionales de campo, 82 productores de caña del Ingenio Manuelita y 124 del Ingenio Providencia que tienen a su cargo la toma de decisiones técnicas y administrativas en 18,000 y 12,000 hectáreas, respectivamente.

En cada grupo se llevaron a cabo talleres de diagnóstico para la caracterización de base y la definición de una matriz de prioridades con el fin de identificar la problemática tecnológica y administrativa que enfrentan con mayor frecuencia los cañicultores en el manejo de sus unidades productivas.

Los temas prioritarios fueron:

- Manejo de residuos de la cosecha en verde.
- Manejo de aguas.
- Manejo de suelos y fertilización.
- Compactación de suelos.
- Variedades y su manejo.
- Costos de producción.
- Uso de maduradores.

De acuerdo con los principios de la agricultura específica por sitio se promovió el desarrollo de un proyecto asociativo para la ejecución del estudio detallado de suelos en el área de influencia de cada ingenio.

Mediante un análisis participativo entre agrónomos de cada ingenio e investigadores de CENICAÑA se definieron los paquetes tecnológicos de manejo agronómico, incluyendo variedades de caña, por impulsar en cada grupo de acuerdo con las zonas agroecológicas de influencia.

Finalmente se elaboraron los programas de eventos técnicos que se llevarán a cabo a partir de enero de 2003 para abordar los temas definidos como prioritarios en cada grupo.

Tal como se ha previsto con el Ingenio Risaralda, CENICAÑA cooperará de forma directa durante dos años con los grupos de transferencia de tecnología en los ingenios Manuelita y Providencia.



Taller de diagnóstico en los ingenios Manuelita (arriba) y Providencia (abajo). El propósito es realizar una caracterización de base y determinar los niveles de adopción de las tecnologías y las percepciones de los cañicultores sobre la problemática tecnológica que enfrentan en la producción. De acuerdo con las prioridades de cada grupo se programan las actividades de divulgación y transferencia.

Referencias bibliográficas

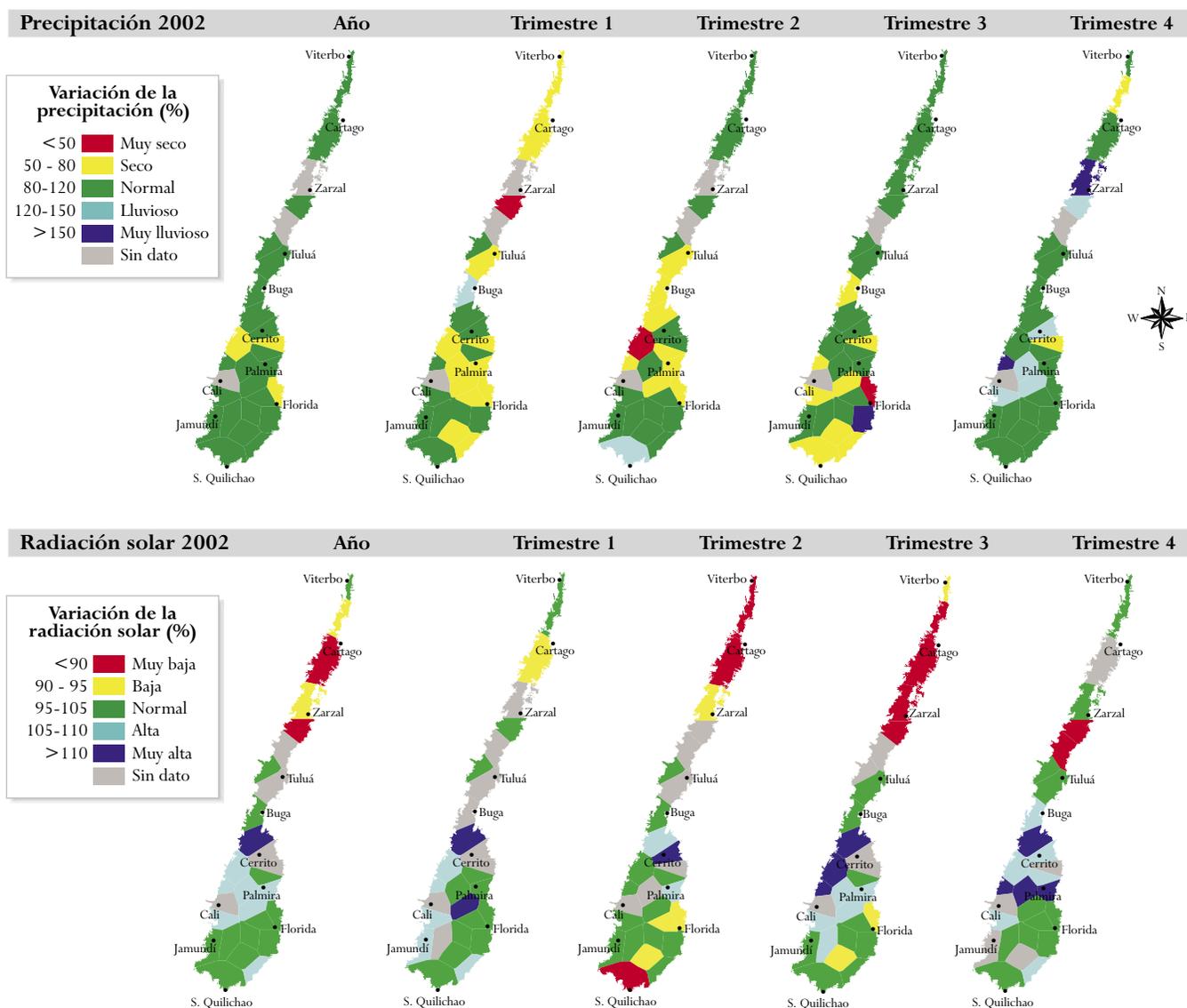
- Isaacs Echeverry, C.H.; Carrillo Camacho, V.E. Estudio del cliente de la nueva tecnología de CENICAÑA. Informe Final. Contrato COLCIENCIAS-CENICAÑA. Código 2214-07-336-95. Cali, CENICAÑA, 2002. 79 p.
- Carbonell G, J.; Amaya E, A; Ortiz U, B.V.; Torres, J.S.; Quintero D, R.; Isaacs E, C.H. Zonificación agroecológica para el cultivo de la caña de azúcar en el valle del río Cauca. Tercera aproximación. Cali, CENICAÑA, 2001. 59p. (Serie Técnica, no.29)

El clima en el valle del río Cauca durante 2002

Enrique Cortés B.

El 2002 en el valle del río Cauca se constituyó, en términos generales, en un año con lluvias normales, 92% de la media climatológica anual para la región (1137 *versus* 1235 mm), con una radiación solar media diaria tan sólo un poco por encima de su valor medio climatológico anual (414 vs. 411 cal/cm²xdía), temperatura media del aire 0.3 °C mayor que la media anual multianual (23.4 vs. 23.1 °C), oscilación media diaria de la temperatura bastante alta respecto al valor medio climatológico (11.2 vs. 10.8 °C) y humedad relativa prácticamente igual a su valor medio multianual (82 vs. 83 %).

Los mapas muestran la variación de la precipitación y la radiación solar en el valle durante 2002 con respecto a los promedios anuales y trimestrales multianuales para el período 1994-2002, de acuerdo con los registros de las estaciones que conforman la Red Meteorológica Automatizada del sector azucarero. En las páginas siguientes se presentan los datos anuales y semestrales por estación. Las convenciones señalan si los valores fueron altos, normales o bajos con respecto a las medias multianuales para el período 1994-2002.



* Meteorólogo de CENICAÑA <cortés@cenicana.org>

Año 2002

Red Meteorológica Automatizada del Sector Azucarero Colombiano

Estación	Temperatura (°C)						Humedad relativa (%)	Precipitación	ETP x PENMAN	Radiación solar
	Mínima		Media 12 meses	Máxima		Oscilación media diaria		Acumulado en 12 meses (mm)	(mm)	Media diaria (cal/cm ² x día)
	Absoluta	Media		Media	Absoluta					
Viterbo	14.3	18.4	23.2	30.6	36.3	12.2	82	1648.9	1469.6	416.3
Risaralda	15.4	19.0	23.6	30.8	35.4	11.8	77	1631.0	1413.5	398.9
Cartago	14.8	19.2	23.9	31.2	35.8	12.0	79	1153.5	* s/d	401.0
Zarzal	14.5	18.6	23.7	31.1	37.5	12.5	81	* s/d	* s/d	394.9
La Paila	16.3	19.3	23.7	30.8	34.5	11.4	80	1189.1	* s/d	336.3
Bugalagrande	* s/d	18.7	23.7	30.9	* s/d	12.3	78	* s/d	* s/d	* s/d
Riofrío	15.7	18.7	23.4	30.5	34.2	11.8	78	1217.4	* s/d	400.7
Tuluá	15.5	18.8	23.2	29.7	33.2	10.9	82	965.8	* s/d	* s/d
Yotoco	15.3	18.9	23.6	30.0	33.4	11.1	75	931.3	* s/d	428.1
Guacarí	15.6	19.2	23.7	30.1	33.7	11.0	83	823.8	2526.4	489.3
Ginebra	* s/d	* s/d	* s/d	* s/d	* s/d	* s/d	* s/d	1001.2	* s/d	* s/d
Amaime	* s/d	* s/d	* s/d	* s/d	* s/d	* s/d	* s/d	841.5	* s/d	* s/d
San Marcos	16.6	19.4	23.9	30.2	33.4	10.8	85	623.1	2450.9	470.1
Palmira - La Rita	15.5	18.7	22.9	29.2	32.9	10.9	88	916.3	1681.8	412.3
Arroyohondo	15.6	19.0	23.8	29.9	34.2	10.9	81	885.6	* s/d	402.3
Palmira - S. José	15.3	18.7	23.4	29.8	34.8	11.1	74	855.1	* s/d	400.9
Aeropuerto	15.0	18.9	23.6	30.2	34.0	11.3	82	840.0	* s/d	457.1
Base Aérea	* f/s	* f/s	* f/s	* f/s	* f/s	* f/s	* f/s	* f/s	* f/s	* f/s
Candelaria	15.4	18.8	23.3	29.9	34.2	11.1	79	809.2	2144.6	455.3
Pradera	15.7	18.6	22.9	29.3	33.5	10.7	78	767.0	1438.3	373.3
Meléndez	14.2	19.0	23.5	30.0	35.0	11.0	80	1233.9	2554.5	453.7
Cenicaña	16.3	19.2	23.4	29.4	33.0	10.2	80	1005.0	1510.2	397.5
Jamundí	14.1	18.9	23.6	30.4	34.5	11.5	84	1404.7	1508.6	425.7
Bocas del Palo	14.0	18.9	23.3	30.0	34.5	11.1	79	1529.7	* s/d	410.9
Ortígal	15.7	18.9	23.3	29.8	33.7	10.8	90	1259.3	* s/d	410.8
Miranda	15.5	18.7	23.0	29.6	33.7	11.0	89	1350.5	1448.7	420.1
Naranjo	14.3	18.7	23.0	29.4	34.2	10.7	90	1344.5	* s/d	396.7
Corinto	15.8	18.9	23.0	28.6	33.3	9.6	* s/d	1748.6	1540.2	399.8
Santander de Q.	13.1	18.7	23.3	29.8	35.2	11.0	89	1591.2	1333.1	380.6
Mínima	13.1	18.4	22.9	28.6	32.9	9.6	74	623.1	1333.1	336.3
Media	15.2	18.9	23.4	30.0	34.3	11.2	82	1137.2	1770.8	413.9
Máxima	16.6	19.4	23.9	31.2	37.5	12.5	90	1748.6	2554.5	489.3
Total								29567.2	23020.4	9932.6

Convenciones

Alto										
Normal										
Bajo										

Con negrilla: dato incompleto

* s/d: sin dato

* f/s: fuera de servicio

Semestre 1 de 2002

Red Meteorológica Automatizada del Sector Azucarero Colombiano

Estación	Temperatura (°C)						Humedad relativa (%)	Precipitación	ETP x PENMAN	Radiación solar
	Mínima		Media 6 meses	Máxima		Oscilación media diaria		Acumulado en 6 meses (mm)	(mm)	Media diaria (cal/cm ² x día)
	Absoluta	Media		Media	Absoluta					
Viterbo	14.3	18.5	23.2	30.7	36.3	12.2	83	833.4	702.4	410.7
Risaralda	15.7	19.1	23.7	30.7	34.7	11.6	83	801.5	699.0	372.6
Cartago	16.6	19.4	23.8	30.6	35.1	11.2	81	549.3	* s/d	399.7
Zarzal	* s/d	* s/d	* s/d	* s/d	* s/d	* s/d	* s/d	* s/d	* s/d	* s/d
La Paila	16.3	19.2	23.8	31.0	34.1	11.8	84	508.2	* s/d	391.8
Bugalagrande	* s/d	* s/d	* s/d	* s/d	* s/d	* s/d	* s/d	* s/d	* s/d	* s/d
Riofrío	15.7	18.8	23.7	30.9	34.2	12.1	77	659.8	* s/d	393.5
Tuluá	15.9	18.8	23.2	29.7	33.2	10.9	85	468.8	1237.9	* s/d
Yotoco	* s/d	* s/d	* s/d	* s/d	* s/d	* s/d	* s/d	536.8	* s/d	* s/d
Guacarí	15.6	19.2	23.7	30.2	33.6	11.0	83	416.5	1227.4	480.1
Ginebra	* s/d	* s/d	* s/d	* s/d	* s/d	* s/d	* s/d	536.9	* s/d	* s/d
Amaime	* s/d	* s/d	* s/d	* s/d	* s/d	* s/d	* s/d	507.0	* s/d	* s/d
San Marcos	16.6	19.3	23.8	30.1	33.4	10.8	85	280.6	1251.5	457.7
Palmira - La Rita	16.1	18.6	22.8	28.7	32.7	11.0	89	483.4	797.5	393.1
Arroyohondo	15.6	19.0	23.5	29.4	33.2	10.5	82	421.5	* s/d	382.7
Palmira - S. José	15.6	18.9	23.5	29.8	34.8	10.9	* s/d	416.7	* s/d	382.1
Aeropuerto	* s/d	* s/d	* s/d	* s/d	* s/d	* s/d	* s/d	419.7	* s/d	* s/d
Base Aérea	* f/s	* f/s	* f/s	* f/s	* f/s	* f/s	* f/s	* f/s	* f/s	* f/s
Candelaria	15.5	18.8	23.2	29.7	33.0	11.0	85	372.7	1069.5	455.0
Pradera	15.8	18.4	22.7	29.1	32.4	10.7	83	384.0	688.1	377.6
Meléndez	15.7	18.9	23.3	29.6	33.2	10.7	85	685.9	1262.9	445.0
Cenicaña	16.3	19.3	23.4	29.2	32.1	9.9	80	485.2	748.3	396.2
Jamundí	14.1	19.1	23.7	30.4	33.3	11.3	89	802.6	806.7	427.7
Bocas del Palo	* s/d	* s/d	* s/d	* s/d	* s/d	* s/d	* s/d	870.2	* s/d	* s/d
Ortugal	16.3	18.9	23.1	29.4	32.7	10.5	92	737.3	* s/d	406.0
Miranda	15.6	18.8	22.9	29.4	32.8	10.7	90	728.2	724.0	422.1
Naranjo	15.4	18.6	22.9	29.2	32.7	10.6	90	774.9	1010.8	388.4
Corinto	15.8	18.9	22.8	28.4	31.8	9.5	85	974.8	794.0	398.7
Santander de Q.	15.1	18.9	23.2	29.7	35.2	10.8	90	1006.0	680.8	368.8
Mínima	14.1	18.4	22.7	28.4	31.8	9.5	77	280.6	680.8	368.8
Media	15.7	18.9	23.3	29.8	33.5	10.9	85	602.4	913.4	407.5
Máxima	16.6	19.4	23.8	31.0	36.3	12.2	92	1006.0	1262.9	480.1
Total								15661.9	13700.8	8149.3

Convenciones

Alto										
Normal										
Bajo										

Con negrilla: dato incompleto

* s/d: sin dato

* f/s: fuera de servicio

Semestre 2 de 2002

Red Meteorológica Automatizada del Sector Azucarero Colombiano

Estación	Temperatura (°C)						Humedad relativa (%)	Precipitación	ETP x PENMAN	Radiación solar
	Mínima		Media 6 meses	Máxima		Oscilación media diaria		Acumulado en 6 meses		Media diaria
	Absoluta	Media		Media	Absoluta			(mm)		
Viterbo	14.3	18.4	23.1	30.6	35.2	12.2	81	815.5	767.2	421.8
Risaralda	15.4	18.9	23.6	31.0	35.4	12.1	71	829.5	714.5	425.3
Cartago	* s/d	18.8	24.2	32.0	* s/d	13.2	76	604.2	* s/d	402.9
Zarzal	14.5	18.4	23.7	31.4	37.5	13.0	81	610.4	1071.4	403.6
La Paila	16.4	19.4	23.6	30.5	34.5	11.1	76	680.9	* s/d	291.8
Bugalagrande	15.2	18.7	23.6	30.9	35.3	12.2	78	* s/d	791.8	238.8
Riofrío	* s/d	18.6	23.2	30.1	* s/d	11.5	79	557.6	* s/d	409.6
Tuluá	15.5	18.8	23.2	29.8	33.2	10.9	78	497.0	* s/d	457.8
Yotoco	15.3	18.9	23.8	30.4	33.4	11.4	74	394.5	798.0	441.0
Guacarí	15.7	19.2	23.7	30.1	33.7	10.9	83	407.3	1299.0	498.5
Ginebra	* s/d	* s/d	* s/d	* s/d	* s/d	* s/d	* s/d	464.3	* s/d	* s/d
Amaime	* s/d	18.9	23.1	29.5	* s/d	10.7	79	334.5	* s/d	* s/d
San Marcos	16.6	19.4	24.0	30.3	33.2	10.9	85	342.5	1199.4	482.4
Palmira - La Rita	15.5	18.8	23.1	29.7	32.9	10.9	88	432.9	884.3	431.4
Arroyohondo	15.8	19.0	24.0	30.3	34.2	11.3	80	464.1	833.2	418.6
Palmira - S. José	15.3	18.6	23.2	29.8	34.4	11.3	73	438.4	730.6	419.7
Aeropuerto	15.0	18.9	23.7	30.4	34.0	11.4	82	420.3	948.1	468.4
Base Aérea	* f/s	* f/s	* f/s	* f/s	* f/s	* f/s	* f/s	* f/s	* f/s	* f/s
Candelaria	15.4	18.9	23.4	30.1	34.2	11.2	73	436.5	1075.1	455.6
Pradera	15.7	18.7	23.2	29.5	33.5	10.8	73	383.0	750.2	369.0
Meléndez	14.2	19.0	23.7	30.4	35.0	11.4	74	548.0	1291.6	462.4
Cenicaña	16.6	19.2	23.4	29.6	33.0	10.4	80	519.8	761.9	398.9
Jamundí	15.0	18.7	23.5	30.3	34.5	11.7	79	602.1	701.9	* s/d
Bocas del Palo	14.0	18.8	23.4	30.5	34.5	11.7	76	659.5	758.3	426.0
Ortugal	15.7	18.9	23.4	30.1	33.7	11.1	88	522.0	796.8	414.8
Miranda	15.5	18.6	23.0	29.9	33.7	11.3	89	622.3	724.7	418.2
Naranjo	14.3	18.8	23.2	29.6	34.2	10.9	89	569.6	* s/d	* s/d
Corinto	16.2	18.9	23.2	28.7	33.3	9.8	* s/d	773.8	746.2	400.9
Santander de Q.	13.1	18.6	23.3	29.8	34.4	11.2	88	585.2	652.3	392.5
Mínima	13.1	18.4	23.0	28.7	32.9	9.8	71	334.5	652.3	238.8
Media	15.3	18.8	23.5	30.2	34.2	11.4	80	537.6	871.3	414.6
Máxima	16.6	19.4	24.2	32.0	37.5	13.2	89	829.5	1299.0	498.5
Total								14515.7	18296.5	9949.9

Convenciones

Alto										
Normal										
Bajo										

Con negrilla: dato incompleto

* s/d: sin dato

* f/s: fuera de servicio



cenicaña
XXV AÑOS
1977-2002
Celebración



Con la bandera de Colombia en alto recibimos a nuestros invitados

En un acto hermoso, solemne, celebramos el cumpleaños número 25 de CENICAÑA, el Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia.

El 6 de septiembre de 2002 recibimos el día con las palabras de Monseñor Hector Gutiérrez Pabón, Obispo de Chiquinquirá:

“Mientras tengamos empresas como CENICAÑA no se pierden las esperanzas. Mientras haya industriales como los industriales del Valle conseguiremos la paz. Mientras haya muchachos y muchachas que no quieran abreviar su sed en las aguas de la muerte y de la violencia tendremos vida. Por eso démosle gracias a Dios por lo que Él nos ha querido regalar en el Valle”.

En comunión, ausentes y presentes sentimos la exaltación del espíritu por el trabajo bien hecho. Un proyecto hecho realidad gracias a la unidad del sector productivo. Un sector productivo con visión de futuro, con respeto y responsabilidad social.

La Gobernación del Departamento del Valle del Cauca, en cabeza de su representante Germán Villegas Villegas, reconoció la labor de CENICAÑA y le otorgó a la institución la medalla que simboliza la Orden al Mérito Vallecaucano en la categoría al Mérito Científico y en el grado de Caballero.

Luego, con aplausos de amistad y alegría felicitamos a quienes han dedicado su vida laboral al servicio del sector azucarero, personas con más de 20 años en CENICAÑA.

Logros y perspectivas fueron señalados por Juan José Lülle Suárez y Alvaro Amaya Estévez, presidente de la junta directiva y director general, quienes además tomaron la vocería para rendir homenaje a aquellas personas que hicieron posible el establecimiento del centro de investigación.

De nuevo, ausentes y presentes sentimos la exaltación del espíritu por el trabajo bien hecho:

“En la celebración de sus 25 años, CENICAÑA rinde homenaje a los doctores Rodrigo Escobar Navia (q.e.p.d.) y Luis Ernesto Sanclemente Crespo (q.e.p.d.) por su importante gestión y su generosa cooperación en las diferentes etapas de la vida del Centro. Al doctor Alberto Bernal Correa, por su contribución y aporte a la fundación y desarrollos del Centro.

Al doctor Alvaro Navia Prado, por su contribución y aporte a la fundación del Centro. Al doctor Armando Samper Gnecco, por una vida dedicada a forjar instituciones y muy especialmente por el empeño en hacer de CENICAÑA un centro de investigación de calidad que responda eficientemente a las expectativas del sector azucarero colombiano”.

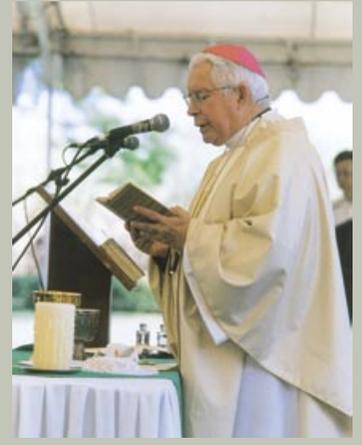
Continuamos con el mensaje del señor ministro de Agricultura, Carlos Gustavo Cano Sáenz, quien expresó:

“Celebrar los 25 años de una institución de excelencia en Colombia como es CENICAÑA representa, para quien circunstancialmente está -como suele decir nuestro Presidente Uribe- prestado este cuartico de hora en el Gobierno Nacional, el más grande homenaje personal y el más grande motivo de orgullo y de satisfacción. CENICAÑA es un regalo del Valle del Cauca para Colombia y, en estas horas difíciles que no tienen precedentes en la historia reciente de la nación, tiene que significar el más grande estímulo, el más grande fomento y el más firme apoyo a la autoestima de los vallecaucanos y de los colombianos. Es un ejemplo que además de producir una satisfacción muy justa a sus forjadores, les impone el deber social de abrir este modelo, predicarlo y mostrarlo ante el resto de los conciudadanos”.

Finalmente, de acuerdo con la política institucional de mantener una muestra viva a la entrada del Centro de las variedades que han marcado hitos en la evolución de la industria azucarera en Colombia, se llevó a cabo la siembra de las variedades OTAHEITI y CC 85-92, las cuales comparten ahora el espacio con las variedades POJ 2878, CP 57 603 y MZC 74-275.

Un brindis y los acordes de guitarras y voces conocidas ambientaron las ocasiones de encuentro esta mañana del 6 de septiembre de 2002 en nuestra Estación Experimental.

Con la bandera de Colombia en la solapa y una reseña de CENICAÑA en la memoria, despedimos con gratitud a todos los asistentes. Las imágenes cuentan la historia.



DAMOS GRACIAS A

Dios. Monseñor Hector Gutiérrez Pabón, Obispo de Chiquinquirá, expresó sabiduría y anhelos durante su sermón.



EL TRABAJO BIEN HECHO. Alberto Bernal Correa (izquierda) y Alvaro Navia Prado (arriba) actuaron como representantes de la industria en la Comisión Nacional Azucarera que durante 1977 trabajó en la creación del centro de investigación por parte de Asocaña. Con aplausos de gratitud celebramos la entrega de los pergaminos de reconocimiento que en nombre de CENICAÑA hizo Juan José Lülle Suárez a cada uno de ellos.





UN HOMENAJE CON MUCHOS ADEPTOS. Armando Samper Gnecco recibe de manos de Juan José Lülle Suárez un pergamino, símbolo de gratitud por sus contribuciones al desarrollo de la capacidad científica de Colombia. Primer director general de CENICAÑA y actual director emérito, fue uno de los personajes en esta celebración. En la fotografía lo acompaña su esposa Jean, quien diseñó los jardines originales de la Estación Experimental y en estos 25 años ha sido una guía permanente en la materia.



De izquierda a derecha: Liliana Ma. Calero Salazar, química vinculada a CENICAÑA desde 1982; Guadalupe Bustamante Alvarez, jefe del Servicio de información y documentación, vinculada desde 1979; Patricia Quintero de Bórresen, secretaria del programa de variedades 1980-1987 y secretaria de la oficina de enlace en Cali a partir de 1999; y Miriam Rojas Quintero, tecnóloga del laboratorio de química en el área de análisis de caña desde 1981, departen alegremente con Armando Samper.



Nohra Pérez Castillo, directora administrativa desde 1979, y Camilo H. Isaacs Echeverry, superintendente de la estación experimental 1980-1990 y jefe del Servicio de cooperación técnica y transferencia de tecnología a partir de 1990, dos personas siempre cercanas al doctor Samper.



SIEMBRA DE VARIEDADES. Clímaco Cassalett Dávila (izquierda), director del Programa de investigación en variedades entre 1982 y 1998, y Carlos Gustavo Cano Sáenz (arriba), ministro de Agricultura, nos concedieron el honor de participar en la siembra de dos variedades líderes en la evolución de la industria azucarera en Colombia: OTAHEITI y CC 85-92.



TRES ETAPAS EN LA DIRECCIÓN DEL CENTRO.

Armando Samper Gnecco (centro), 1978-1989; James H. Cock (izquierda), 1990-2000; Alvaro Amaya Estévez (derecha), director general de CENICAÑA desde agosto de 2000.



LOS EQUIPOS DE INVESTIGACIÓN.

Investigadores, auxiliares, prácticos agrícolas, trabajadores de campo, estudiantes y administradores de CENICAÑA compartieron con orgullo y compromiso la celebración de los 25 años de la institución.



MEMORIA. En la memoria perdura el recuerdo de Guillermo Ramírez Romero (q.e.p.d), una persona importante en la historia de CENICAÑA. Innovador y cooperador generoso, miembro de la junta directiva y presidente del comité de programas en los primeros años, su gestión fue decisiva durante el proceso de adquisición de los terrenos donde actualmente se encuentra la Estación Experimental.



Días de campo

Entre el 26 de agosto y el 13 de septiembre de 2002 se llevaron a cabo siete días de campo en la Estación Experimental de CENICAÑA con motivo del aniversario de la institución. Los invitados, proveedores de caña y técnicos de los ingenios azucareros, tuvieron la oportunidad de compartir los avances y las proyecciones de la investigación en las principales áreas de intervención del Centro.

La dinámica de los eventos comenzó en el auditorio principal de la Estación Experimental en San Antonio de los Caballeros (Florida, Valle del Cauca) y se desarrolló durante un recorrido de campo por las estaciones temáticas.

PROGRAMA

- Logros y proyecciones de CENICAÑA
- Base de datos bibliográfica en www.cenicana.org
- Espaciamiento de los surcos para la cosecha en verde
- Respuesta de la caña al riego, en producción
- Manejo de residuos de cosecha
- Sistema CeniAD para determinación de la sacarosa en la caña
- Laboratorio móvil de procesos de fábrica
- Obtención de variedades CENICAÑA Colombia (CC)
- Manejo de semilleros
- Diagnóstico de enfermedades de la caña de azúcar
- Evaluación de variedades al ataque de pulgón amarillo, *Sipha flava*
- Cultivo de hongos comestibles utilizando los residuos de la cosecha de caña como sustrato
- Variedades de caña de azúcar a través del tiempo





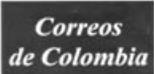
SEÑOR CAÑICULTOR

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

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

Rte/ Servicio de Cooperación Técnica y
Transferencia de Tecnología- CENICAÑA
Calle 58 norte N° 3BN-110
Cali, Colombia

buzon@cenicana.org



ADPOSTAL
Llegamos a todo el mundo!



Llame gratis a nuestras nuevas
líneas de atención al cliente

018000-915525
018000-915503

Visite nuestra página web
www.adpostal.gov.co