

**cenicaña 25 años**



**Informe Anual 2002**

**Publicación CENICAÑA**  
ISSN 0120-5854

**Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia. Cali. 2003.**  
**Informe Anual 2002. Cali, CENICAÑA. 100p.**

**PRODUCCIÓN EDITORIAL**  
**Servicio de Cooperación Técnica y Transferencia de Tecnología**

**DIRECCIÓN POSTAL**  
**Calle 58 norte No. 3BN-110**  
**Cali, Valle del Cauca, Colombia**

**ESTACIÓN EXPERIMENTAL**  
**San Antonio de los Caballeros**  
**Vía Cali-Florida km 26**  
**Tel: (57-2) 260 66 11**  
**Fax: (57-2) 260 78 53**  
**[www.cenicana.org](http://www.cenicana.org)**  
**[buzon@cenicana.org](mailto:buzon@cenicana.org)**

**850 ejemplares**  
**Impreso en Colombia**



Medalla que simboliza la Orden al Mérito Vallecaucano en la categoría al Mérito Científico y en el grado de Caballero. Distinción otorgada al Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia, CENICAÑA, por la Gobernación del Valle del Cauca, el 6 de septiembre de 2002, durante la celebración de los 25 años de la institución.



Estación Experimental, 6 de septiembre de 2002.

# Contenido

- vii Junta Directiva 2002
- viii CENICAÑA es el resultado de un trabajo integral
- x Palabras del Director General
- VALLE DEL RÍO CAUCA**
  - 1 Producción comercial de caña y azúcar, 2002
  - 8 Comportamiento del clima, 2002
- MACROPROYECTOS**
  - 11 Alta sacarosa estable
  - 21 Caña verde
  - 30 Reducción de las pérdidas de sacarosa
    - Proyectos complementarios en fábrica
    - Programa de procesos de fábrica, 1992-2002
  - 44 Mercadeo de tecnología
- SERVICIOS DE APOYO**
  - 55 Análisis económico y estadístico
  - 63 Tecnología informática
  - 65 Información y documentación
  - 66 Cooperación técnica y transferencia de tecnología
  - 69 Laboratorios de análisis
- 73 **ANEXOS**
  - I. Documentos registrados en la base de datos bibliográfica
  - II. Actividades de comunicación técnica y transferencia de tecnología
  - III. Atención de estudiantes, técnicos y productores agropecuarios
  - IV. Participación del personal en actividades de inducción y capacitación
  - V. Ingresos de CENICAÑA 1997-2002
  - VI. Capital humano
  - VII. Jóvenes investigadores
  - VIII. Personal profesional
- 85 **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**
- 86 **SIGLAS Y ABREVIATURAS**



Un valle fértil, colmado de personas visionarias,  
persistentes y trabajadoras.

Un clima benéfico, influido por las corrientes  
del Pacífico sur y por la geografía de las montañas andinas.

Una planta maravillosa, la caña de azúcar,  
productiva y útil en múltiples formas.

Un espíritu de investigación, innovación tecnológica,  
mejoramiento continuo y comunicación.

Una filosofía de responsabilidad social.

**Cenicaña, una historia con futuro.**





# Cenicaña 2002

## JUNTA DIRECTIVA

JUAN JOSÉ LÜLLE SUÁREZ  
Presidente

### PRINCIPALES

JUAN JOSÉ LÜLLE SUÁREZ  
Presidente  
Incauca S.A.

HAROLD CERÓN RODRÍGUEZ  
Asesor  
Ingenios Castilla S.A. y Riopaila S.A.

ADOLFO LEÓN VÉLEZ VÉLEZ  
Gerente General  
Ingenio Manuelita S.A.

DARÍO VALENCIA SOTO  
Gerente General  
Ingenio Pichichí S.A.

RICARDO VILLAVECES PARDO  
Presidente  
ASOCAÑA

RODRIGO VILLEGAS TASCÓN  
Representante de los cultivadores  
afiliados a ASOCAÑA

JOSÉ VICENTE IRIURITA RIVERA  
Presidente Junta Directiva  
PROCAÑA

### SUPLENTES

JORGE SANTIAGO ARANGO FRANCO  
Vicepresidente de Campo  
Incauca S.A.

BERNARDO QUINTERO BALCÁZAR  
Presidente  
Ingenios Castilla S.A. y Riopaila S.A.

EDUARDO VALDERRAMA VARELA  
Gerente General  
Ingenio La Cabaña S.A.

CÉSAR AUGUSTO ARANGO ISAZA  
Gerente General  
Ingenio Risaralda S.A.

MAURICIO IRAGORRI RIZO  
Gerente General  
Ingenio Mayagüez S.A.

BERNARDO SILVA CASTRO  
Representante de los cultivadores  
afiliados a ASOCAÑA

GUIDO MAURICIO LÓPEZ OCHOA  
Vicepresidente Junta Directiva  
PROCAÑA

### INVITADO

ARMANDO SAMPER GNECCO  
Director Emérito  
CENICAÑA

## COMITÉS DE LA JUNTA

### COMITÉ EJECUTIVO

Presidente  
RICARDO VILLAVECES PARDO  
Presidente  
ASOCAÑA

### COMITÉ DE PROGRAMAS

Presidente  
SANTIAGO SALCEDO BORRERO  
Gerente General  
Ingenio Central Timaco S.A.

## COMITÉS DE INVESTIGACIÓN

### CAMPO

Presidente  
JAIME FERNANDO GÓMEZ PEÑA  
Jefe de Tecnología Agrícola  
Ingenio Manuelita S.A.

### COSECHA

Presidente  
JUAN FERNANDO GONZÁLEZ REYES  
Gerente de Cosecha  
Ingenio Central Castilla S.A.

### FÁBRICA

Presidente  
TITO CALDERÓN GONZÁLEZ  
Jefe de Electricidad e  
Instrumentación  
Ingenio Riopaila S.A.

# Cenicaña es el resultado de un trabajo integral



*José Vicente Irurita Rivera,  
presidente de la junta  
directiva de la Asociación  
Colombiana de Productores  
y Proveedores de Caña de  
Azúcar, PROCAÑA.*

**C**ENICAÑA es el mejor testimonio a través de la historia de la agroindustria de la caña de azúcar de que la unión hace la fuerza. Hace cinco lustros nació este gran centro de investigación creado en el Valle del Cauca por los ingenios y los cultivadores ante la imperiosa necesidad de resolver circunstancias adversas que empezaban a presentarse en el desarrollo de la gramínea y que atentaban contra el futuro de nuestra importante industria azucarera.

Veinticinco años después, CENICAÑA ha contribuido no sólo a la creación de una cultura tecnológica dentro del sector, sino que gracias a su labor Colombia es hoy número uno en producción de azúcar por hectárea en el mundo, con tecnología autóctona. Todo lo que se ha obtenido hasta el momento ha sido el resultado del trabajo integral y decidido de todos los integrantes de la industria azucarera, entendiéndonos como un conjunto indisoluble, ingenios y empresarios agrícolas.

La unión alrededor de un objetivo común para nuestro crecimiento y competitividad en el mercado nos muestra que el camino acertado es el de mantener una cohesión buscando fines paralelos. Los años reafirmaron que nuestra existencia y proyección dependen de la conformación de un equipo humano con capacidad de desarrollo armónico y entendimiento mutuo.

Vamos por la dirección acertada con la construcción de la Visión Compartida de la agroindustria azucarera al 2016, un proyecto que ante todo significa el cambio de mentalidad, a través del cual se está construyendo comunidad. En este espacio pretendemos edificar para llegar a acciones donde todas las partes estén involucradas y nuestro gremio cambie de rumbo, pero con unos parámetros comunes.

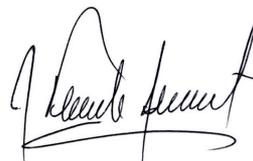
Por ese motivo vale la pena destacar el estudio de McKensey contratado a través de CENICAÑA para prepararnos a todos los integrantes del sector ante las posibles eventualidades que debemos afrontar en los próximos diez años y prever los escenarios en los que nos moveremos. De esta manera tendremos a mano las herramientas para hacer los ajustes necesarios en el momento adecuado y actuaremos con más seguridad y conocimiento. Este paso debemos resaltarle porque es un logro de unión como cadena.

Al celebrar los 25 años de CENICAÑA contamos con un ente maduro que con sus logros ha demostrado los beneficios de su existencia. El Centro es un modelo institucional, que ha contribuido al desarrollo científico del país, con un gran

reconocimiento internacional. Posee todos los elementos para conducirnos por un camino seguro hacia la adopción de tecnologías revolucionarias como la biotecnología, que marcará la diferencia entre aquellos que la tengan y los que no.

Debemos superar las dificultades del diario vivir generando soluciones económicas apropiadas para que nuestro Centro de Investigación cuente con recursos suficientes y se fortalezcan los medios humanos y estructurales para afrontar los nuevos retos que se presentan. Su compromiso sobrepasa los logros en el campo varietal, su responsabilidad se extiende hasta el desarrollo de nuevas tecnologías en los campos agrícola y fabril.

Respondamos como industria al reto que día a día nos presenta la angustia de sobrevivir en un entorno desafiante y por ende exigente, con variables que no están a nuestro alcance pero sí con herramientas que nos permitan aminorar su impacto adverso. Como sector económico fuerte dentro de un contexto nacional tenemos la obligación histórica de mostrar nuestra capacidad de raciocinio en conjunto y concluir que el hoy y el mañana nos exigen una mayor participación. Solamente aceptando que la integración es el mejor camino lograremos obtener resultados óptimos ante un futuro lleno de incertidumbre.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Roberto Pérez'.

# Palabras del Director General



Álvaro Amaya Estévez, Ph.D.  
Director General de CENICAÑA.

Celebramos en el año 2002 un cuarto de siglo de la fundación de CENICAÑA y de apoyo al desarrollo tecnológico por parte de los ingenios y los cultivadores azucareros. La inversión efectuada en investigación durante este tiempo se ha convertido en conocimiento útil para apoyar a la agroindustria en sus procesos de mejoramiento continuo y en su competitividad, con beneficios en el corto, mediano y largo plazo.

En las áreas de las ciencias agrícolas y biológicas, donde se han concentrado principalmente los recursos, los resultados son satisfactorios, como lo muestran la oferta de variedades de caña de azúcar mejoradas, los servicios de sanidad vegetal, el conocimiento de las zonas agroecológicas dedicadas al cultivo y las recomendaciones cada vez más precisas sobre el manejo específico por sitio.

Durante los últimos años, con énfasis en el desarrollo y la adopción de sistemas sostenibles de producción de caña en verde, el Centro ha divulgado nuevas recomendaciones acerca de las mejores tecnologías para el diseño y la adecuación de los campos, el manejo de las aguas de riego y drenaje, el uso sostenible de los suelos y la nutrición de los cultivos, la maduración de la caña, los sistemas de cosecha y el manejo posterior de las plantaciones.

En las áreas de la química y las ingenierías de producción industrial, gracias al trabajo cooperativo con los ingenios hemos logrado reducciones significativas en la cantidad de sacarosa perdida en la cosecha (corte, alce y transporte), los procesos de recepción en la fábrica y la preparación de la caña, así como en extracción y elaboración; logros debidos a la validación y la estandarización de metodologías analíticas limpias de última generación, cuya adopción ha contribuido a precisar los balances químicos, físicos y económicos de la producción de azúcar y energía, y en consecuencia las oportunidades de introducir mejoras o cambios en el proceso.

Para administrar la dinámica del sistema de desarrollo tecnológico, de forma cooperativa con los ingenios se estructuran las bases de datos de la agroindustria y se definen metodologías de análisis económico y estadístico disponibles para el sector productivo y para la investigación. De igual forma, CENICAÑA fortalece continuamente sus sistemas de proyectos, transferencia de tecnología y seguimiento dinámico del cambio técnico, de manera que los donantes y usuarios tienen un papel cada vez más activo en el planteamiento de las necesidades de

investigación, el desarrollo de los proyectos, el análisis y la adopción de los resultados. Con este propósito, la transferencia de conocimientos se coordina mediante estrategias de comunicación personal y grupal, como las consultas directas, las fincas piloto y los grupos de transferencia, y estrategias de divulgación masiva a través de las publicaciones impresas y la página Web.

Entre 1978 y 2002, la productividad en toneladas de azúcar por hectárea y por mes creció el 72% (de 0.64 a 1.10 TAHM) mientras que el porcentaje de azúcar recuperado por cada tonelada de caña molida aumentó el 11.2% (de 10.58% a 11.77%).

Además de las cifras y los comentarios anteriores, es importante destacar el rol de CENICAÑA como catalizador de inquietudes en el sector azucarero, en su papel neutral para ofrecer elementos técnicos de aplicación en las negociaciones contractuales de la industria. También, su papel en la promoción de una cultura de la innovación tecnológica y administrativa, base fundamental para la sostenibilidad y las proyecciones del sector, así como en la capacitación de investigadores, técnicos y cultivadores.

**Una de las actividades estratégicas realizadas en 2002** con los ingenios y los cultivadores fue el análisis sobre los avances obtenidos, el uso de la tecnología disponible y el futuro de la investigación. Con base en los diálogos y las discusiones efectuados se definieron el enfoque futuro de la investigación y las acciones del Centro en el corto, el mediano y el largo plazo.

En el corto plazo, la transferencia de tecnología orientada hacia el desarrollo de la agricultura específica por sitio constituye la primera prioridad, en el marco de una visión en la cual la aplicación y el desarrollo de tecnologías generen un valor económico agregado. Esto involucra el uso de tecnologías más específicas y demanda mayor interacción de ingenios, cultivadores e investigadores. Para el efecto se han introducido ajustes en las proyecciones de mediano-largo plazo de la investigación sobre variedades, manejo agronómico y cosecha de la caña en verde, agricultura específica por sitio y procesos de fábrica.

Los macroproyectos aprobados en el Plan de Investigación Siglo XXI son vigentes, y las prioridades para obtener resultados en el mediano-largo plazo involucran ajustes metodológicos con los siguientes objetivos principales: reducir el tiempo de producción de variedades; ofrecer, para multiplicación comercial, un número mayor de variedades nuevas por año; adelantar estudios fisiológicos que contribuyan a mejorar y estabilizar la producción; incorporar la biotecnología en los procesos de investigación; desarrollar y transferir tecnología para el manejo y el uso de los residuos de cosecha, su recolección y transporte; mejorar la eficiencia en el uso del agua en campo y fábrica; aumentar el grado de agotamiento de las mieles finales; mejorar los procesos fabriles; estandarizar procesos y metodologías analíticas; caracterizar y reducir los efectos de la materia extraña en el proceso industrial.

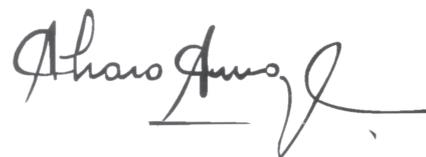
**El entorno azucarero experimentó cambios favorables en 2002.**

La productividad de azúcar por hectárea aumentó en 15% durante el año; los precios internacionales, aunque fluctuantes, se mantuvieron en niveles mejores que en años anteriores; se fortaleció la interacción de ingenios, cultivadores y CENICAÑA, y surgieron buenas perspectivas con las alternativas de uso de la caña para la producción de alcohol (etanol) y la cogeneración de energía. Finalmente, el clima, la siembra de nuevas variedades y el flujo de caja para inversiones en campo y fábrica permiten augurios de productividades similares o mejores para los dos próximos años.

Durante este año, quiero destacar la participación de CENICAÑA en cuatro proyectos de desarrollo del sector: el progreso del Convenio de Producción más Limpia, para el cual contribuimos con información y análisis relacionados con el clima, el manejo ambiental y las tecnologías de caña verde; el proyecto de cogeneración con el enfoque de empresas de servicios energéticos, en funciones de coordinación técnica y evaluación; el proyecto de alcohol carburante, para el cual iniciamos investigaciones sobre el manejo y el uso de las vinazas; y el proyecto de análisis del transporte de caña, en funciones de coordinación.

**El progreso es alentador y los retos son grandes.** El apoyo del sector en el desarrollo de los planes, el logro de las metas y la visión de largo plazo que fueron analizados durante 2002 en relación con el plan de investigación del Centro, son iniciativas que debemos mantener y fortalecer.

El avance de las ciencias es dinámico y en este sentido es fundamental la capacitación y actualización del conocimiento acerca de las nuevas tecnologías que se incorporan de forma permanente al desarrollo tecnológico. Temas como la biotecnología y la agricultura específica por sitio, donde la bioinformática, la geoestadística, los sistemas de información geográfica y los sensores remotos y satelitales juegan un papel preponderante para generar valor agregado a las industrias en el mundo, refuerzan la necesidad de conocer para poder juzgar, transmitir e incorporar las nuevas tecnologías en los procesos de producción.



# Producción comercial de caña y azúcar, 2002

Las condiciones de clima en la región, el incremento en el área sembrada asociado con el manejo del campo y la cosecha, la contribución de las fábricas al sostenimiento del rendimiento y el uso de nuevas variedades de caña fueron factores que coadyuvaron al mejoramiento de los indicadores de producción del sector azucarero durante 2002. En este año la industria molió 19,398,493 t de caña y produjo 2,280,689 t de azúcar, con incrementos de 13.9% y 11.9%, respectivamente, en relación con el año inmediatamente anterior. Estas cifras son aún más significativas, si se tiene en cuenta que el área cosechada disminuyó en 3.7% (160,622 vs. 166,744 ha).

Los principales indicadores de la agroindustria azucarera muestran que el área neta y el número de suertes cosechadas, el rendimiento comercial y el número de corte presentaron reducciones en 2002 cuando se comparan con los mismos indicadores en 2001 (Cuadro 1). En el mismo período aumentaron el área sembrada, la edad de corte, las toneladas de caña por hectárea (TCH) y por hectárea-mes (TCHM), y las toneladas de azúcar por hectárea (TAH) y por hectárea-mes (TAHM).

Cuadro 1. Indicadores de producción de la agroindustria azucarera colombiana entre 2000 y 2002. Información de once ingenios.

Indicador	Años			Diferencia (%) 2002-2001
	2000	2001	2002	
Área neta cosechada (ha)	181,575	166,744	160,622	-3.7
Área sembrada (ha) <sup>1</sup>	186,473	192,572	205,456	6.7
Área renovada (ha)	21,000	41,000	23,359	-43.0
Número de suertes cosechadas	21,314	19,778	19,112	-3.4
Edad de corte (meses)	13.34	12.14	12.94	6.6
Toneladas de caña por hectárea (TCH)	106	103	121	17.0
Toneladas de caña por hectárea-mes (TCHM)	8.09	8.55	9.41	10.1
Toneladas de azúcar por hectárea (TAH)	12.26	12.35	14.21	15.1
Toneladas de azúcar por hectárea-mes (TAHM)	0.94	1.02	1.11	8.8
Total de toneladas de caña (miles)	19,099	17,035	19,399	13.9
Total de toneladas de azúcar (miles)	2208	2038	2281	11.9
Rendimiento comercial (%) <sup>2</sup>	11.56	11.96	11.77	-1.6
Caña/azúcar <sup>3</sup>	8.65	8.36	8.50	1.7
Número de corte	3.85	4.16	3.97	-4.6

1. Los datos de 2001 y 2002 corresponden a trece ingenios.

2. Rendimiento comercial (%) = (Toneladas de azúcar/Toneladas de caña)x100.

3. Caña/azúcar: 1/Rendimiento (%). Toneladas de caña para producir una tonelada de azúcar.

## Condiciones del clima

Las condiciones del clima durante los dos últimos años en la región, caracterizadas por un período normal desde el segundo semestre de 2000 hasta la aparición del fenómeno El Niño en el mismo semestre de 2002 (Cuadro 2), favorecieron los incrementos en la productividad de la agroindustria azucarera. Estas condiciones permitieron que las labores de cultivo se realizaran en forma oportuna, facilitaron la renovación de 21,000 ha en 2000 y 41,000 ha en 2001 y contribuyeron al mejoramiento de la calidad de la caña debido a menores contenidos de materia extraña y tiempos de permanencia entre el corte y la molienda.

La condición de clima tiene un efecto importante en las TCH (Figura 1). Por lo general, después de la ocurrencia del fenómeno La Niña se presenta un efecto rezagado que se manifiesta en la reducción en las TCH. En 2002 hubo un ascenso en la productividad de caña después de la última aparición de La Niña que ocurrió en 1999 y que redujo las TCH en los dos años siguientes. En el rendimiento el efecto es contrario e inmediato: en los años con fenómeno El Niño se presentan los valores más altos y en aquellos con fenómeno La Niña, los más bajos (Figura 2). En el período 2001-2002, que se caracterizó por clima normal y fenómeno El Niño, se presentaron rendimientos superiores que en el período 1998-1999 que mostró una condición con fenómeno La Niña.

La variación del clima a través del tiempo afecta, además de las TCH, el comportamiento del rendimiento % caña en los diferentes meses del año. Este efecto es estacional y el rendimiento es mayor en el segundo semestre cuando la precipitación es menor y la radiación solar y la oscilación de la temperatura son mayores en comparación con el primer semestre.

El mantenimiento de un nivel alto de rendimiento es el resultado del mejoramiento en campo de las prácticas de manejo en las diferentes etapas del cultivo y en la cosecha. En la década de 1980 el rendimiento varió entre 10% y 11%, mientras que entre 1990 y 2000 se mantuvo entre 11% y 12% (Figura 2). Esto ha sido posible gracias a la composición varietal, el control de la calidad de la caña en la cosecha (menos materia extraña), la reducción en los tiempos de permanencia, las mejores prácticas en el levantamiento del cultivo y el manejo de la edad de cosecha.

Cuadro 2. Promedios de los indicadores del clima en el período 2000-2002 en el valle geográfico del río Cauca. Información de 28 estaciones meteorológicas.

Indicador	2000		2001		2002	
	Ene-Jun	Jul-Dic	Ene-Jun	Jul-Dic	Ene-Jun	Jul-Dic
Precipitación (mm)	830	529	533	453	602	537
Oscilación de temperatura (°C)	9.9	10.8	10.8	11.2	10.9	11.4
Radiación solar (cal/cm <sup>2</sup> x día)	390	400	419	421	408	416
Condición climática externa	La Niña	Normal	Normal	Normal	Normal	El Niño

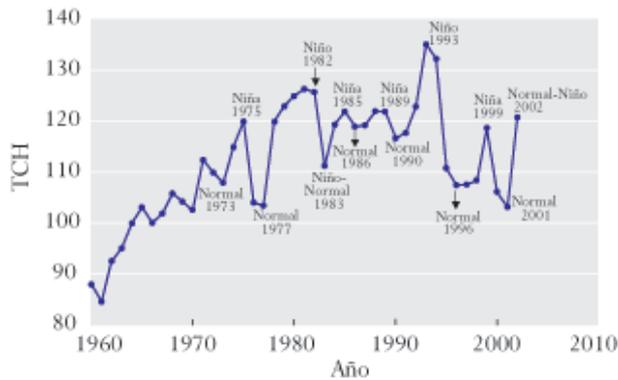


Figura 1. Toneladas de caña por hectárea (TCH) y condiciones del clima en el valle geográfico del río Cauca, Colombia (1960-2002).

## Cambios en la producción de caña y azúcar

En 2002, el comportamiento de las TCH fue el resultado de una edad de corte mayor y un número de corte menor que en 2001 debido al incremento en el área renovada en este año. En el comienzo de 2002 se cosecharon cañas entre 12.5 y 12.8 meses de edad y al finalizar el año entre 13.2 y 13.4 meses. Este manejo, combinado con un descenso en el número de corte en la mayor parte del año, se reflejó en el comportamiento de las TCH, que empezaron con valores alrededor de 113 en enero y terminaron con valores cercanos a 130 en noviembre y diciembre de 2002 (Figuras 3 y 4).

Las situaciones anteriores dieron como resultado un incremento de 15% en las toneladas de azúcar por hectárea en 2002 con respecto a las obtenidas en 2001 (14.21 vs. 12.35 TAH), siendo las primeras similares a las alcanzadas en 1992 que se caracterizó por una época seca intensa, con la diferencia que en 2002 fue más por la vía del rendimiento (Figura 5).

Figura 5. Curvas de isoproductividad. Datos de once ingenios, 1990 - 2002

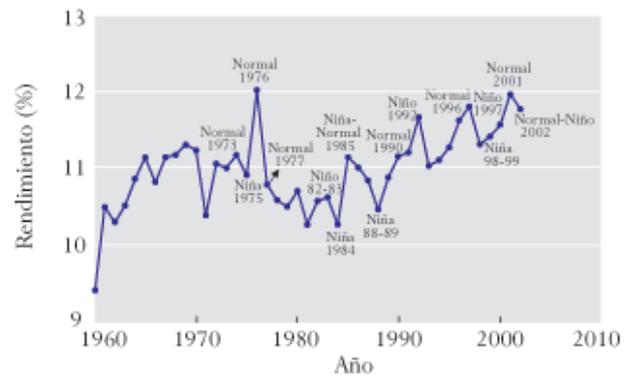


Figura 2. Rendimiento (%) y condiciones del clima en el valle del río Cauca, Colombia (1960-2002).

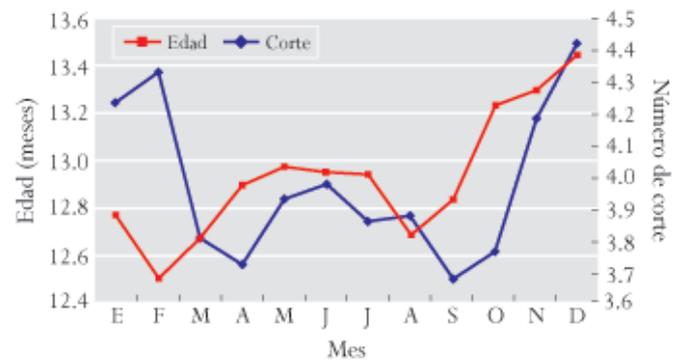


Figura 3. Edad de cosecha y número de corte. Datos de once ingenios, 2002.

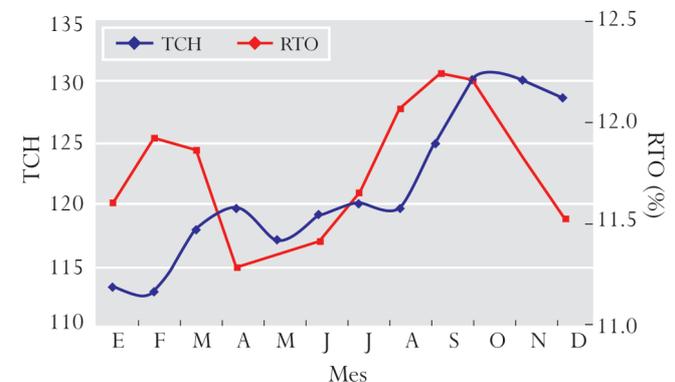
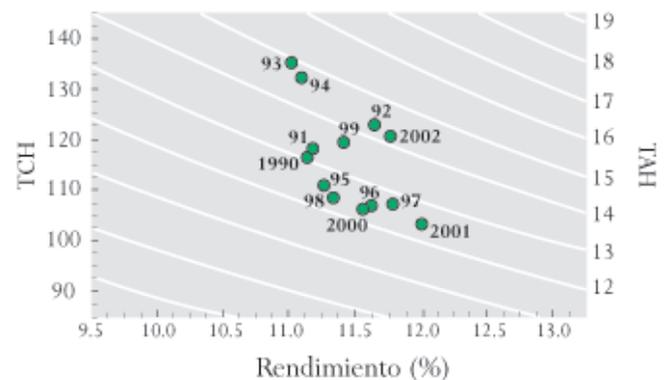


Figura 4. Toneladas de caña por hectárea (TCH) y rendimiento. Datos de once ingenios, 2002.



## Incremento del área

Entre 1995 y 2002 el área sembrada con caña aumentó 36,957 ha (168,499 a 205,456 ha). Es posible que este incremento haya ocurrido en zonas marginales, como lo explica el hecho que entre 1995 y 1998 las TCH bajaron a niveles inferiores a lo esperado según los comportamientos históricos; no obstante, en 2002 alcanzaron valores similares a los obtenidos entre 1985 y 1994 (Figura 1). Lo anterior muestra la alta sensibilidad de las TCH al tipo de suelo y a la oportunidad en las prácticas de manejo, lo que no ocurre con el rendimiento que ha aumentado desde 1988 (Figura 2).

## Contribución de las fábricas

Desde comienzo de abril de 2002 la molienda fue mayor o igual a la de 2001 (Figura 6a) debido al incremento de las TCH en 17.51 unidades y al aumento del tiempo de molienda efectivo % tiempo total que creció en 8.19 unidades (Figura 6b). Esto último se explica por el mayor número de días hábiles programados para molienda y la disminución de los tiempos perdidos en cosecha y fábrica.

La contribución de las fábricas en el sostenimiento del rendimiento durante 2002 estuvo asociada con el mejoramiento en el proceso mecánico de extracción de la sacarosa % caña en los ingenios (Figura 6c) y el menor contenido de fibra industrial (Figura 6d).

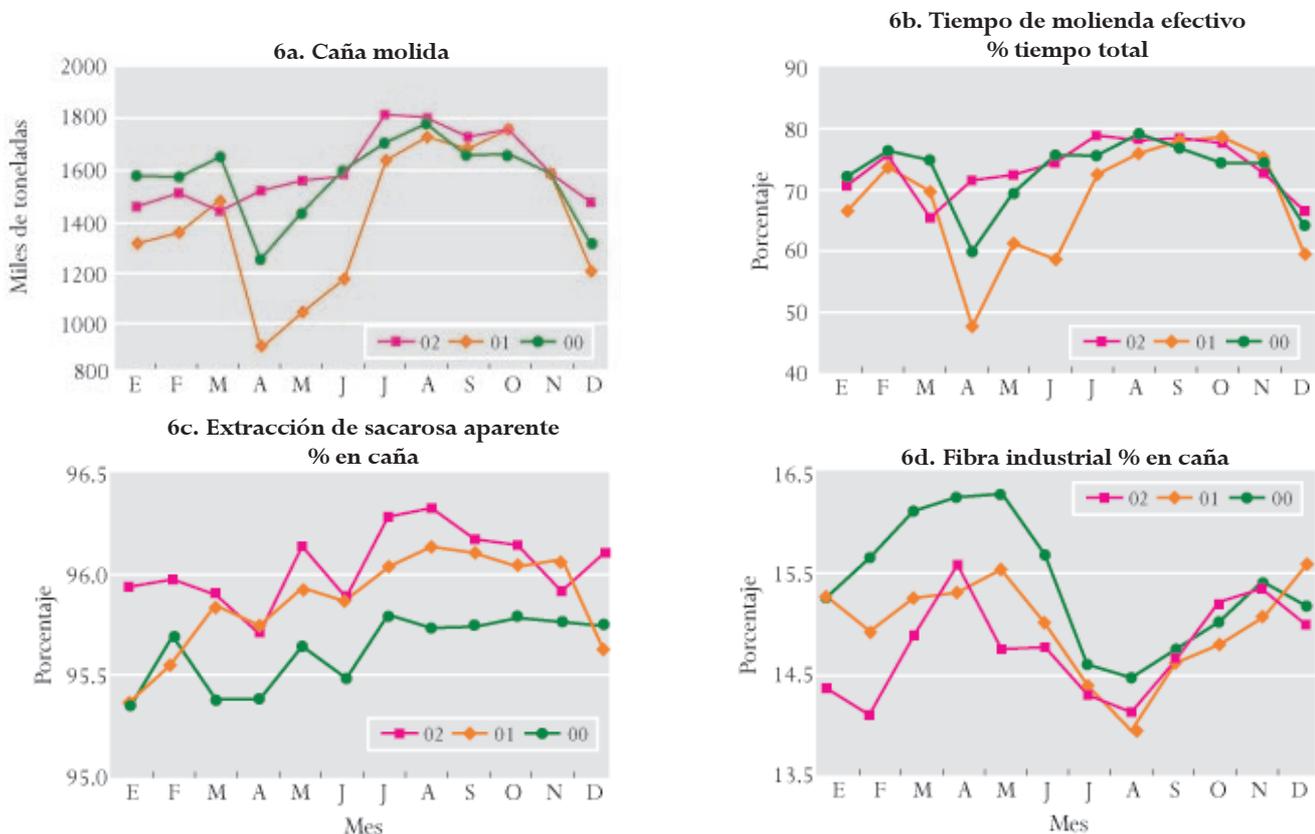


Figura 6. Caña molida, tiempo de molienda efectivo, extracción de sacarosa aparente y fibra industrial en once ingenios azucareros de Colombia, 2000-2002.

Con menores pérdidas de sacarosa en el bagazo (Figura 7a) el rendimiento en azúcar, aunque ligeramente inferior al alcanzado en el año inmediatamente anterior, fue uno de los mejores en la industria azucarera colombiana durante los últimos 20 años. La pureza del jugo diluido fue inferior en comparación con los porcentajes alcanzados en 2001 (Figura 7b), lo que incidió en mayores kilos de miel final y en una mayor retención de sacarosa en la miel, incrementando de esta manera las pérdidas en miel final a través del año (Figura 7c). Lo anterior resultó en valores similares o inferiores en la recuperación de azúcar en relación con 2001 (Figura 7d).

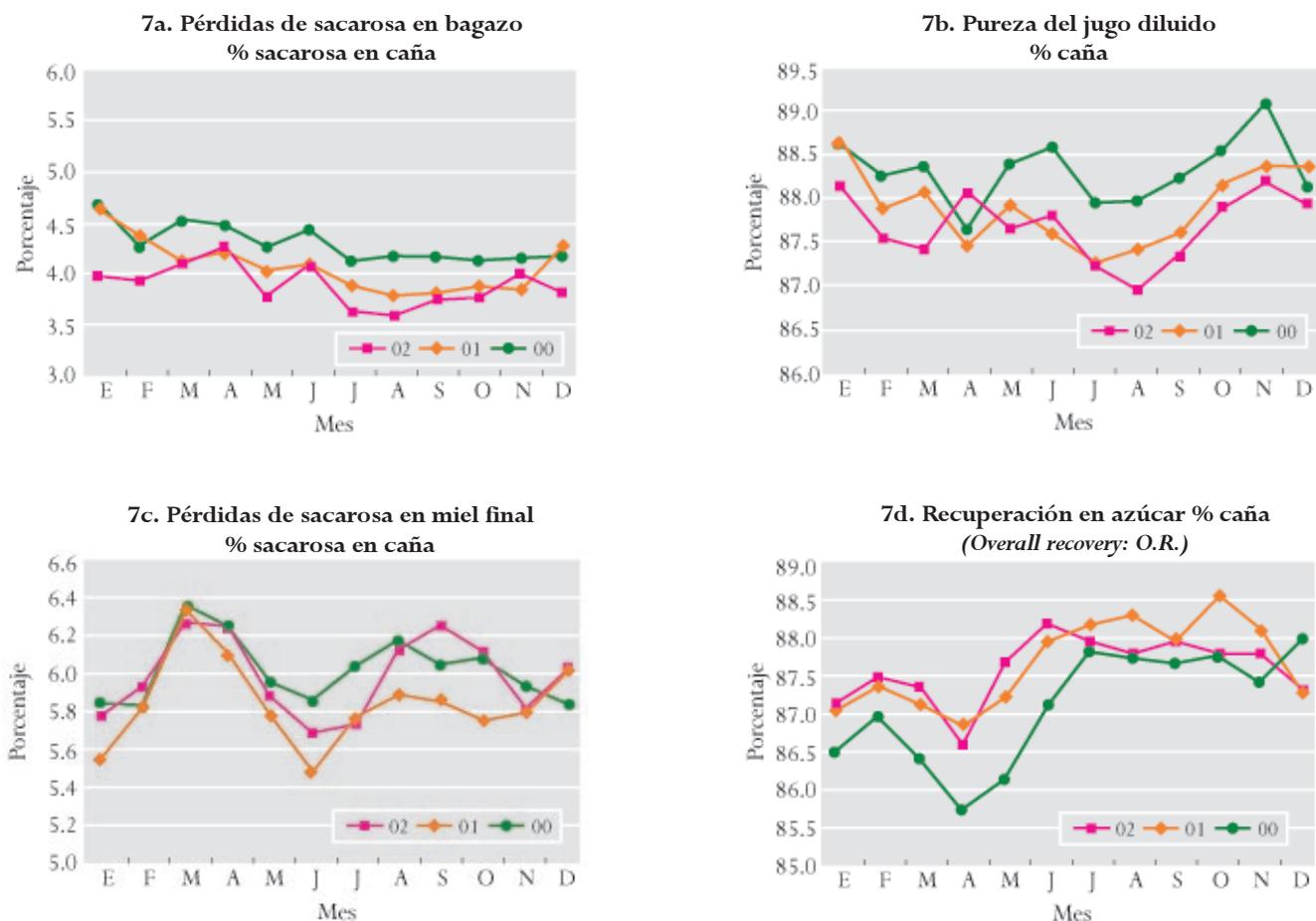


Figura 7. Sacarosa en bagazo, pureza del jugo diluido, sacarosa en miel final y recuperación en azúcar en once ingenios colombianos, 2000-2002.

## Variedades de caña de azúcar

Entre 2001 y 2002 el área sembrada con caña en la región aumentó en 6.7%. Los mayores incrementos en área ocurrieron con las variedades CC 85-92 y CC 84-75, mientras que el área con otras variedades disminuyó o su incremento no fue significativo (Cuadro 3).

La mayor utilización de las variedades CENICAÑA COLOMBIA (CC) indudablemente contribuyó con el incremento de las TCH y las TAH en 2002, como lo demuestra el hecho que la variedad CC 85-92 fue la más cosechada con una participación del 42% y superior a las demás variedades en los indicadores de productividad (Cuadro 4), excepto a la variedad MZC 74-275 que fue superior en rendimiento (11.9% vs. 12.3%). Además de sus excelentes características agronómicas, la variedad CC 85-92 fue la de mayor índice de margen operacional en la agroindustria debido a la buena combinación de caña y azúcar. Otras variedades con participación en el área de cosecha fueron CC 84-75 (15.5%), V 71-51 (13.9%) y MZC 74-275 (7.7%).

Cuadro 3. Distribución de variedades de caña de azúcar por área sembrada en el valle geográfico del río Cauca entre 2001 y 2002. Información de trece ingenios.

Variedades	Área en 2001		Área en 2002		Diferencia (%) 2001-2002
	(ha)	%	(ha)	%	
CC 85-92	77,633	41.0	95,369	46.2	5.2
CC 84-75	27,048	14.3	31,749	15.4	1.1
V 71-51	25,206	13.3	22,311	10.9	-2.4
MZC 74-275	15,599	8.2	12,710	6.2	-2.0
PR 61-632	10,340	5.5	10,507	5.1	-0.4
RD 75-11	7301	3.9	8667	4.2	0.3
Varias <sup>a</sup>	11,142	5.9	7747	2.8	-3.1
CC 87-434	3858	2.0	2869	1.4	-0.4
Co 421	2055	1.1	2606	1.3	0.2
MZC 82-11	2085	1.1	1738	0.8	-0.3
MZC 84-04	1287	0.7	1494	0.7	0.0
CC 87-505	847	0.4	1278	0.6	0.2
Otras <sup>b</sup>	7033	3.7	6411	3.1	-
Total (ha)	189,300	100	205,456	100	-
Total área sembrada en variedades CENICAÑA COLOMBIA 2002 (CC)					136,147 ha
Total área sembrada en variedades importadas por CENICAÑA 2002 (VIC)					41,870 ha
Porcentaje en variedades CENICAÑA COLOMBIA 2002 (CC)					66%
Porcentaje en variedades importadas por CENICAÑA 2002 (VIC)					20%
Total área sembrada en variedades producidas e importadas por CENICAÑA 2002 (VIC+ CC)					178,017 ha
Total área sembrada en otras variedades 2002 (menos CC y VIC)					27,488 ha

a. Mezcla de variedades.

b. Variedades que representan menos del 1% del área total sembrada.

Cuadro 4. Producción comercial por variedad de caña en la agroindustria azucarera colombiana durante 2002. Información de doce ingenios

Variedad	Área (%)	TCH	TAH	Rdto.		Edad (meses)	Corte (No.)	IMO <sup>a</sup>	Diferencia IMO vs. sector (%)	
				(%)	TCHM TAHM					
CC 85-92	42.1	129	15.4	11.9	10.1	1.20	13.0	2.8	105	5
CC 84-75	15.5	118	13.6	11.5	9.3	1.07	12.8	3.2	96	-4
V 71-51	13.9	118	13.6	11.5	9.2	1.06	12.9	5.9	96	-4
MZC 74-275	7.7	111	13.7	12.3	8.5	1.04	13.2	6.1	102	2
PR 61-63	5.7	121	13.6	11.3	9.3	1.05	13.0	5.1	94	-6
RD 75-11	3.8	96	10.9	11.4	7.6	0.87	12.7	5.1	82	-18
Varias	2.4	112	13.4	11.9	8.5	1.01	13.4	4.1	98	-2
CC 87-434	2.0	105	12.6	12.0	8.4	1.01	12.6	3.3	95	-5
MZC 82-11	1.1	118	14.1	12.0	9.4	1.12	12.7	5.1	101	1
Co 421	1.1	103	11.2	10.9	8.0	0.87	12.9	8.8	80	20
Totales y promedios del sector	95.2	121	14.21	11.7	9.4	1.11	12.9	3.9	100	

a. IMO = Índice de margen operacional tomando como base el promedio del sector.



Al finalizar 2002, las variedades CENICAÑA COLOMBIA (CC) y las variedades importadas y evaluadas por el Centro (VIC) estaban sembradas en el 86% del área dedicada a la producción de azúcar en el valle del río Cauca. Las variedades CC participaron en el 66% del área cosechada durante 2002, con una producción adicional de 1.48 toneladas de azúcar por hectárea en comparación con las demás variedades cosechadas en el período.

En diciembre de 2002 la variedad CC 85-92 era la primera en área sembrada con 95,369 hectáreas equivalentes al 46% del área total cultivada por la industria. La cosecha de esta variedad durante 2002 representó para el sector 15 toneladas de caña adicionales por hectárea y 0.28 unidades porcentuales de rendimiento en azúcar más que el resto de variedades cosechadas ese año.

## Comportamiento del clima, 2002



La zona de convergencia intertropical y el fenómeno El Niño afectaron las condiciones del clima durante 2002 en el valle del río Cauca. La primera determinó la presencia intercalada en los valles interandinos de dos épocas lluviosas y dos épocas secas, las cuales caracterizan el régimen bimodal de la precipitación. El fenómeno El Niño se presentó en el segundo semestre como resultado de las anomalías positivas de la temperatura superficial del mar en el océano Pacífico tropical.

La aparición de El Niño fue pronosticada por muchos especialistas para comienzos de 2001, no obstante, sólo empezó a formarse en marzo de 2002 cuando el índice de oscilación del sur alcanzó valores negativos significativos y persistentes. El Niño se consolidó en mayo, cuando los vientos alisios del noreste se debilitaron considerablemente sobre el océano Pacífico tropical.

En términos generales y de acuerdo con los registros de las 29 estaciones que conforman la Red Meteorológica Automatizada (RMA) del sector azucarero en el valle del río Cauca, 2002 fue un período con lluvias normales para la región (1136 mm) frente a la media climatológica entre 1994 y 2002 (1235 mm). Los valores medios de la radiación solar (412 cal/cm<sup>2</sup> x día) y la humedad relativa (82%) fueron prácticamente iguales a los valores medios climatológicos (Cuadro 5). La temperatura media del aire fue mayor en 0.3°C con respecto a la media anual multianual (23.4°C vs. 23.1°C) y al mismo tiempo la oscilación diaria de la temperatura se mantuvo 0.4°C por encima del valor medio climatológico (11.2°C vs. 10.8°C).

Si se comparan las condiciones de clima en 1997 —cuando ocurrió un fenómeno El Niño típico— con las de 2002 se observa que en este último año se presentó una precipitación menor, la radiación fue 12 unidades más baja y la temperatura fue 0.1°C inferior. La oscilación de la temperatura en estos dos años (11.2°C) ha sido la más alta en la región durante los seis últimos años.

A pesar de las condiciones anteriores se puede afirmar que en 2002 no ocurrió un fenómeno El Niño típico, aunque la formación al comienzo y su presencia al final del año favorecieron la presencia de una precipitación relativamente baja, temperatura moderadamente alta, oscilación diaria de la temperatura alta, así como valores de radiación solar moderados.

Cuadro 5. Comportamiento de las principales variables climáticas en el valle del río Cauca en el período 1997-2002 (promedios).

Año	Precipitación (mm)	Radiación solar (cal/cm <sup>2</sup> x día)	Temperatura (°C)	Oscilación de la temperatura (°C)	Humedad relativa (%)
1997	1188	424	23.5	11.2	81
1998	1231	409	23.6	10.7	84
1999	1422	403	22.5	10.1	86
2000	1364	394	22.6	10.3	87
2001	986	421	23.2	11.0	85
2002	1136	412	23.4	11.2	82
Media climatológica período (1997-2002)	1221	411	23.2	10.7	84
Media climatológica RMA período (1994-2002)	1235	411	23.1	10.8	83

## Distribución de la precipitación y la radiación solar

Las épocas enero-febrero y julio-agosto se caracterizaron por ser secas, con precipitaciones menores que 50 mm/mes. Mayo, junio y septiembre también fueron meses de baja precipitación.

En marzo, abril y octubre se presentaron precipitaciones altas, contrario a lo ocurrido en noviembre, un mes típicamente lluvioso, cuando sólo cayeron 100 mm en promedio. En diciembre la precipitación fue muy variable en las diferentes zonas de la región (Figura 8).

La distribución de la precipitación durante cada semestre de 2002 y durante todo el año se ilustra en la página siguiente, Figura 9.

Durante 2002 la radiación solar presentó con frecuencia valores entre 350 y 450 cal/cm<sup>2</sup> x día. En el primer trimestre del año y en la época agosto-octubre, en las zonas centro y centro-sur de la región se presentaron valores altos y muy altos de radiación solar (entre 450 y 600 cal/cm<sup>2</sup> x día). En mayo, junio, septiembre, octubre y noviembre se presentaron valores bajos y muy bajos de radiación (entre 230 y 350 cal/cm<sup>2</sup> x día) en las estaciones de Riofrío, Bugalagrande, La Paila, Zarzal y La Virginia.

La distribución de la radiación solar durante cada semestre de 2002 y durante todo el año se observa en la Figura 10.

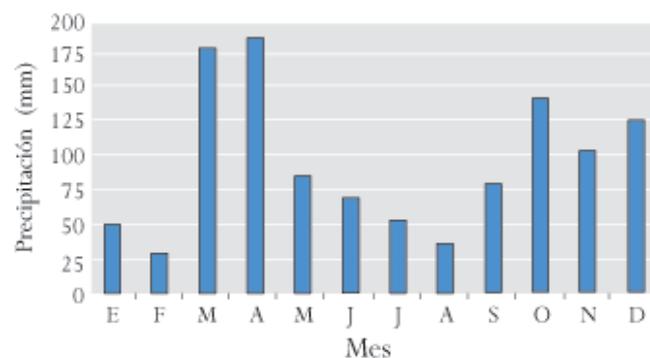


Figura 8. Comportamiento «promedio» para el valle del río Cauca de la precipitación mensual durante 2002. Estaciones de la Red Meteorológica Automatizada (RMA).

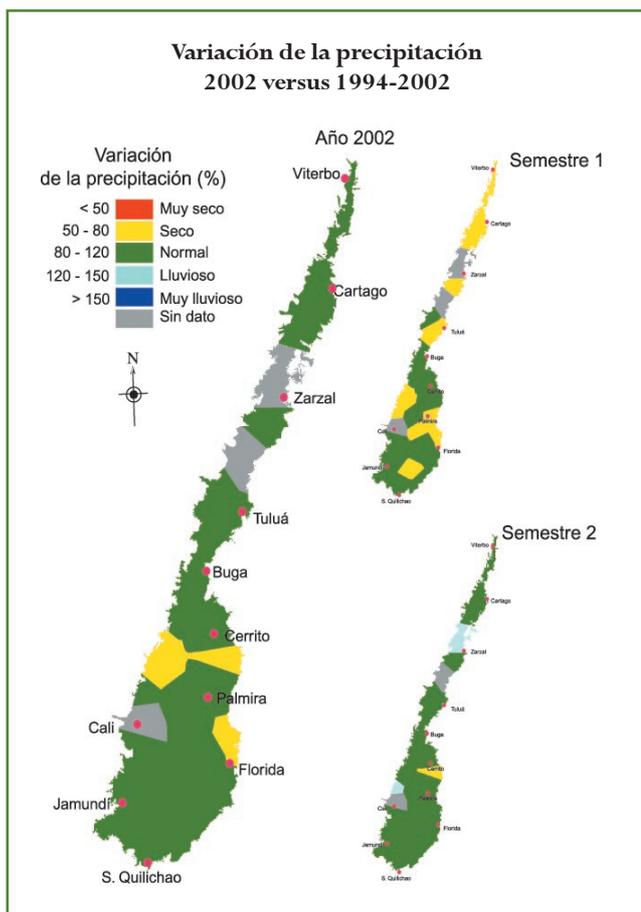


Figura 9. Variación de la precipitación en el valle del río Cauca durante 2002, en relación con los promedios anuales y semestrales multianuales en el período 1994-2002.

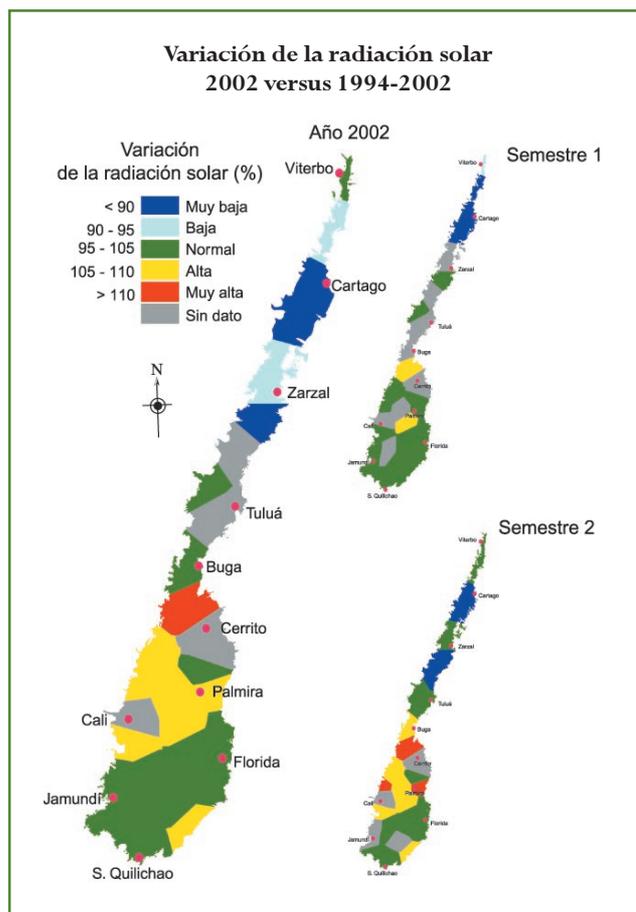


Figura 10. Variación de la radiación solar en el valle del río Cauca durante 2002, en relación con los promedios anuales y semestrales multianuales en el período 1994-2002.

## Temperatura del aire

Los valores más frecuentes de la temperatura mínima media durante la mayor parte del año oscilaron entre 18 y 20°C. No obstante, en junio y agosto en el norte y sur de la región se registraron valores por debajo de 18°C.

La temperatura media del aire a través del año varió con menor frecuencia entre 22 y 24°C. En los trimestres primero y tercero, coincidentes con las épocas secas, en las zonas centro y norte se presentaron temperaturas superiores a 24°C.

Aunque durante la mayor parte del año el promedio de la temperatura máxima media varió entre 28 y 30°C, en los semestres primero y tercero se presentaron, en gran parte de la región, especialmente en el norte, valores superiores a 30°C.

Durante 2002, la oscilación de la temperatura del aire presentó anomalías positivas (entre 0.5 y 2°C) que fueron más notorias en el segundo semestre del año y en los extremos norte y sur de la región.

## Alta sacarosa estable

La selección y la obtención de variedades de caña de azúcar específicas para las diferentes zonas agroecológicas que existen en el valle geográfico del río Cauca continúan como el objetivo principal de este macroproyecto. Los resultados son promisorios y permiten anticipar la disponibilidad de nuevas variedades comerciales en un futuro cercano. La variedad CC 85-92 por cuarto año consecutivo fue líder en la industria azucarera y la CC 84-75, la segunda más sembrada y cosechada. Entre ambas ocuparon el 62% del total del área sembrada.

Otros logros importantes son la comprobación molecular de la diversidad genética de las variedades CENICAÑA COLOMBIA (CC); la disponibilidad de plantas transgénicas provenientes de la variedad CC 84-75, resistentes al virus del síndrome de la hoja amarilla, que serán incorporadas en los procesos de cruzamientos y selección; la aplicación de la biotecnología en la caracterización de variedades; la multiplicación de semilla libre de patógenos; el manejo integral de algunas plagas comunes; y el desarrollo de técnicas de fertilización con nitrógeno y potasio.



DÍA DE CAMPO, CENICAÑA 25 AÑOS

El programa de selección de variedades de caña de azúcar comenzó en 1981 y al finalizar el año 2002 había más de 136,000 hectáreas sembradas con variedades CENICAÑA COLOMBIA (CC) en el valle del río Cauca.

En la fotografía, un grupo de agricultores que asistió a los días de campo celebrados con motivo del aniversario número 25 de CENICAÑA durante la visita a la colección de variedades en la Estación Experimental.

## Selección y multiplicación de variedades

Para ampliar el número de variedades en el Banco de Germoplasma e incorporarlas posteriormente en los cruzamientos se importaron 44 variedades de Australia, Mauricio, Sudáfrica, Brasil y México, las cuales fueron puestas en cuarentena en la Estación Cerrada del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) en Mosquera, cerca de Bogotá. De esta estación salieron doce variedades provenientes de Australia, nueve de la colección mundial existente en Miami y dos de Brasil con destino a la Estación de Cuarentena Abierta de CENICAÑA, localizada en la hacienda Piedechinche del Ingenio Providencia.

Durante 2002 se realizaron 206 cruzamientos entre biparentales y policruzamientos, número inferior a los efectuados en años anteriores debido a la baja floración durante este año de las variedades que conforman el grupo de progenitores.

Como consecuencia de la baja floración natural de las variedades CC en el valle geográfico del río Cauca, se firmó un convenio con la Cámara Nacional de las Industrias Azucarera y Alcohólica de México (CNIAA) para realizar en Tapachula cerca



DÍA DE CAMPO, CENICAÑA 25 AÑOS



Para aumentar la velocidad de difusión de las nuevas variedades se ha fortalecido el trabajo con los ingenios en los procesos de selección y evaluación comercial en diferentes zonas agroecológicas.

Los resultados son transferidos a los proveedores de caña mediante recomendaciones para sitios específicos e información complementaria acerca del paquete de manejo agronómico y el manejo integral de plagas y enfermedades.



de 50 cruzamientos por año, empleando dichas variedades. En el futuro cercano se espera disponer de semilla proveniente de estos cruzamientos para iniciar el proceso de selección de los mejores clones, tal como se ha hecho hasta ahora en la selección para zonas semisecas en la estación experimental CENICAÑA, para zonas húmedas en las haciendas Cachimbalito y La Victoria, y para zonas de piedemonte en la hacienda Piedechinche.

Para mejorar la adopción a escala comercial se ha fortalecido el trabajo con los ingenios en el proceso de desarrollo de las nuevas variedades, a fin de hallar alternativas de sustitución de aquellas variedades que actualmente tienen productividad baja. De acuerdo con lo anterior, algunas variedades obtenidas por CENICAÑA, que han mostrado altas producciones y rentabilidad, se encuentran en proceso de siembra, multiplicación y evaluación en zonas agroecológicas adecuadas donde se espera que tengan aceptación. En este proceso, el Comité de Variedades de la industria azucarera realizó un inventario y, según el tiempo en evaluación y los resultados alcanzados con cada una, las nuevas variedades fueron clasificadas así:

**Variedades sobresalientes a escala experimental:** CC 92-2188, CC 92-2358, CC 92-2311, CC 92-2393, CC 92-2227, CC 92-2376, CC 93-3826, CC 93-3458, CC 93-3801, CC 93-3803, CC 93-3811, CC 93-3895, CC 93-4183, CC 93-3817, CC 94-5446, CC 94-5732, CC 94-5782 y CC 94-5827. Estas variedades se encuentran aún en pruebas regionales, no obstante, existen en algunos sitios entre 10 y 20 ha de ellas y varios ingenios las sembrarán en 2003 en áreas semicomerciales para su evaluación en fábrica, de acuerdo con el nuevo esquema propuesto en el Comité de Variedades.

**Variedades promisorias:** CCSP 89-43, CCSP 89-259 y CC 91-1880. El área de cada una de estas variedades es inferior a 40 ha.

**Variedades semicomerciales:** CC 87-434, CC 87-505, CC 89-2000, CC 91-1999; y las variedades CC 93-4223, CC 92-2198, CC 93-7510 y CC 93-7513, que debido a sus excelentes resultados a escala experimental y algunas de ellas a escala semicomercial están siendo multiplicadas comercialmente (Cuadro 6).

Cuadro 6. Producción comercial de nuevas variedades CENICAÑA COLOMBIA (CC) de caña de azúcar en los ingenios Central Castilla y Riopaila, Valle del Cauca, Colombia.

Variedades	Ingenio	Area (ha)	Edad (meses)	Rendimiento		
				TCH	(%)	TAHM
CC 92-2198	Central Castilla	6	13.7	143	10	1.35
	Riopaila	14	12.6	135	10	1.16
CC 93-7510	Central Castilla	55	13.0	127	12	1.18
	Riopaila	29	13.9	142	11	1.16
CC 93-7513	Central Castilla	69	10.6	98	11	1.04
	Riopaila	186	12.5	124	12	1.14



CC 93-7513, INGENIO RIOPAILA

*La variedad CC 93-7513 ha mostrado resultados positivos a escala comercial. En el Ingenio Riopaila en 186 hectáreas cosechadas, la variedad de 12.5 meses de edad produjo 1.14 toneladas de azúcar por hectárea-mes con 124 toneladas de caña por hectárea y 12% de rendimiento en azúcar.*

### **Agricultura de precisión e identificación de la tolerancia de variedades a sales y sodio**

La evolución de la salinidad en el suelo depende del origen de las sales y su aparición en el campo puede ser por afloramiento desde el subsuelo hacia la superficie, o por el aporte de sales transportadas por el agua de riego o las aguas subterráneas. La gran variabilidad espacial en la distribución de las sales y el sodio es un impedimento para el estudio directo en el campo de la tolerancia o resistencia de las variedades de caña de azúcar a la salinidad (Ranjel, *et al.*, 2002).

De acuerdo con lo anterior, en la hacienda Yerbabuena del Ingenio Manuelita (Alfisols, suelo Palmaseca, zona agroecológica 10C0) se realiza un estudio con el enfoque de agricultura de precisión que involucra el conocimiento detallado de las propiedades físicas y químicas del suelo y su relación con la producción. Para su aplicación se utilizan mapas y herramientas que facilitan la obtención, visualización y análisis de información georreferenciada. De esta forma se está evaluando la respuesta de 16 variedades de caña de azúcar, incluyendo como testigos las variedades comerciales V 71-51 y PR 61-632.

En la cosecha de la plantilla de estas variedades se analizaron los caracteres fibra, sacarosa, número y peso de los tallos, y se encontraron diferencias significativas en cada uno de ellos entre variedades. Las variedades con el mayor porcentaje de fibra (entre paréntesis) fueron PR 61-632 (14.8%) y CC 84-56 (14.5%) y la de menor contenido fue la variedad CC 91-1880 (12.2%). Para sacarosa, las variedades CC 91-1880 (16.6%) y CC 92-2154 (16.3%) presentaron los mayores contenidos; mientras que las variedades CC 84-56 (14%) y PR 61-632 (13.4%) presentaron los menores. La variedad CC 84-75 presentó el mayor número de tallos en 5 m (70.5 tallos) y la variedad CC 85-92 (49.1 tallos) fue la de menor número. Por el mayor peso de los tallos en 5 m sobresalieron las variedades CC 87-434 (137.2 kg), CC 87-505 (136 kg), PR 61-632 (134.3 kg) y CC 84-75 (133.9 kg); la variedad CCSP 89-1997 (89.2 kg) presentó los tallos más livianos.

Los altos contenidos de sacarosa de las variedades CC 91-1880 y CC 92-2154 ratifican su buen desempeño en los experimentos de pruebas regionales y en los estados de selección más avanzados en diferentes suelos y zonas agroecológicas. El mayor número de tallos/m de la variedad CC 84-75 contrasta con el menor número de la variedad CC 85-92. Este resultado es muy importante, ya que la CC 84-75 fue una de las variedades con los tallos más pesados.

## Aplicaciones de la biotecnología

La biotecnología es quizás el campo de la investigación que más ha avanzado en los últimos tiempos, por tanto, para CENICAÑA la vinculación con el Consorcio Internacional de Biotecnología de la Caña de Azúcar (ICSB), le ha permitido acceder a resultados y técnicas de gran utilidad.

En la actualidad CENICAÑA y el Consorcio adelantan investigaciones sobre el aislamiento del gen que codifica la resistencia a la roya, el silenciamiento de los transgenes, la marcación de genes asociados con el contenido de sacarosa y la floración, y la diversidad genética del virus asociado con el síndrome de la hoja amarilla.

## Caracterización molecular de variedades

El uso de la biotecnología aplicada al cultivo de la caña de azúcar permitió la caracterización molecular de las principales variedades del programa de mejoramiento y la comparación de su diversidad genética con las provenientes de otros programas de mejoramiento. Mediante 63 microsátélites –secuencias de dos a tres bases repetidas un número determinado de veces– se logró un gran avance en la caracterización y evaluación de 33 variedades (híbridos de *Saccharum*) y cinco clones de *S. officinarum*, empleando una tinción con plata. Entre las variedades evaluadas se encontraban CC 85-92, CC 84-75, CC 87-434, CC 87-473, CC 89-2000, CC 91-1999, CC 91-1880, CC 93-4223, MZC 74-275 y Q 117. La diversidad genética de las variedades estudiadas permitió su agrupamiento según su familiaridad o cercanía genética y facilitó la detección de polimorfismos entre variedades que se comportan de una forma diferente con respecto a enfermedades como el síndrome de la hoja amarilla.

Esta información servirá para programar cruzamientos entre variedades resistentes y susceptibles a las enfermedades y, además, detectar las variedades polimórficas a escala molecular para iniciar la búsqueda de marcadores en poblaciones segregantes. Adicionalmente, las amplificaciones obtenidas con los microsatélites generaron patrones únicos en las variedades, algo muy útil en los procesos de registro y protección de variedades.

### **Plantas transgénicas**

Debido a la distribución y diseminación del virus del síndrome de la hoja amarilla en las variedades comerciales y a sus efectos negativos en la variedad CC 84-75 (segunda variedad comercial) se ha venido trabajando en la producción de plantas transgénicas con resistencia al virus. Inicialmente se bombardearon callos de la variedad CC 84-75 con el gen desarrollado por el doctor Erik Mirkov en el Consorcio Internacional de Biotecnología, gen que codifica la cápside del virus causante de la enfermedad.

Un total de 69 plantas fueron obtenidas después de la selección con 50 mg/l de geneticina y 39 de ellas presentaron al menos una copia del gen insertado, lo cual fue comprobado mediante la prueba molecular de *southern blot* empleando como sonda el gen del virus. Paralelamente, las 69 plantas transgénicas fueron inoculadas con el virus utilizando el áfido *Melanaphis sacchari*, encontrándose 44 de ellas infectadas según los resultados por el método inmunoenzimático de *tissue-blot* (TBIA). Muestras de dos de las plantas infectadas presentaron alta concentración de partículas virales similares a los testigos, según el estudio de microscopía electrónica. Las plantas resistentes serán transplantadas en el campo próximamente.



Planta con síntomas del síndrome de la hoja amarilla

### **Sanidad vegetal**

El síndrome de la hoja amarilla es actualmente la enfermedad de mayor incidencia en la mayoría de las variedades cultivadas en el valle del río Cauca, con efectos variables en la producción. Esta última condición ha sido importante ya que indica la posibilidad de existencia de resistencia en las variedades a la enfermedad, lo que facilitará el manejo integral de la afección.

### **Resistencia al virus del síndrome de la hoja amarilla**

La evaluación de 38 variedades de caña por su nivel de resistencia o susceptibilidad al virus del síndrome de la hoja amarilla (ScYLV) permitió clasificarlas según la incidencia de plantas enfermas de la manera siguiente:

- Incidencia alta o mayor que 50% de plantas infectadas: CC 86-29, CC 84-56, CC 82-15, CC 84-75, PR 61-632, CC 85-68, IN 84-103, CC 83-25, CC 87-473 y CCSP 89-43.

- Incidencia media o entre 10% y 50% de plantas infectadas: CC 91-1999, CC 92-2358, 18-95, CC 91-1880, CC 87-505, V 71-51, CC 86-33, CC 87-251, MZC 82-11, SP 71-6163 y CC 85-92.
- Incidencia baja o menor que 10% de plantas infectadas: MZC 74-275, CC 91-1555, CC 93-4223, CC 87-434, RD 75-11, CC 89-2000 y Desi Paunda.
- Ausencia de incidencia de la enfermedad: CC 87-474, 19-95, Keong-Java, CP 57-603, Midland, Paundra, Patarki Mango, CC 85-63 y CC 91-1160.

Las variedades más susceptibles fueron CC 86-29, CC 84-56, CC 82-15 y CC 84-75 que presentaron niveles de incidencia superiores al 90%. Las variedades MZC 74-275, CC 91-1555, CC 93-4223, CC 87-434, RD 75-11 y CC 89-2000 presentaron incidencias menores al 8%. La variedad CC 85-92 presentó 11.1% de incidencia, lo que confirma los resultados observados en campos comerciales donde se ha comportado como resistente y con baja incidencia de la enfermedad.

No se encontró relación entre la preferencia del áfido *Melanaphis sacchari* por determinada variedad y el porcentaje de incidencia del ScYLV. En algunas variedades como CC 91-1880, que presentaron un alto número de áfidos, la incidencia de la enfermedad fue baja; mientras que en variedades como IN 84-103, con un número bajo de áfidos, la incidencia de la enfermedad fue alta.

### **Multiplicación de semilla libre de patógenos**

Las variedades obtenidas por CENICAÑA son resistentes a las enfermedades de carbón, roya y mosaico; sin embargo, algunas son afectadas por otras enfermedades como raquitismo de la soca, escaldadura de la hoja, síndrome de la hoja amarilla y el virus baciliforme. Por esta razón, durante 2002 se llevó a cabo un trabajo que consistió en el diagnóstico de los patógenos principales, la eliminación de patógenos in vitro y la multiplicación por yemas en un programa de suministro de semilla de fundación para el establecimiento de semilleros básicos limpios en los ingenios azucareros. Como resultado de este programa se limpiaron las variedades comerciales MZC 74-275, MZC 84-04, MZC 82-11, MZC 90-15, CC 87-434, CC 85-92, CC 84-75, CC 87-251 y CC 87-505, así como también 20 variedades experimentales de las series 92, 93, 94 y 95.

Las variedades limpias fueron multiplicadas por yemas y entregadas a los ingenios azucareros. En algunos casos, CENICAÑA prestó el servicio de siembra de las plantas con una transplantadora de doble surco. El sistema de multiplicación por yemas y trasplante mecánico de plantas facilitó el establecimiento rápido de las nuevas variedades experimentales, que han sobresalido por sus características agroindustriales.

### **Manejo integral de la hormiga loca (*Paratrechina fulva*)**

Las evaluaciones en los sectores azucarero y panelero demostraron la eficiencia del cebo desarrollado para el control de esta plaga y se comprobó su efecto en la reducción de las poblaciones del insecto.

En este proyecto también se estudiaron los enemigos naturales de la hormiga loca y el papel que tienen como reguladores de sus poblaciones. Se demostró que el ácaro *Macrodinychus sellnicki* es un ectoparásitoide que cumple su desarrollo matando las pupas de esta hormiga. Los altos niveles de parasitismo, junto con otros enemigos naturales como la hormiga legionaria *Labidus coecus* que actúa como depredadora de los nidos, debilitan las poblaciones de la hormiga loca. De esta forma, otras hormigas que compiten por espacio y alimento como la hormiga de fuego *Solenopsis germinata*, gradualmente restablecen el equilibrio afectado por las altas poblaciones de *P. fulva*. El ciclo poblacional de la hormiga loca en un área invadida puede ser reducido mediante el empleo dirigido del ácaro parasitoide. Teniendo en cuenta que la propagación masiva del ácaro es muy difícil, su uso se efectuaría transportando y liberando nidos de *P. fulva* con altos niveles de parasitismo (> 50%) en sectores caracterizados por la ausencia del ácaro, donde existan poblaciones de esta hormiga en la fase de explosión demográfica.

### **Manejo integral del pulgón amarillo (*Sipha flava*)**

El manejo del pulgón amarillo se realiza mediante el estudio de variedades resistentes y el reconocimiento de especies depredadoras de crisópidos.

**Resistencia de variedades al pulgón amarillo.** En 2002 se mejoró la metodología que permite diferenciar las variedades por su nivel de resistencia o susceptibilidad al pulgón amarillo (*Sipha flava*), lo que ha permitido reducir el tiempo de evaluación y agilizar los procesos. Hasta el momento, las evaluaciones se han realizado utilizando las variedades CC 85-92 y MZC 74-275 como testigos resistentes y POJ 2878 y Mex 52-29 como testigos susceptibles. Dentro de las variedades comerciales y las series anteriores a la 87 inclusive, han sobresalido V 71-51, CC 85-47, CC 84-05, CC 87-434 y CC 85-96 como resistentes y CC 87-473, CC 86-45, CC 87-505 y CC 85-68 como susceptibles. De la misma forma se evaluaron las variedades de las series 92 y 93-94.

**Reconocimiento y evaluación de especies de la familia Chrysopidae.** En la búsqueda de un control integral del pulgón amarillo se identificaron y describieron las especies de crisópidos recolectados en cultivos de caña, principalmente, *Ceraeochrysa claveri*, *C. cubana*, *Ceraeochrysa* sp.1, *Chrysoperla externa*, *Ch. carnea*, *Leucochrysa* sp.1 y *Leucochrysa* sp.2. Las de mayor distribución fueron *C. claveri*, *C. cubana* y *Ch. externa*. Por su agresividad para consumir individuos de *S. flava* en condiciones experimentales sobresalieron las especies exóticas criadas en forma comercial *Ch. carnea* y *Ch. rufilabris* y las nativas *C. claveri*, *C. cubana* y *Ch. externa*.

Las liberaciones comerciales de *Ch. carnea* multiplicadas comercialmente no mostraron un efecto significativo sobre *S. flava*, lo que sugiere un nivel reducido de adaptación de esta especie al ambiente del cultivo de la caña de azúcar en el valle del río Cauca. En un futuro se hará una evaluación de liberaciones de las especies nativas sobre las poblaciones del pulgón amarillo.

## Plagas exóticas

En agosto de 2002, en lotes de caña panelera localizados en la vereda Santa Ana del municipio de Guática (Risaralda) y a una distancia de 25 km de los campos más cercanos del Ingenio Risaralda, se detectó la presencia de una especie de salivazo, la cual fue identificada como *Mahanarva bipars* por Daniel Peck, Entomólogo Ecólogo del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), y Jairo Rodríguez, asistente de investigación. Este hallazgo corresponde al primer registro de esta especie en caña de azúcar.



Espuma característica de las ninfas del salivazo *Mahanarva bipars*, plaga exótica registrada en cercanías del Ingenio Risaralda.



El piojo harinoso rosado (*Saccharicoccus sacchari*) en asocio con la hormiga loca puede causar daños de importancia en la caña de azúcar.



## Otras plagas potenciales

Se hizo un reconocimiento de los enemigos naturales de los insectos chupadores conocidos como piojo harinoso rosado (*Saccharicoccus sacchari*) y escama de las hojas (*Pulvinaria pos. elongata*), que asociados con la hormiga loca *Paratrechina fulva* causan el principal daño en caña de azúcar. Entre los enemigos naturales de estas plagas se observaron dos especies de avispas que parasitan el piojo harinoso rosado y que aún no han sido identificadas, pertenecientes a la familia Encyrtidae, una especie de *Diadoplosis* (*Cecidomyiidae*) que se alimenta de los huevos de las hembras maduras y un hongo identificado como *Aspergillus pos. parasiticus* que ataca los individuos. En invernadero, se encontró una incidencia alta de la avispa *Diadoplosis coccidivora* (*Cecidomyiidae*) alimentándose de la progenie de las hembras de la escama de las hojas y, en campo, una avispa (Encyrtidae) emergiendo de individuos del segundo instar de esta plaga.

En condiciones de invernadero y en campo se han encontrado dos especies de avispas parásitas de la escama de las hojas (*Pulvinaria pos. elongata*).

## Desarrollo del paquete tecnológico

### Fertilización con nitrógeno y potasio

En este proyecto se evaluaron las respuestas de las variedades CC 85-92, V 71-51, RD 75-11, CC 85-96 y PR 61-632 a las aplicaciones de nitrógeno (N) y potasio (K). Entre los objetivos específicos se encuentran la identificación de los criterios agronómicos útiles para el mejoramiento de la fertilización, de acuerdo con los requerimientos del cultivo de la caña de azúcar y las condiciones del suelo. Se encontró que las determinaciones de N foliar y clorofila a la edad de tres meses del cultivo pueden sugerir ajustes en los planes de fertilización.

En un Vertisols de textura muy fina o arcillosa, la variedad CC 85-92 en tres cortes consecutivos presentó producciones de caña y de azúcar relativamente altas cuando los contenidos de N foliar a los tres meses de edad del cultivo eran mayores que 2.1% en plantilla y que 1.7% en socas. Igual situación se presentó en Vertisols secos cuando las lecturas con clorofilómetro en la parte media de la lámina foliar fueron mayores que 42 unidades spad en la plantilla y en las dos primeras socas, y en Vertisols húmedos cuando fueron mayores que 41 unidades spad en la plantilla ó 40 unidades spad en las dos primeras socas.

### Pruebas de manejo de nitrógeno y potasio

Estas pruebas consisten en experimentos de tipo semicomercial establecidos en diferentes suelos. Actualmente se evalúan las variedades CC 85-92, CC 84-75, CC 84-56, CC 87-505, CC 87-434, CC 89-2000 y V 71-51 con el objeto de conocer las necesidades del cultivo y establecer las recomendaciones de N y K.

Los resultados obtenidos en las plantillas o primer corte de las variedades anteriores indican que en Mollisols y Vertisols húmedos se adapta mejor la variedad CC 84-75, en comparación con la CC 85-92, pero en Mollisols y Alfisols secos ocurre lo contrario.

En un suelo Florida (Mollisols, Grupo de manejo no.4) la variedad CC 87-434 superó en producción de caña y azúcar a las variedades CC 85-92, CC 84-75, CC 87-434 y CC 89-2000; por su parte, la variedad CC 89-2000 presentó el contenido más alto de sacarosa % caña y no obstante su baja producción de caña sobresalió por su alta producción de azúcar.

En un suelo Argelia (Alfisols, Grupo de manejo no.10) muy limitado por sus características físicas, la variedad CC 87-505 sobresalió por las producciones de caña y de azúcar relativamente altas y la CC 87-434 por sus altos contenidos de sacarosa % caña. En este suelo se evaluaron también las variedades V 71-51 y CC 84-75.

Los resultados anteriores corresponden al primer corte y confirman el alto potencial de producción de la variedad CC 85-92, pero también muestran que la variedad CC 84-75 tiende a adaptarse mejor que la variedad CC 85-92 en condiciones de alta humedad en el suelo.

# Caña verde

El macroproyecto de caña verde se está desarrollando con el apoyo económico de COLCIENCIAS y tiene como misión generar la tecnología de cultivo para la cosecha de caña en verde, buscando mantener o reducir los costos unitarios de producción y contribuir con la conservación y protección del medio ambiente. Ante la necesidad de reducir los costos que implican el manejo de los residuos y el impacto negativo de los equipos de cosecha, especialmente en condiciones húmedas, se está evaluando el Surco Doble Modificado (SDM) como un nuevo sistema de cultivo para la producción de caña verde.

El manejo de los residuos de la cosecha de caña en verde en zonas húmedas y su aprovechamiento para mejorar la fertilidad de los suelos son temas prioritarios en las investigaciones en marcha; así mismo, se ha dado énfasis al desarrollo de soluciones tecnológicas que se adapten a las diferentes zonas agroecológicas.

## Diseño de los campos

El cambio a la cosecha de caña verde requiere nuevos criterios de diseño de los campos para incrementar la eficiencia de los equipos de cosecha y cultivo, así como también del riego y el drenaje. La investigación inicial se dirigió a la determinación de los diseños de campo en zonas secas (CENICAÑA, 2000).

El sistema de cultivo en Surco Doble Modificado (SDM) ha sido propuesto para facilitar el manejo de los residuos de cosecha y reducir el impacto del tránsito de la maquinaria sobre el campo.

Para el segundo semestre de 2003 está previsto cosechar las plantillas sembradas con este sistema en las fincas piloto de Incauca y Riopaila. Los resultados productivos y económicos serán analizados en un ciclo de cuatro cortes.



DÍA DE CAMPO, CENICAÑA 25 AÑOS

En la segunda fase se están desarrollando los criterios de diseño para campos en zonas húmedas, con precipitación anual mayor de 1300 mm. Los trabajos se desarrollan en la hacienda Taula-Chimán 60 en el Ingenio La Cabaña. En este sitio, los surcos se espaciaron 1.75 m para reducir el daño de los equipos de cosecha y para facilitar el encalle de los residuos. Los surcos se trazaron con la pendiente máxima y su longitud se redujo de 160 m a 100 m con el fin de mejorar la evacuación de los excesos de agua superficial; los tablones se organizaron para que los surcos fueran colineales. Se destaca la necesidad de aporcar con altura final de 20 cm. Los canales secundarios de drenaje se espaciaron 150 m y los callejones divisorios entre tablones se construyeron con un ancho efectivo de calzada de 5 m y pendiente transversal de 2%. Los canales terciarios, que reciben el agua de drenaje de los surcos, fueron construidos en forma de batea con profundidad máxima de 15 cm, ancho de la boca de 50 cm, talud hacia el campo de 0.25 a 1 y talud hacia el callejón de 2 a 1.

El esquema general para el diseño del campo en zonas húmedas se muestra en la Figura 11.

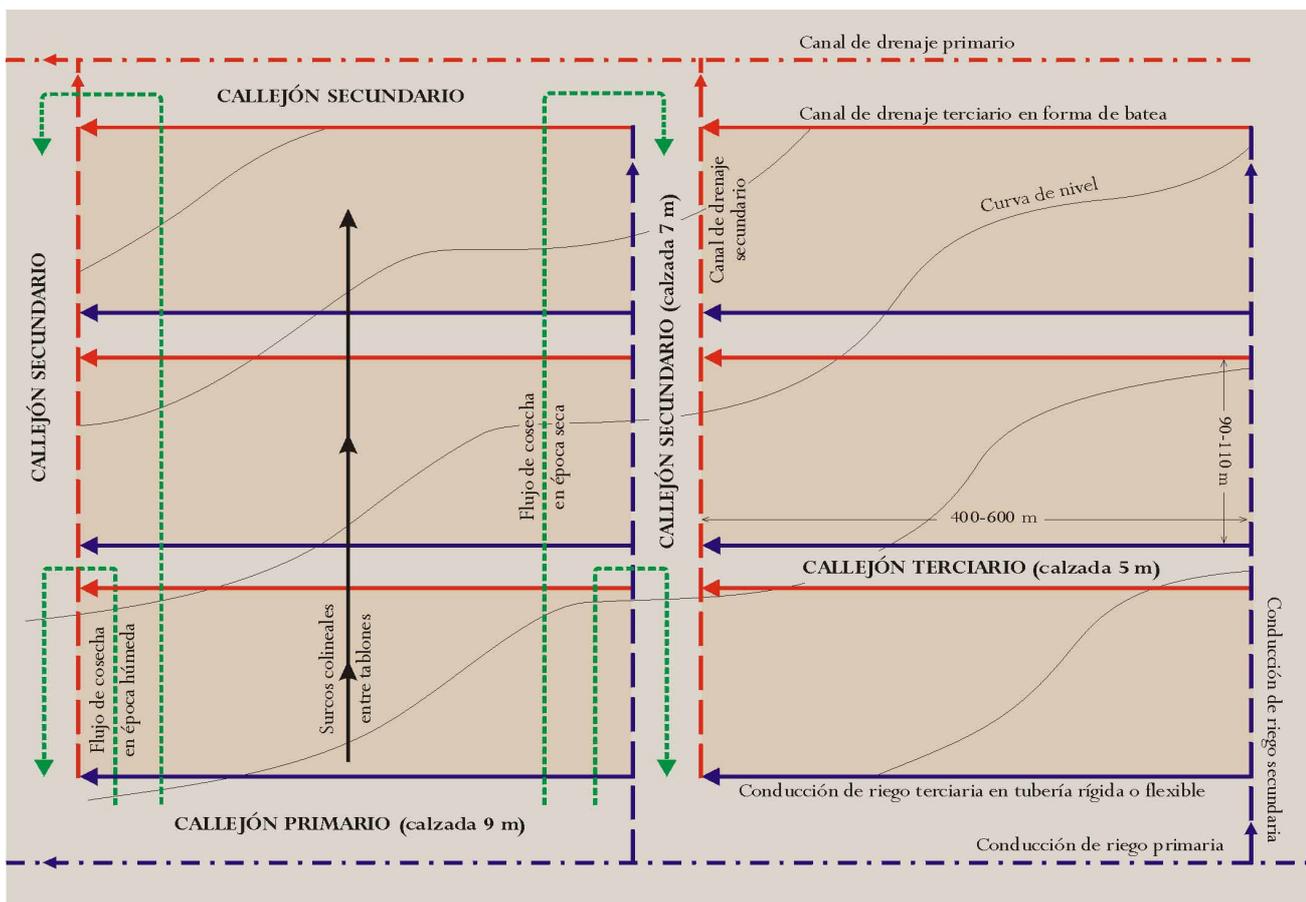


Figura 11. Nuevo diseño de campo para zonas húmedas.

En el terreno se compararon los métodos siguientes: (1) Nivelación tomando como referencia el perfil de la acequia de riego, (2) nivelación, a partir de los perfiles de las acequias de riego y drenaje y (3) nivelación por centroide que consiste en ajustar un plano con pendientes longitudinal y transversal, pasando por el centro geométrico o centroide del área. El rendimiento de los equipos (12.9 h/ha) y el costo de la nivelación por hectárea (Col\$460,000) fueron similares para los tres métodos. No obstante, la nivelación por centroide demostró ventajas en el seguimiento y control del proceso de nivelación. El uso de este método de precisión ayudará a mejorar la calidad de la nivelación de los campos, tanto en zonas secas como en húmedas. Los criterios de diseño seleccionados para zonas húmedas serán evaluados en otros campos comerciales en el curso de 2003. Actualmente se están evaluando el desempeño de la maquinaria y los equipos de cultivo y la facilidad para manejar los excesos de humedad superficial.

## Manejo del agua

### Manejo del riego en campos con residuos de cosecha

La gran cantidad de residuos en el campo después de la cosecha de caña en verde exige replantear el manejo del riego por surcos en las socas, mediante su adaptación al esquema seguido para el manejo de los residuos. La presencia de residuos en los entresurcos del encalle dificulta la aplicación del agua de riego y, por consiguiente, el esquema de riego por surco alterno debe ser modificado para garantizar la economía de agua.

Cuando el encalle de residuos se hace al 2x1 se pueden presentar dos opciones: (1) en épocas secas se recomienda colocar el agua en los dos surcos libres de residuos, y (2) en las épocas lluviosas que presenten ciclos secos de corta duración y el balance hídrico señale la necesidad de regar, se sugiere inicialmente colocar el agua en una de las calles sin residuos, lo que significa un ahorro potencial de agua de 67%, valor que es superior en 17% al ahorro potencial de agua en el esquema de riego por surco alterno; si durante las dos semanas siguientes no ocurren lluvias significativas se debe regar colocando el agua en los surcos sin residuos que no fueron regados previamente. Esta opción puede ser utilizada en zonas donde la disponibilidad de agua para riego es muy baja.



Formas de aplicación del agua de riego en épocas secas (izquierda) y épocas con probabilidad alta de ocurrencia de lluvias (derecha) en campos con residuos de cosecha encallados al 2x1.

El picado de los residuos y su incorporación en el suelo constituyen la mejor opción para el manejo de residuos de la cosecha en verde, tanto en épocas secas como en épocas húmedas. Con este manejo, los residuos picados no interfieren con las labores de cultivo y el esquema tradicional de riego por surco alterno puede ser utilizado sin modificaciones.

## Riego por pulsos

Este sistema fue evaluado con el Ingenio Manuelita en 17 campos comerciales, usando caudales que variaron entre 4 y 6 l por surco. En campos bien nivelados y aporcados con longitudes de surco entre 130 y 140 m se confirmó un ahorro de agua aproximado de 30% y una aplicación, promedio, de 1200 m<sup>3</sup>/ha en surco alterno con caudal continuo. El riego por pulsos sigue teniendo un gran potencial en la economía de agua, como lo demuestran las eficiencias altas de aplicación que superaron el 70% en la mayoría de los eventos evaluados y de almacenamiento de agua en la zona de raíces que alcanzó, en promedio, 85%. No obstante, en algunos campos se obtuvieron valores más bajos debido a que los caudales de 6 l/seg resultaron en altas velocidades de avance del agua en el surco; en estos sitios se recomienda reducir el caudal por surco a 3 l/seg. Se realizarán evaluaciones para determinar el rendimiento administrativo en términos de área regada por jornal.

## Reducción en los costos de riego

El uso de gas licuado de petróleo (GLP) en motores de combustión interna es una alternativa para la reducción en los costos que representan las tarifas altas de la energía eléctrica utilizada para la extracción de agua desde pozos profundos. La energía eléctrica en este caso representa entre el 60% y el 80% del costo del agua que se utiliza para el riego de la caña de azúcar. CENICAÑA colaboró con el Comité de Campo de ASOCAÑA en la evaluación económica de diferentes fuentes de energía que se utilizan para el bombeo de agua desde pozos profundos. En esta oportunidad, en el Ingenio Manuelita se evaluó el GLP como fuente de energía de bajo costo para mover un motor de gasolina de 100 HP. Este combustible es una mezcla de 60% de butano y 40% de propano, que puede ser utilizado en motores de combustión interna mediante la instalación de aditamentos especiales.

En 2002 el costo de un motor de gasolina de 100 HP variaba entre Col\$5 y \$20 millones. A este costo se le deben agregar los de adecuación e instalación (en millones), que según el tipo de combustible eran los siguientes: GLP (\$18), diésel (\$37), eléctrico (\$100). Los costos por hora de los combustibles en ese año eran: \$9,000 (GLP), \$10,000 (diésel) y \$13,000 (electricidad). Lo anterior indica que los costos de operación del pozo con GLP fueron 30% menores que con electricidad y 10% menores que con diésel. En los años secos con presencia del fenómeno El Niño los pozos se operan, en promedio, entre 3500 y 4000 horas. Teniendo en cuenta estos resultados, en los ingenios Manuelita, Incauca y Providencia fueron acondicionados motores para trabajar con GLP y durante el año próximo se realizará el estudio económico de los consumos causados en la labor de bombeo.

## **Nutrición y fertilización**

En septiembre y octubre de 2002, los doctores Graham Kingston (Bureau of Sugar Experiment Stations, BSES, Australia), Gaspar H. Korndörfer (Universidad Federal de Uberlandia, Brasil) y Arjan J. Gijsman (Universidad de la Florida, Estados Unidos) fueron invitados por CENICAÑA para que revisaran las investigaciones realizadas y los resultados obtenidos en el área de nutrición y fertilización de la caña de azúcar. De acuerdo con sus conclusiones, las investigaciones han sido bien planificadas y se han desarrollado de acuerdo con las normas del rigor científico, además, la información generada ha sido de gran utilidad para mejorar la eficiencia del uso de los fertilizantes, el establecimiento de los niveles críticos de fertilización, la conformación de grupos de manejo de suelos y el desarrollo de un sistema experto de fertilización.

Los revisores sugirieron profundizar en el conocimiento de los procesos y en la dinámica de la materia orgánica y los nutrimentos en el suelo, especialmente el nitrógeno; la descomposición y el aporte de nutrimentos por los residuos de la caña; la respuesta a la aplicación de elementos menores; el conocimiento del impacto ambiental de los fertilizantes; el uso de subproductos de fábrica; la realización de análisis económicos del uso de cachaza y la obtención de la información necesaria para el desarrollo de modelos de cultivo de la caña de azúcar. Estas recomendaciones, y las necesidades de investigación del sector azucarero, constituyen la base para el desarrollo del plan de investigación en el área de nutrición y fertilización de CENICAÑA.

### **Cambios en el suelo por la incorporación de residuos**

Con la incorporación de los residuos de la cosecha en verde se busca mejorar la fertilidad del suelo y en el largo plazo reducir las cantidades de fertilizantes que actualmente se aplican.

En un Inceptisols seco se encontró que la incorporación continua de los residuos de la cosecha en verde de la variedad CC 85-92 afectó negativamente el rebrote de la soca, no obstante, a los seis meses los contenidos de N foliar aumentaron como resultado de la liberación de este nutrimento después del proceso de descomposición y mineralización de residuos. El contenido de K en el tejido foliar de la primera soca aumentó a partir de 3 meses de edad del cultivo, lo que indica que su liberación, por no estar asociada con los tejidos de la planta, es más rápida que la de nitrógeno.

En este ensayo la producción de la primera soca fue mayor en las parcelas sin residuos de cosecha que en las parcelas donde los residuos se encallaron al 2x1 y al 2x2. La mayor producción de caña en las parcelas sin residuos se relacionó con la mayor área laborada en este sistema que facilita mecanizar el área total cultivada; mientras que en el sistema de encalle 2x1 se rotura solamente el 67% y en el 2x2 el 50% del área.

Además de los estudios sobre los efectos en el suelo de la incorporación de diferentes cantidades de residuos de cosecha se están evaluando, conjuntamente, los efectos de la aplicación de dosis variables de N, P y K. Los resultados preliminares en la primera soca

de la variedad CC 85-92 mostraron una mayor respuesta en producción de caña a las aplicaciones de estos nutrimentos cuando se incorporaron los residuos de la plantilla.

Con el fin de cuantificar el efecto de los residuos sobre las propiedades y la fertilidad del suelo, los ensayos que se encuentran en proceso en los ingenios tendrán una duración estimada de diez cortes, mientras que en la estación experimental de CENICAÑA se proyectan a más largo plazo.

### **Formas y dosis de aplicación de nitrógeno**

Con el propósito de mejorar la eficiencia del nitrógeno aplicado, se están evaluando varias dosis de este nutrimento y las aplicaciones al voleo dirigidas a la base de los tallos, en banda superficial y en banda incorporada en el suelo.

Los experimentos en un suelo Juanchito (Inceptisols muy húmedo, zona agroecológica 9C4) y en un suelo Florida (Mollisols seco, zona agroecológica 4C1) no mostraron diferencias en producción entre los métodos de aplicación de N. Las mayores producciones de caña en el suelo húmedo se obtuvieron cuando el N se aplicó en banda superficial, tanto en plantilla como en la primera soca, y en el suelo seco cuando las aplicaciones se hicieron en banda con incorporación en el suelo. Esto se explica por la diferencia en el pH entre ambos suelos que influye en las pérdidas por volatilización de la urea. Estas diferencias y la baja precipitación hacen que en los suelos secos sea necesario incorporar la urea para evitar pérdidas por volatilización y facilitar la absorción del N colocado cerca de la zona de raíces.

Los resultados de dos cortes consecutivos de la variedad CC 84-75 en el suelo Juanchito (Inceptisols, Grupo de manejo no.9) muy arcilloso y muy húmedo muestran que en este tipo de suelo las aplicaciones de nitrógeno en banda superficial son tan eficientes como las aplicaciones en banda e incorporado en el suelo. Esto es importante debido a que con mucha frecuencia, cuando se presenta alta humedad, las aplicaciones de los fertilizantes nitrogenados se retrasan en espera de condiciones más secas que permitan incorporarlos en el suelo mediante el uso de maquinaria.

La respuesta a las dosis de N aplicadas fue mayor en el suelo Juanchito que en el suelo Florida. En el primero, las mayores producciones de caña y azúcar de la variedad CC 84-75 se obtuvieron en el primer corte con la aplicación de 150 kg/ha de N y en la primera soca con 200 kg/ha de N, aplicados en banda superficial. En el suelo Florida, las mayores producciones en la plantilla de la variedad CC 85-92 se obtuvieron con la dosis de 100 kg/ha de N, aplicada en banda con incorporación en el suelo.

Los suelos Juanchito usados en este experimento presentan limitaciones en su capacidad para producir caña debido, principalmente, al alto contenido de arcilla, a la presencia de niveles freáticos cercanos a la superficie y a la baja fertilidad. En este sitio fue necesario terminar los trabajos de investigación debido a la quema accidental de las parcelas experimentales. En el suelo Florida las evaluaciones continuarán hasta la tercera soca.

## Sistema Experto de Fertilización (SEF)

Las recomendaciones de fertilización para el cultivo de la caña de azúcar en los suelos de la parte plana del valle del río Cauca están basadas en los resultados del análisis del suelo, en algunas características físicas fácilmente identificables en el lote y en variables relacionadas con el cultivo como la variedad de caña y el número de corte.

Los resultados de las investigaciones realizadas por CENICAÑA con la colaboración de los ingenios azucareros han sido correlacionados con factores de suelo y de cultivo para desarrollar recomendaciones sobre las dosis, las formas, las épocas de aplicación de los fertilizantes y las fuentes de nutrimentos con el propósito de lograr un uso más eficiente de estos insumos.

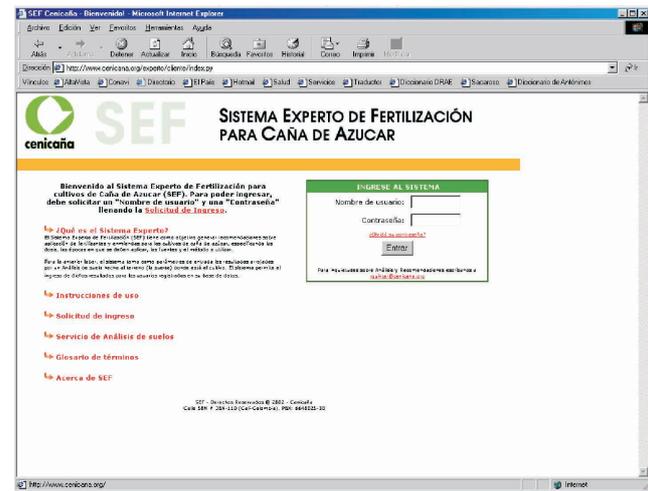
El Sistema Experto de Fertilización (SEF) es una herramienta automatizada y dinámica que permite su actualización cada vez que lo justifiquen los resultados de las investigaciones sobre nutrición y fertilización de la caña de azúcar. Efectuadas las etapas de conceptualización, sistematización y pruebas se hará una revisión de desempeño del sistema antes de incluirlo en la página web de CENICAÑA donde los usuarios autorizados obtendrán las recomendaciones de fertilización para sus plantaciones (ver página 53).

## Manejo de residuos de cosecha

En el valle geográfico del río Cauca la distancia entre surcos más común en el cultivo de la caña es igual a 1.50 m, aunque en los últimos años se ha observado cierta tendencia hacia las siembras a 1.75 m y actualmente se están estableciendo algunos campos con espaciamentos de 1.65 m. Con estas nuevas distancias entre surcos se busca un mayor espacio para acomodar los residuos de la cosecha en verde, a la vez que se facilita el tráfico de los equipos. No obstante, aún se observan desfases en relación con las trochas de los vagones y tractores que se utilizan para sacar la caña de los campos, lo cual ocasiona daños directos sobre las cepas y compactación del suelo, especialmente durante la cosecha en períodos húmedos.

El nuevo sistema de cultivoa en Surco Doble Modificado (SDM) se encuentra en investigación dentro de las tecnologías apropiadas para el manejo del cultivo en condiciones de caña verde que reduzcan el daño directo por el tráfico de la maquinaria, se adapten a los sistemas de cosecha manual o mecánica y además faciliten el manejo de los residuos de la cosecha en verde. En este sistema los vagones pueden transitar por las zonas específicas que corresponden a los espacios amplios existentes entre los conjuntos de tres surcos dobles, evitando de esta manera el daño directo al cultivo.

Las evaluaciones realizadas en 160 ha sembradas con SDM indican la necesidad de hacer cambios en todas las labores y equipos de cultivo, incluyendo el surcado de los campos, la siembra, los riegos de germinación, el control de malezas, los equipos para la



incorporación de los fertilizantes en el suelo, los accesorios para aporque, la forma de regar y la cantidad de agua aplicada, la forma de corte y cosecha de la caña y la forma de acomodación de los residuos. Los resultados obtenidos con el SDM han sido promisorios por los ahorros en la cantidad de semilla, el menor uso de fertilizantes, el ahorro en agua para riego y la facilidad para inspeccionar los campos. En el curso de 2003 se cosecharán algunos campos con el fin de aclarar la duda que existe sobre los efectos del sistema en la producción.



*Esquema del sistema de cultivo en Surco Doble Modificado (SDM) propuesto por CENICAÑA.*

## **Picadora de residuos**

La necesidad de eliminar la quema de la caña antes de la cosecha ha impulsado paulatinamente al sector azucarero hacia la adopción de la cosecha mecanizada. Este tipo de cosecha ha mostrado ser una alternativa viable frente a los altos costos de la cosecha manual de caña verde. Independiente del tipo de cosecha en verde (manual o mecanizada) queda en el campo una gran cantidad de residuos cuyo encalle es dispendioso y costoso. En trabajos realizados por CENICAÑA se observó que la cosechadora de forrajes Claas Jaguar 880 acoplada a un cabezal diseñado especialmente es una opción viable para el manejo de los residuos picados resultantes de la cosecha manual de caña en verde en áreas comerciales. El volumen de los residuos disminuye ostensiblemente cuando se pican y, lo que es más importante, los residuos picados permiten la ejecución de todas las labores mecanizadas convencionales que se efectúan para el levantamiento del cultivo, sin producir atascamiento de los implementos. En la medida en que se adelantan estas labores, los residuos picados se van incorporando en el suelo y de esta forma se acelera su descomposición.

Los técnicos de CENICAÑA consideran que el desarrollo de la parte frontal de esta picadora de residuos es satisfactorio, siendo bueno su desempeño en términos de área de trabajo —entre 0.7 y 1.2 ha/h, equivalentes a 30 - 60 t/h de residuos picados—. El mecanismo frontal está siendo patentado y se están realizando los contactos con firmas comerciales productoras de maquinaria agrícola para que retomen los diseños y construyan los equipos requeridos por la industria azucarera colombiana.

Picar los residuos de la cosecha en verde es una práctica que facilita las labores mecanizadas para el levantamiento de las socas. CENICAÑA está tramitando la patente de modelo de utilidad de un cabezal diseñado para el efecto, el cual ha mostrado resultados satisfactorios al ser acoplado en la parte frontal de una cosechadora de forrajes Claas Jaguar 880.



DÍA DE CAMPO, CENICAÑA 25 AÑOS

## Susceptibilidad de los suelos a la compactación

La cosecha continua de caña a través del año, incluyendo los períodos de lluvia, conduce a la compactación de los suelos y al daño directo en el cultivo por el tráfico de los equipos sobre las cepas de caña. Los resultados de los estudios realizados por CENICAÑA muestran que debido a esta última práctica las reducciones en producción pueden llegar hasta 40%, mientras que por la compactación del suelo son menores (entre 10% y 15%) debido a que las labores de cultivo permiten en gran parte la restitución de las condiciones del suelo.

Actualmente se realizan trabajos con el propósito de establecer una metodología que ayude a reconocer la susceptibilidad de los suelos a la compactación y formular una secuencia lógica con el fin de programar la cosecha de los campos en períodos de lluvias, de tal manera que se reduzcan los daños en el suelo.

Los suelos agrícolas están sometidos a esfuerzos provocados por las cargas del tráfico de la maquinaria en los campos, lo que resulta en problemas de compactación. Cuando las condiciones son húmedas, los suelos arcillosos se deforman fácilmente con el paso de la maquinaria y los incrementos en la densidad aparente son menores, por tanto, son menos susceptibles a la compactación, como lo demuestran los estudios en laboratorio utilizando el martillo Proctor.

Es necesario tener en cuenta que es más fácil corregir los daños por compactación mediante labores de cultivo, que aquellos debidos a la deformación provocada por las llantas en el suelo superficial en forma de huellas profundas donde se almacena el agua de las lluvias. Estas huellas o depresiones, sumadas al efecto del tráfico directo sobre las cepas, obligan en algunos casos a la renovación de la plantación.

La metodología para asignar la susceptibilidad de los suelos a la compactación debe ser utilizada de manera racional, con el fin de determinar los riesgos de daños por la cosecha en condiciones húmedas. Este es un trabajo que se debe realizar con los suelos más representativos del valle geográfico del río Cauca.

# Reducción de las pérdidas de sacarosa

En 2002 finalizaron las investigaciones orientadas a reducir las pérdidas de sacarosa ocurridas entre la cosecha y la molienda de la caña y se lograron avances significativos en los procesos asociados con las pérdidas de sacarosa en bagazo y miel final. Los resultados y las conclusiones de estos trabajos han contribuido significativamente a la reducción de las pérdidas en el sector azucarero colombiano, como se detalla a continuación.

## Entre cosecha y molienda

Este proyecto contó con la cofinanciación del sector azucarero colombiano y de COLCIENCIAS. Durante el desarrollo de las investigaciones se generaron metodologías y se establecieron los rangos de pérdidas de sacarosa entre cosecha y molienda asociados, principalmente, con los tiempos de permanencia de la caña en campo o en patios de las fábricas y con la presencia de la materia extraña incorporada durante el corte y el alce.

Mediante un análisis de regresión múltiple para los datos comerciales de sacarosa determinada en las fábricas de tres ingenios, de acuerdo con los niveles de materia extraña y tiempos de permanencia entre corte y molienda se estableció que por cada unidad porcentual de materia extraña la sacarosa % caña disminuye entre 0.15 y 0.24 unidades, lo que corresponde respectivamente a reducciones de sacarosa (expresada como sacarosa % caña) del orden de 1% y 1.5%. Además, por cada hora de permanencia de la caña en el campo o en los equipos de transporte se observaron pérdidas de sacarosa (en sacarosa % caña) entre 0.08% y 0.15%, equivalentes a reducciones de 0.011 y 0.023 unidades, respectivamente, confirmando así los resultados obtenidos en la investigación (Cuadro 7).

Cuadro 7. Regresión múltiple de la sacarosa % caña vs. materia extraña (ME) y tiempos de permanencia (T) en tres ingenios del sector azucarero colombiano. Datos comerciales obtenidos entre enero de 2000 y octubre de 2001.

Ingenio	Ecuaciones de regresión
A	Sacarosa (% caña) = 16 – 0.24(%ME) – 0.023(T)
B*	Sacarosa (% caña) = 15 – 0.20(%ME) – 0.012(T)
C	Sacarosa (% caña) = 14 – 0.15(%ME) – 0.011(T)

\* Promedios de las variedades MZC 74-275, PR 61-632 y CC 85-92.

En 2002 el promedio del tiempo de permanencia de la caña en campo fue inferior a 40 horas, lo que significó una reducción aproximada de 20 horas en relación con 1997. Teniendo en cuenta que las mayores pérdidas de sacarosa (hasta 10% en sacarosa % caña en 12 h) suceden por el apilamiento de la caña en los patios de la fábrica, ocho ingenios del sector han adoptado la política de cero horas de apilamiento en patios.

Con respecto a la materia extraña, el promedio entre 1997 y 2002 con corte manual en verde y con quema fue de 7% en épocas secas y de 11% en períodos de alta precipitación. No obstante, en caña cosechada en época seca con el sistema manual varios ingenios que hacen seguimiento y control durante la cosecha registran valores de materia extraña de 3.5% en promedio. Por otra parte, tres ingenios de la región pioneros en el corte verde limpio han logrado cosechar con este sistema entre 20% y 30% de la caña, lo cual ha contribuido a un incremento del rendimiento en fábrica.

## En bagazo

En el desarrollo de este proyecto, dirigido a reducir las pérdidas de sacarosa en el bagazo, durante 2002 fueron evaluados los procesos de preparación y extracción en varios ingenios, se continuó con el desarrollo de modelos de extracción, se exploró una nueva metodología para el diagnóstico del funcionamiento de las unidades de preparación y molienda usando la prensa hidráulica y se prosiguió con la evaluación de la imbibición en el primer molino.

## Evaluación de los procesos de preparación y extracción

Con el uso del laboratorio móvil se han identificado deficiencias en los procesos de preparación y molienda en varios ingenios, como consecuencia de condiciones mecánicas deficientes, prácticas de operación no estandarizadas y el efecto que tienen los cambios geométricos, operativos y de mantenimiento.

**Metodología de prensado de materiales.** Se evaluaron las posibilidades que ofrece la aplicación de la metodología del prensado de materiales (caña preparada y bagazos) como herramienta de



ESTACIÓN DE MOLINOS, INGENIO PROVIDENCIA

Para reducir el contenido de sacarosa en el bagazo CENICAÑA presta servicios de evaluación en las estaciones de preparación y molienda, al tiempo que desarrolla modelos de extracción y metodologías para el diagnóstico de las operaciones en estas etapas del proceso.

La calidad de los materiales entregados para la elaboración del azúcar es una referencia en el balance final de la actividad productiva.

evaluación y diagnóstico frente al método tradicional por desintegración. El prensado tiene como ventaja principal que no se requiere la dilución del jugo, lo que reduce el número de mediciones, la posibilidad de error y la necesidad de utilizar el refractómetro cerca al límite inferior de su escala; además, el tiempo para los análisis es menor: sólo se necesita 1 min de prensado a 3550 psig vs. 30 - 40 min que se requieren para desintegrar una muestra.

Es importante señalar que los resultados obtenidos mediante la nueva técnica del prensado de materiales no fueron significativamente diferentes a los obtenidos en forma simultánea mediante desintegración húmeda.

***Imbibición del primer molino.*** Utilizando los equipos del laboratorio móvil, en dos ingenios se realizó una evaluación del proceso de extracción con el objeto de cuantificar el efecto de la aplicación de imbibición sobre el primer molino (jugo del segundo molino) en la extracción de sacarosa.

En el primer ingenio, que tenía una preparación de 75 POC y un tándem de cinco molinos, la extracción del molino se incrementó en 9.6% y la extracción total del tándem en 1.2%. En el segundo ingenio, que tenía una preparación similar y un tándem de seis molinos, a pesar de que no se descargó en la caña todo el jugo drenado por el segundo molino, se observaron incrementos de 5% en la extracción del primer molino y de 0.5% en el global del tándem. Sin embargo, en el sector azucarero existe cierto grado de resistencia a un proyecto de imbibición del primer molino, ya que introduce “ruido” en la medición de la pureza del jugo de primera extracción (un parámetro de calidad de la caña), lo que obliga a la suspensión de la imbibición para la toma de las muestras.

***Técnicas de ajustes de molinos.*** Durante 2002 se brindó apoyo a la gestión de operación de estaciones de molienda en varios ingenios, mediante la aplicación de técnicas de ajustes basadas en la teoría de compactación, de uso generalizado en Australia, Brasil y Sudáfrica. Su aplicación ha permitido reducciones en problemas mecánicos de transmisiones de potencia y componentes de molinos, así como en la demanda de energía y mantenimiento, sin afectar la extracción.

## **En miel final**

Continuaron las actividades tendientes a reducir los niveles de las pérdidas causadas por el aumento de las mieles y por su contenido de sacarosa. Entre los trabajos se destacan los ajustes en la calidad de la suspensión alcohólica, realizados en colaboración con el Ingenio Providencia, y la validación de las ecuaciones de pureza esperada en mieles finales.

## **Calidad de la suspensión alcohólica**

Dentro del esquema de proyectos cooperativos con ingenios piloto, un equipo de trabajo conformado por técnicos del área de elaboración del Ingenio Providencia y técnicos de CENICAÑA realizó ajustes a la calidad de la suspensión alcohólica preparada en un molino de bolas construido en el Ingenio.

La experiencia en otros ingenios con la preparación de la suspensión alcohólica utilizando un equipo ‘Suma Slurry Mill’ (Tate & Lyle), cuyas suspensiones fueron caracterizadas en CENICAÑA, condujo al Ingenio Providencia a tomar la decisión de cambiar su molino de bolas por uno con capacidad de 6 l, velocidad de 180 r.p.m. y molienda mediante balines de acero de 1/4” a 6 mm de diámetro y peso total de 2.25 kg.

El procedimiento para preparar la suspensión alcohólica y la calidad de la misma cantidad de azúcar = 2.2 kg, volumen alcohol = 5 l, alcohol para lavado = 2 l, volumen de suspensión = 8 l, tiempo de molienda = 3 h, longitud promedio del cristal = 9.65 micras y coeficiente de variación = 44%. Con esta nueva calidad de la suspensión se hicieron los ajustes necesarios para el semillamiento completo.

### **Medición de la longitud del cristal en la suspensión alcohólica**

El equipo de trabajo Ingenio Providencia-CENICAÑA que desarrolló la metodología sobre la calidad de la suspensión alcohólica también evaluó la posibilidad de establecer un procedimiento para fijar el número mínimo de cristales que se debe medir, utilizando el equipo de análisis de imágenes adquirido recientemente por el Ingenio.

Actualmente, en la medición de la longitud de los cristales se emplean dos metodologías de caracterización: una para la suspensión alcohólica (en la cual el tamaño del cristal es muy pequeño: entre 2 y 50 micras) y otra para el cristal durante su crecimiento en la estación de tachos. Ambas metodologías han sido adoptadas por CENICAÑA utilizando la microscopia como sistema para establecer la longitud del cristal, no obstante, este procedimiento requiere demasiado tiempo para su ejecución.



TACHO CONTINUO VERTICAL, INGENIO PROVIDENCIA

CENICAÑA adelanta proyectos cooperativos con ingenios piloto para reducir las pérdidas de sacarosa debidas a la cantidad y la riqueza de las mieles finales. Los objetivos se consiguen en el marco de programas de mejoramiento continuo que involucran cambios específicos en equipos y procesos, así como actividades de investigación y estandarización de metodologías.

Con la nueva técnica, a partir de la información de varianza en cada población se hicieron estimaciones estadísticas descriptivas (percentiles y promedios) para cada componente. La metodología desarrollada indica el número de mediciones por población y por muestra y el número de cristales por medir dentro de cada imagen. Debido a que la medición de los cristales se realiza en forma automática, lo que se debe establecer, en este caso, es el número mínimo de cristales a medir por imagen.

Como resultado de estos ensayos se fijaron los criterios siguientes:

- Número de muestras que se debe medir: entre 2 y 4.
- Número mínimo de cristales por medir por imagen: entre 60 y 80. Para establecer este rango se tomó como criterio que en 50% de las 31 poblaciones de suspensión alcohólica caracterizadas, el número de cristales medidos por imagen fue de 85.
- Intervalo de confianza: 95%.
- Error máximo admisible en la estimación de la longitud: 0.5 micras.
- Para la varianza se tomaron los valores al percentil 50%.
- Finalmente, se seleccionó la combinación de tres muestras, diez imágenes dentro de cada muestra y la medición de un mínimo de 70 cristales por imagen.

### **Determinación de la ecuación de pureza esperada en mieles finales**

En octubre de 2000 se entregaron al sector azucarero las ecuaciones de pureza aparente esperada en mieles (sacarosa aparente/°Brix) a consistencias de 100 y 250 Pa.s<sup>p</sup>, las cuales fueron obtenidas siguiendo la metodología utilizada por investigadores australianos y empleando un cristalizador experimental diseñado y construido en CENICAÑA. En febrero de 2001 se obtuvieron las ecuaciones referidas a los mismos valores de consistencia en términos de pureza real (sacarosa por doble polarización/materia seca).

**Validación de las ecuaciones.** En 2001 y parte de 2002 se realizaron actividades de transferencia tecnológica con el propósito de promover en los ingenios la adopción de esta herramienta en la evaluación de la eficiencia del proceso de agotamiento de las mieles finales. Como una etapa complementaria de este proyecto se ha propuesto la validación de la ecuación en cada ingenio, con el fin de establecer el rango de desviación de su estimación.

De estos primeros ensayos se concluye que el Ingenio María Luisa presenta la pureza más alta en miel final del sector, mientras que el Ingenio Manuelita muestra el valor más bajo.

## Gestión energética

Los proyectos en marcha se orientan a consolidar la estandarización de índices energéticos, desarrollar el seguimiento de la gestión energética en los ingenios Manuelita, Incauca y Mayagüez como unidades generadoras de energía eléctrica y vapor y evaluar el uso de los residuos de la cosecha de caña en verde como fuente de energía.

## Grupo de Trabajo en Energía (GTE)

Las actividades adelantadas por este grupo interinstitucional CENICAÑA-ingenios han sido exitosas en el propósito de definir un primer protocolo de índices energéticos relacionados con la generación de vapor, la generación de energía eléctrica y el consumo de energía térmica y eléctrica del proceso y de toda la planta. De acuerdo con lo anterior se comenzó el intercambio interno y extraoficial de indicadores energéticos, lo que ha permitido la obtención de valores típicos para los ingenios participantes. Se espera que este intercambio sirva como base para programas de seguimiento, control y mejoramiento de la eficiencia energética de las fábricas. El GTE analiza y desarrolla actividades en el área energética con la coordinación de CENICAÑA.

### Índices energéticos sobre generación de vapor y energía eléctrica y consumo de energía térmica y eléctrica en ingenios colombianos.

#### Calderas

Humedad bagazo (%)  
Ceniza bagazo, base húmeda (%)  
PCS bagazo calculado – base húmeda (BTU/lbm)  
Eficiencia térmica calderas (%)  
Relación vapor/bagazo  
Consumo combustible adicional (%)

#### Generación de electricidad

Consumo específico de vapor (Lbv/kW-h)  
Generación de electricidad (kW-h/tc)  
Venta de electricidad (kW-h/tc)  
Exportación neta (kW-h/tc):  
Consumo eléctrico fábrica (kW-h/tc)  
Consumo eléctrico fábrica (kW-h/taz)  
Heat Rate Cogeneración (BTU/kW-h)  
Heat Rate Bruto (BTU/kW-h)  
Utilización de planta eléctrica (%)

#### Proceso de recuperación de azúcar

Molienda (tch)  
Imbibición % Caña  
Tiempo perdido  
Generación bruta (Lbv/tc)  
Generación neta (Lbv/tc)  
Escape a elaboración (Lbv/tc)  
Consumo escape (Lbv/t. brix JD)  
Brix JD  
Brix JC  
Brix meladura

#### Balance global fábrica

Combustible bagazo (kW-h/taz)  
Combustible diferente a bagazo (kW-h/taz)  
Generación diésel (kW-h/taz)  
Compra electricidad (kW-h/taz)  
Energía que entra a fábrica (kW-h/taz)  
Bagazo exporta (kW-h/taz)  
Venta electricidad (kW-h/taz)  
Elect. otras dependencias (kW-h/taz)  
Energía que sale de fábrica (kW-h/taz)  
Consumo neto fábrica (kW-h/taz)



INGENIO PROVIDENCIA

La gestión energética en los ingenios, considerados como generadores y usuarios de vapor y energía eléctrica, se define mediante proyectos complementarios relacionados con temas técnicos y económicos en campo y fábrica.

### **Proyecto GEF-ASOCAÑA**

Una de las actividades del proyecto “Cogeneración industrial para el sector azucarero colombiano introduciendo y aplicando el enfoque de Empresas de Servicios Energéticos (ESCO)” es el seguimiento energético en los ingenios piloto (Incauca, Manuelita y Mayagüez) considerados como estaciones de generación y como usuarios de vapor y energía eléctrica. Esta actividad finalizará en febrero de 2003 y complementará los resultados del proyecto, los cuales servirán de base para realizar otros estudios y análisis relacionados con el tema en el marco de proyectos similares.

### **Utilización de los residuos de cosecha con fines energéticos**

A partir de residuos de cosecha picados con la máquina CLAAS-CENICAÑA se realizaron pruebas de combustión en Incauca utilizando dos calderas que queman normalmente bagazo y una que quema simultáneamente bagazo y carbón. Las evaluaciones incluyeron el seguimiento de las calderas en operación normal y con la mezcla bagazo + residuo de cosecha mediante el registro del comportamiento de las principales variables y prestando atención al impacto posible de la entrada de residuos. En general, mientras el residuo utilizado mostró una humedad  $< 56\%$  no se presentaron diferencias importantes en la temperatura y la presión del vapor generados, permaneciendo éstos dentro del rango típico de operación. Cuando la humedad alcanzó el  $61\%$ , después de 70 mm de precipitación, surgieron problemas de

combustión, particularmente en el arranque de una de las calderas, lo que obligó a suspender la combustión del residuo.

Simultáneamente con las pruebas de la máquina picadora se ha venido mejorando la hoja de cálculo desarrollada en abril de 2002 y que se utiliza para el registro de información. Esta hoja está basada en el estudio de factibilidad del manejo de residuos de cosecha en verde de caña de azúcar para generar energía eléctrica y permite actualizar los datos de costos de operación del manejo del residuo (recolección, transporte, descargue y mezcla con bagazo), evaluar alternativas de recolección y transporte, y realizar análisis de sensibilidad en diferentes escenarios donde se pueden variar la humedad del residuo, la capacidad de trabajo de la máquina, el medio de transporte utilizado y los costos de manejo del residuo en el campo. Además, muestra la pérdida o ganancia económica cuando este residuo sustituye otros combustibles como carbón, bagazo o fuel-oil.

## Estandarización de los sistemas de medición en los ingenios

Durante 2002 se consolidó el sistema de intercambio de información estandarizada entre ingenios y se publicó el Manual de Laboratorio “Pruebas y Ensayos Interlaboratorios, Fundamentación Estadística”, volumen 2 de la colección Estandarización de los Sistemas de Medición en los Ingenios Azucareros de Colombia. Como parte de las actividades de apoyo, se atendieron solicitudes de cuatro ingenios tendientes a la obtención de un mejor ajuste en los balances de sacarosa en fábrica.

### Índices de gestión de fábrica

Las actividades en este proyecto tienen como fundamento el intercambio de la información estandarizada entre ingenios, a partir de la cual se diseñó, con el apoyo del Servicio de Tecnología Informática de CENICAÑA, la base de datos Índices del Programa de Fábrica (IPF), herramienta de gran utilidad para el análisis del comportamiento de los indicadores de gestión del proceso fabril y el *benchmarking* en casos individuales de los ingenios que participan en este intercambio. Para desarrollar una interpretación unificada de los índices de gestión de fábrica se conformó un grupo de trabajo integrado por jefes de laboratorio y control de calidad de ingenios y personal de CENICAÑA. Este grupo elaboró el documento Guía de Interpretación para los Índices de Gestión de Fábrica, en el cual se definen los conceptos e interrelaciones de cada índice. Las definiciones fueron introducidas en octubre de 2002 en el formato de intercambio.

### Estudio comparativo de metodologías

Dentro de los programas de pruebas que se realizan con el concurso de los jefes de los laboratorios y control de calidad de los ingenios, durante 2002 se hizo una evaluación preliminar de la determinación de sacarosa en miel final, con el objeto de reemplazar el subacetato de plomo por otro clarificante de menor impacto ambiental. Para este trabajo se establecieron los métodos, pautas y procedimientos en un protocolo elaborado por un grupo de trabajo específico en mieles. Teniendo en cuenta las experiencias previas en los ingenios y CENICAÑA, los criterios de evaluación de los métodos se definieron en función de la correlación de los resultados con el método de referencia y la precisión (repetibilidad) de cada uno de ellos. Se encontró que las mezclas de sulfato de aluminio + cal viva y cloruro de aluminio + hidróxido de calcio son las alternativas más probables como métodos alternos para reemplazar el subacetato de plomo. Este estudio comparativo será continuado una vez los ingenios participantes se familiaricen y tengan un mejor conocimiento de las metodologías.



LABORATORIO DE CALIDAD, INGENIO LA CABAÑA

Con el desarrollo y la adopción de nuevas metodologías de medición en los ingenios se busca disminuir los costos y el tiempo de los análisis conservando el ambiente sano. El uso estandarizado de las metodologías promueve el desarrollo tecnológico del sector al ofrecer índices confiables de referencia sobre las oportunidades de introducir mejoras en los procesos productivos.

## **Gestión ambiental**

Desde 1999, cuando CENICAÑA inició los estudios sobre impacto ambiental con proyectos específicos en el área de fábrica, se han estudiado y validado metodologías de muestreo y medición de caudales, material particulado y lavado de caña.

### **Evaluación de los sistemas de limpieza de caña**

Con el fin de minimizar el efecto de la materia extraña en el proceso fabril, el Ingenio Providencia estableció en 1997 un sistema de limpieza en seco para la caña que entra a patios. Para medir la eficiencia de este sistema es necesario conocer la cantidad de materia extraña que se recibe, por tanto, se realizó un estudio con el objeto de evaluar los factores que afectan su medición, utilizando el sistema de muestreo Core Sampler y la separación manual de sus componentes para las determinaciones en el laboratorio, teniendo en cuenta las variables asociadas con la representatividad de la muestra y la confiabilidad de la medición.

Se midieron la cantidad de materia extraña que llega a fábrica (vegetal, mineral y total), la cantidad de muestra tomada (peso) y la frecuencia de muestreo diario por sistema de corte de la caña (quemada, quemada en forma accidental, verde sin limpiar y verde limpia). Los resultados obtenidos hasta ahora no indican una relación entre los sistemas de corte y la variabilidad de las observaciones diarias de la materia y el peso de la muestra.

### **Diagnóstico de la residualidad de agroquímicos**

Este proyecto tiene como finalidad el conocimiento de las características de los agroquímicos más utilizados en la agroindustria azucarera, con el objeto de definir políticas y estrategias de manejo para reducir su posible impacto ambiental de acuerdo con los lineamientos de un desarrollo sostenible y una producción limpia. Como punto de partida se definieron y analizaron las zonas caracterizadas por altas precipitaciones y niveles freáticos superficiales con suelos arcillosos o arenosos y cercanas a fuentes de agua, condiciones que inciden en el comportamiento de los agroquímicos y pueden favorecer su movimiento en el suelo y transporte hacia el agua subterránea.

Con el apoyo del sistema de información geográfica de CENICAÑA se establecieron las áreas susceptibles a la residualidad de los productos químicos aplicados en el cultivo de la caña de azúcar, al tiempo que se recolectó la información relacionada con las características de los agroquímicos más utilizados, su dosis y frecuencia de aplicación. Con base en esta información, en 2002 se inició la determinación de los niveles y dosis de los productos identificados que representan riesgo potencial en el suelo, las plantas, el agua y productos terminados, y su comparación con las normas nacionales e internacionales para establecer su residualidad y posible impacto.

# Programa de procesos de fábrica, 1992-2002

En 2002 el Programa de Procesos de Fábrica de CENICAÑA cumplió diez años de actividades. Entre 1992 y 1997 recibió asesoría del Sugar Research Institute (SRI) de Australia y actualmente trabaja con la modalidad de proyectos cooperativos en temas específicos con ingenios piloto, lo que permite una mejor transferencia de los resultados obtenidos a todo el sector. Para estos trabajos se cuenta con el apoyo y cooperación de las universidades Nacional de Colombia, del Valle, Industrial de Santander, de los Andes y Javeriana.

Las líneas de investigación y servicios están centradas en ingeniería de procesos (mecánicos y químicos), análisis de laboratorio, estandarización de la métrica, gestión energética, estudios de medio ambiente relacionados con los procesos fabriles y reducción de las pérdidas de sacarosa desde la cosecha de la caña hasta el empaque del azúcar. Los resultados han sido de gran utilidad para mejorar la eficiencia en los procesos agroindustriales, como lo comprueban las opiniones y conceptos obtenidos en consultas con el personal técnico y administrativo de los ingenios.

Los resultados, los productos y las conclusiones conseguidos durante el desarrollo de los proyectos y las actividades se pueden consultar en el Servicio de Información y Documentación de la Caña de Azúcar de CENICAÑA.



ESTACIÓN EXPERIMENTAL CENICAÑA



La ejecución de programas de capacitación en temas de interés prioritario para el sector ha sido una de las contribuciones más importantes del Programa de Procesos de Fábrica durante sus diez años de actividades.

*Más información sobre los productos relevantes en las páginas siguientes.*

## Resultados y productos relevantes

Algunos de los resultados y los productos más importantes en estos diez años de investigación y servicios se detallan a continuación.

### Reducción de pérdidas de sacarosa entre cosecha y molienda

- Establecimiento y validación de las metodologías y los rangos de pérdidas de sacarosa atribuibles a la quema y a los tiempos de permanencia de la caña en el campo, en equipos de transporte (vagones) y en patios de la fábrica.
- Desarrollo de una ecuación para ajustar las pérdidas porcentuales promedio de sacarosa detectadas en función del tiempo de permanencia de la caña en el campo

$$\% \text{ pérdidas de sacarosa} = 100 - 100 e^{-0.001x} \quad R^2 = 0.98$$

donde,

x = número de horas después del corte.

- Las pérdidas de sacarosa debidas a la quema de la caña como práctica de cosecha fueron estimadas en 3% en promedio, con un rango entre 0% y 6%, determinadas mediante el método no-destructivo y cromatografía líquida de alta eficiencia (HPLC).
- Mediante análisis de correlación lineal múltiple de los resultados de un ensayo comercial con la variedad CC 85-92 utilizando diferentes sistemas de cosecha se establecieron las variaciones o reducciones en el rendimiento por cada unidad porcentual de materia extraña y por cada hora de apilamiento o permanencia de la caña en el campo.



### Reducción de pérdidas

El establecimiento de las causas y los efectos del sistema de cosecha, los tiempos de permanencia de la caña entre cosecha y molienda y el contenido de la materia extraña orientaron las decisiones de mejoramiento en los ingenios para reducir las pérdidas de sacarosa en estas etapas del proceso.

Entre 1998 y 2002, sólo por reducir los tiempos de permanencia la industria aumentó entre 0.50 y 0.70 las toneladas

de azúcar recuperadas por cada 100 toneladas de caña molidas.

Se estima que el ingreso neto adicional atribuido a los desarrollos de CENICAÑA oscila entre Col\$36,200 y \$50,680 por cada 100 toneladas de caña, correspondientes al 10% del total percibido por un ingenio piloto (el 90% restante se atribuye a las acciones del ingenio para reducir los tiempos de permanencia) considerando un precio por tonelada de azúcar de Col\$ 724,000 (febrero 2002).

## Ingeniería mecánica y química. Reducción de pérdidas de sacarosa en molienda y elaboración

- Aumento de la eficiencia de trenes de molienda mediante ajustes de variables mecánicas (programa ANALIMOLINOS).
- Mejoramiento de la eficiencia en la extracción por imbibición optimizada en el primer molino.
- Desarrollo de metodologías para la medición de la potencia de accionamiento en molinos y para la evaluación de la capacidad de elementos de transmisión mecánicos (engranajes, chumaceras).
- Mejoramiento de la preparación de la suspensión alcohólica para semillamiento completo.
- Desarrollo, implementación y validación de las metodologías para medición de tamaño del cristal, semillamiento completo de masas terceras y establecimiento de la medición de cristales por imagen en el Ingenio Providencia.
- Desarrollo de la ecuación de pureza esperada para el sector, en términos de pureza real y pureza aparente.

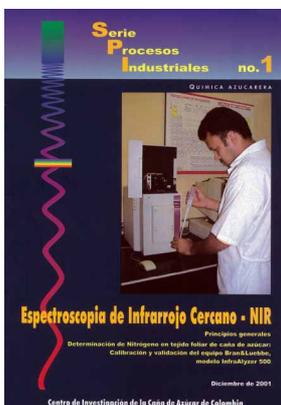
### Reducción de pérdidas

La estimación de los niveles de pérdidas de sacarosa en el bagazo y en las mieles finales, así como la implementación de estrategias para reducirlos, representó para la industria los siguientes beneficios (promedios 1998-2002):

- Reducción de 0.24 unidades porcentuales de sacarosa en bagazo % sacarosa en caña.
- Ingreso de Col\$1,757,747,223 por reducción de pérdidas en bagazo.
- Ingreso adicional de \$2,001,105,018 por reducción de pérdidas en miel final.
- Ingreso de \$3,758,852,241 por el azúcar adicional producido.
- Contribución de CENICAÑA (40% del total) de \$1,503,540,896.

## Metodologías analíticas

- El análisis directo de la caña con la metodología CENIAD, la espectroscopia de infrarrojo cercano (NIR) y HPLC las cuales se constituyeron en técnicas analíticas prácticas y económicas para los procesos fabriles y de control de calidad.



- La Dirección Nacional de Derechos de Autor inscribió la metodología CENIAD en el Registro Nacional de Derechos de Autor, el 16 de mayo de 2002.
- Se identificaron sustitutos del subacetato de plomo en la determinación de sacarosa en miel final.
- Se editó y publicó el primer número de la Serie Procesos Industriales con los principios generales de la espectroscopia de infrarrojo cercano.

## Estandarización de mediciones

- Se editaron con los ingenios los volúmenes 1 y 2 del Manual de Laboratorio: (1) Procedimientos analíticos, (2) Pruebas y ensayos interlaboratorios. Fundamentación estadística.
- Se estableció un programa sistemático y oportuno de intercambio de información de producción y calidad agroindustrial entre ingenios nacionales e internacionales.

### Intercambio de información

Las actividades tendientes a estandarizar los sistemas de medición en los ingenios azucareros de Colombia y la edición de los manuales de laboratorio para tal fin han contribuido al establecimiento de un sistema de intercambio mensual de información estandarizada interingenios. El sistema aporta índices de eficiencia, calidad y productividad que permiten la comparación de la gestión, el desempeño y los costos entre ingenios.

### Uso y generación de energía

Con la edición del Manual de Auditoría Energética para los Ingenios Azucareros de Colombia y la realización de auditorías energéticas en siete ingenios se ha logrado disminuir los consumos de vapor y energía eléctrica y aumentar la producción total de energía. De forma complementaria, como parte de la gestión energética en la industria se llevó a cabo un estudio sobre la factibilidad técnica y económica de utilizar los residuos de cosecha de caña para generar energía eléctrica y está en desarrollo el proyecto Cogeneración Industrial para el Sector Azucarero Colombiano Introduciendo y Aplicando el Enfoque de Empresas de Servicios Energéticos (ESCO).

- Se establecieron pruebas interlaboratorios para los ingenios.
- Se obtuvo la aceptación del laboratorio móvil por parte de los ingenios como medio de comparación de la calidad de molienda y análisis directo. Esta herramienta ofrece la posibilidad de estandarizar los procedimientos de medición y los índices de comportamiento para preparación y molienda. Igualmente, se han cuantificado los niveles de sacarosa en caña mediante análisis continuo en un período determinado, comparando los resultados con los obtenidos mediante el balance interno de sacarosa.
- Se desarrollaron metodologías para la evaluación de eficiencias energéticas (turbinas, cuerpos de intercambio, calderas).

### Gestión energética

- Desarrollo de programas automatizados para el control de procesos en evaporación, calderas y condensadores: AJUSTES, EVCAL, EFICALDERAS, CONDENSADORES.
- Rediseño de condensadores barométricos en varios ingenios.
- Selección y validación de indicadores de gestión energética.
- Edición y publicación del Manual de Auditoría Energética para los Ingenios Azucareros de Colombia.
- Desarrollo del sistema operativo para auditorías energéticas.
- Evaluaciones para generación de energía por combustión de los residuos de cosecha en verde.

## Gestión ambiental

- Se recopiló la información sobre normatividad, especificaciones técnicas y utilización de agroquímicos en los ingenios Central Castilla y Providencia.
- Se revisaron y consolidaron la metodología y los resultados de los sistemas de limpieza de caña en seco en el Ingenio Providencia y limpieza en húmedo en los Ingenios Incauca y Central Castilla.

## Servicios

En el Laboratorio de Química de CENICAÑA se realizan análisis de suelos, tejido foliar, polisacáridos, fenoles, dextranas, almidones, amino-nitrogenados y fosfatos, servicios que se prestan a los programas de investigación del Centro, los cultivadores de caña y los ingenios donantes. En ingeniería de procesos químicos y mecánicos se prestan servicios de asesoría y consultoría en ingeniería de diseño y evaluación de proyectos en equipos y procesos fabriles.

En ingeniería mecánica se ha desarrollado una metodología para la revisión de los actuales sistemas motores de preparación y de molienda, utilizando software de frontera (MAT LAB, MECHANICAL DESK TOP y ALGOR), con la cual se simulan escenarios que facilitan la comprensión físico-mecánica de los componentes y situaciones en fábrica, y la formulación de alternativas de solución a problemas comunes de la industria azucarera.

## Proyectos en desarrollo

Programa de Procesos de Fábrica:

- Estandarización de los sistemas de medición en producción e intercambio de información entre los ingenios azucareros de Colombia.
- Reducción de pérdidas de sacarosa en bagazo.
- Mejoramiento del grado de agotamiento de las mieles finales.
- Establecimiento de una expresión matemática para estimar la pureza potencial en la miel final de los ingenios azucareros colombianos.
- Diagnóstico de la residualidad de los agroquímicos más utilizados en la industria azucarera.
- Evaluación del efecto ambiental en el aire por el cambio de sistema de cosecha.
- Evaluación de los sistemas de limpieza de la caña.
- Determinación y efectos de la materia extraña en el proceso agroindustrial de la caña de azúcar (cofinanciado por COLCIENCIAS).
- Estudio de prefactibilidad de la recolección y transporte de los residuos de cosecha sin quemar para cogenerar energía.
- Cogeneración en la industria azucarera aplicando el enfoque ESCO (Proyecto PNUD Col 99/G41 GEF-ASOCAÑA).
- Proyecto cooperativo agroindustrial entre el Ingenio Manuelita, la Universidad del Valle y CENICAÑA para reducir el desgaste en los equipos de preparación y molienda de caña (cofinanciado por COLCIENCIAS).

## Mercadeo de tecnología

El Servicio de Cooperación Técnica y Transferencia de Tecnología coordina este macroproyecto con la misión de impulsar la adopción y el uso de tecnologías de campo y fábrica que contribuyan con la competitividad del sector azucarero colombiano.

Los proyectos se desarrollan en el marco de la mercadotecnia social y su base documental se encuentra consignada en los informes del Estudio del Cliente de la Nueva Tecnología de CENICAÑA, cofinanciado por COLCIENCIAS entre 1995 y 2001.

Dicho estudio fue diseñado con el objetivo de sentar las bases para reformular el sistema de transferencia de tecnología que CENICAÑA coordina en la agroindustria. Los resultados permitieron identificar las características socioeconómicas de los productores de caña y azúcar y la estructura productiva de las unidades bajo su administración, al tiempo que proporcionaron elementos de fundamentación científica para institucionalizar una serie de metodologías de transferencia que actualmente contribuyen a ordenar la participación de los distintos actores en el sistema de desarrollo tecnológico (Isaacs y Carrillo, 2002).

Para apoyar las actividades internas y externas de divulgación, información y capacitación se desarrollan programas integrales de comunicación, sintetizados en planes de mercadeo con objetivos específicos.



DÍA DE CAMPO, INGENIO MANUELITA

Los Grupos de Transferencia de Tecnología (GTT) son un mecanismo de trabajo cooperativo y participativo con el sector productivo, establecido como estrategia para aumentar la velocidad de difusión de las innovaciones y las buenas prácticas utilizadas por los ingenios y los cañicultores.

En junio de 2002, más de 40 productores de los GTT del Ingenio Risaralda fueron atendidos en el Ingenio Manuelita donde conocieron las tecnologías utilizadas para el manejo de los residuos en campos cosechados en verde.

El año 2002 se dedicó a dinamizar y poner en marcha los mecanismos de comunicación y cooperación técnica propuestos para la transferencia, con la estrategia de propiciar la interacción directa entre productores, y entre productores e investigadores. Las fincas piloto y los grupos de transferencia de tecnología son los mecanismos principales, que continuamente proporcionan información primaria para complementar los estudios de adopción tecnológica en el sector.

## **Estudios de adopción**

Incluyen los estudios de caracterización de base, síntesis y seguimiento dinámico, esenciales para alimentar con información científica el sistema de desarrollo tecnológico en sus diferentes fases.

Mediante entrevistas personales con productores y mandos medios de 119 unidades productivas que componen la muestra regional azucarera se obtuvo información primaria acerca de la tecnología en uso en 1999 y 2001 y se analizaron las características del comportamiento de adopción en las empresas agrícolas (CENICAÑA, 2002).

Con los datos de dicha caracterización se realizaron análisis de correspondencias múltiples para determinar indicadores de adopción de las tecnologías, utilizando mapas perceptuales para la representación gráfica de las relaciones existentes entre las variables categóricas. Los resultados validaron una vez más la calidad de la tipificación o segmentación de los productores (Borrero S., J.M., 2002).

Con la puesta en marcha de los grupos de transferencia de tecnología (GTT) durante 2001 con proveedores de caña del Ingenio Risaralda y durante 2002 con proveedores de los Ingenios Manuelita y Providencia, se precisó el diagnóstico de la situación tecnológica del sector y se establecieron programas de evaluación del cambio técnico en estos grupos, los cuales complementan el seguimiento que se realiza con los productores de la muestra regional.

## **Fincas piloto**

Obedecen a una estrategia de comunicación para la transferencia de tecnología que busca articular y ordenar los procesos de validación, prueba, ajuste y adopción de paquetes tecnológicos para el cultivo de la caña en fincas de los productores. Son áreas modelo de calidad agronómica, muy útiles como áreas demostrativas, localizadas en zonas agroecológicas de importancia para el cultivo de la caña de azúcar en el valle del río Cauca.

Las fincas piloto son un mecanismo de cooperación técnica a través del cual CENICAÑA y los ingenios comparten experiencias en torno a los problemas que enfrenta el agricultor, deciden probar alternativas de solución y valoran en conjunto las ventajas relativas de cada una para recomendar su adopción.

En 1995 se firmó el primer convenio y hasta diciembre de 2002 se habían firmado otros cuatro con los ingenios azucareros interesados (Cuadro 8).

Cuadro 8. Resumen de fincas piloto establecidas por los ingenios azucareros en convenio con CENICAÑA, 1995-2002.

Convenios con CENICAÑA	Período	Área (ha)	Zonas agroecológicas de influencia
CIAT-Ingenio Manuelita	1995-1999	199	6C0
Ingenio Sancarlos	1996-2000	78	6C2, 7C3, 6C3
Ingenio Risaralda	1997-2001	41	6C1 y 9C1
Ingenio Riopaila	2002-2006	31	7C3
Incauca	2002-2006	41	5C3, 9C3 y 9C4

Durante los dos últimos años se han establecido dos fincas piloto en convenio con Incauca y una con el Ingenio Riopaila, con el propósito de validar paquetes tecnológicos (variedades, manejo agrícola y agronómico) en sitios con condiciones de exceso de humedad en el suelo.

El objetivo es analizar el comportamiento de las variedades recomendadas como promisorias desde el punto de vista agronómico, productivo y rentable para las empresas agrícolas, y validar los paquetes tecnológicos pertinentes. El convenio tiene un período equivalente a cuatro cortes de la caña (plantilla y tres socas) y las decisiones se definen en reuniones de un comité técnico, conformado por representantes del ingenio, CENICAÑA, cañicultores e ingenios del área de influencia de la finca.

De forma cooperativa con el Programa de Agronomía de CENICAÑA, en las fincas piloto de Incauca y Riopaila se adelanta un proceso de investigación participativa mediante el cual se evalúa el sistema de diseño de surco doble modificado y siembra en el fondo del surco, incluyendo la secuencia de labores y los implementos diseñados para surcar e incorporar el fertilizante. Los riegos se programan con el sistema de balance hídrico y las recomendaciones de fertilizantes obedecen al análisis de suelos y a los niveles críticos establecidos por CENICAÑA. El Programa de Variedades recomienda las variedades promisorias de acuerdo con las características del sitio, todas las cosechas se realizan en verde y con el apoyo del Programa de Procesos de Fábrica se llevan a cabo las correspondientes pruebas de molienda.

Las fincas piloto son áreas comerciales manejadas por el productor responsable, con el apoyo del comité técnico. El propósito es que cada finca tenga como supervisor de operaciones o mayordomo a un instructor que implemente el control de calidad de las labores, capaz de instruir a los mandos medios del área de influencia, los mayordomos, cabos y supervisores de las unidades productivas de la zona correspondiente.

### **Incauca: haciendas Cachimbalito y El Naranja**

Las áreas piloto se establecieron en las zonas agroecológicas 9C4 y 5C3, suerte 40 de la hacienda Cachimbalito (18.5 ha) con suelos de la consociación Juanchito-Cauquita

(Entisols y Mollisols) y exceso de humedad entre 200 y 600 mm/año; y en la zona agroecológica 9C3, suertes 02 y 06 de la hacienda El Naranjo (10.3 y 10.8 ha) con suelos Puerto Tejada (Inceptisols) y Cabaña (Mollisols) y exceso de humedad entre 200 y 400 mm/año.

Junto con las variedades comerciales CC 85-92 y CC 84-75 se está validando el comportamiento de seis variedades seleccionadas como promisorias en pruebas regionales: CC 87-505, CC 92-2198, CC 93-7510, CC 93-4208, CC 93-4223 y CC 93-744.

Se adecuaron campos con el sistema de surco doble modificado y campos con distancias de 1.40 m, 1.50 m, 1.75 m entre surcos; las distancias de 1.75 m se usan para disminuir el daño de la maquinaria sobre el campo. En algunos sitios se están evaluando las siguientes modalidades para la labor de subsuelo: (a) subsuelo topo y pase transversal con un vástago al final de los surcos sobre la acequia de drenaje, y (b) subsuelo topo con dos vástagos en la dirección de los surcos. Se construyeron acequias de drenaje superficial en forma de bateas, las siembras se realizaron con distancias de 12 m entre paquetes, el aporque se hizo a 20 cm, el riego se programa por balance hídrico y se aplica por gravedad por surco alterno y por el entresurco en los surcos dobles. La cosecha de la plantilla está programada para agosto de 2003.

En el año 2002 se realizaron cuatro días de campo con la participación de técnicos de Incauca y CENICAÑA, y cultivadores de caña con fincas en el área de influencia de las zonas agroecológicas.



FINCA PILOTO, INCAUCA

En las fincas piloto se analiza el comportamiento de las nuevas variedades seleccionadas como promisorias en pruebas regionales y se validan los paquetes tecnológicos pertinentes de acuerdo con las características del sitio. Todas las cosechas se realizan en verde y se llevan a cabo las correspondientes pruebas de molienda. Arriba, algunos investigadores de CENICAÑA y los integrantes del comité técnico de las fincas piloto establecidas en convenio con Incauca, quienes durante 2002 participaron en las actividades programadas. Abajo, aspecto de la siembra con plántulas realizada en estas fincas.

## Ingenio Riopaila: hacienda Valparaíso

Las áreas piloto se establecieron en la zona agroecológica 7C3, suertes 22 y 23 de la hacienda Valparaíso (41 ha), en un Vertisols húmedo, consociación Burriga-Ingenio, con excesos en el balance hídrico entre 200 y 400 mm/año.

Las condiciones del sitio exigieron estudios de freatimetría para caracterizar las condiciones de drenaje, a partir de los cuales el comité acordó realizar obras de infraestructura en función de la evacuación de los excesos de agua.

Las variedades recomendadas para Valparaíso fueron CC 84-75 y las promisorias en pruebas regionales CC 92-2198 y CC 93-7510. Se establecieron campos con el sistema

de Surco Doble Modificado y campos con distancias de 1.75 m entre surcos. En ambos casos la siembra se realizó en el lomo. Las modalidades evaluadas para la labor de subsuelo son: (a) con Surco Doble Modificado: subsuelo con Cenitándem después de la siembra y subsuelo topo luego de la siembra; (b) con 1.75 m: subsuelo parabólico en el sentido de los surcos en la preparación y subsuelo con Cenitándem en la preparación y después de la siembra. Para el sistema de Surco Doble Modificado se diseñaron y fabricaron implementos para surcar e incorporar el fertilizante.



FINCA PILOTO, INGENIO RIOPAILA

*Aspecto de la abonadora con las modificaciones realizadas en el Ingenio Riopaila para la fertilización de cultivos establecidos con el sistema de Surco Doble Modificado (SDM). Finca piloto, hacienda Valparaíso.*

Se construyeron acequias de drenaje superficial en forma de bateas. Las siembras se realizaron con distancias de 11 metros entre paquetes, el aporque se hizo a

20 cm y el riego se programó por balance hídrico y se aplicó por gravedad en surco alterno y por el entresurco en los surcos dobles. La cosecha de la plantilla está programada para agosto de 2003.

En el año 2002 se realizaron cuatro días de campo con los miembros del comité técnico y otro dirigido a los proveedores de caña del Ingenio Riopaila y a los técnicos de campo de los ingenios de influencia.

## Red de Grupos de Transferencia de Tecnología (GTT)

Los Grupos de Transferencia de Tecnología son un mecanismo de trabajo cooperativo y participativo con el sector productivo, establecido como estrategia para aumentar la velocidad de difusión de las innovaciones y las buenas prácticas utilizadas por los cañicultores de la industria azucarera mediante la formación de grupos con capacidad de gestionar su propia información.

Cada GTT está integrado por cañicultores con intereses comunes y cuyas unidades productivas tienen condiciones agroecológicas similares. Los objetivos de la unión son promover la capacitación en el uso de las distintas tecnologías, intercambiar información técnica y de manejo administrativo, generar cambios, fortalecer los canales de comunicación, gestionar proyectos de desarrollo y mejorar la competitividad y la rentabilidad de la actividad productiva.

La metodología de trabajo tiene un claro enfoque participativo, que comienza con un diagnóstico de base acerca de la situación tecnológica del grupo y la definición de una matriz de prioridades con los temas que requieren soluciones en el corto plazo.

De acuerdo con las prioridades, el grupo define un programa de eventos o reuniones basado en la realización de días de campo y mesas de discusión que, en cooperación con el ingenio respectivo y los investigadores de CENICAÑA, se llevan a cabo en las fincas de los cañicultores líderes en cada tema. La información compartida tiene siempre cuatro componentes básicos: técnico, ambiental, económico y control de calidad.

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.

Como parte de la metodología se efectúa un seguimiento dinámico para medir los indicadores de gestión y evaluar en el corto plazo los avances en la adopción de las tecnologías. En el mediano plazo se evalúan los cambios en los indicadores de productividad y rentabilidad de las unidades productivas y se determina el impacto de la estrategia de comunicación.



DÍA DE CAMPO, GTT INGENIO RISARALDA

Las actividades de transferencia de tecnología con los proveedores de caña se basan en mecanismos grupales de comunicación, establecidos por CENICAÑA en cooperación con los ingenios. Durante 2002 se promovieron los beneficios de crear una cultura para tomar decisiones de adopción de tecnología con criterios basados en el manejo agrícola específico por sitio, propósito fundamental de las actividades en el corto plazo.

## **Ingenio Risaralda S.A.**

Durante 2001 se conformaron tres GTT con 57 proveedores de caña de este ingenio y de acuerdo con los temas prioritarios se realizaron 31 días de campo en 2002 con una asistencia del 78% de los cañicultores (82% de las 7500 hectáreas inscritas).

<b>Días de campo (2002)</b>	<b>Productores (no.)</b>
Cosecha y manejo de residuos (feb)	49
Registros e informática (mar)	49
Semilleros y variedades (abr)	50
Manejo de maduradores (may)	47
Gira al Ingenio Manuelita: cosecha y manejo de residuos (jun)	41
Evaluación participativa y estudio detallado de suelos (jun)	36
Diseño, adecuación y preparación del campo (jul)	46
Riego y drenaje (ago)	39
Balance hídrico y control administrativo del riego (sep)	46
Control de malezas (oct)	43
Análisis de suelos y fertilización (nov)	38
Reunión de clausura año 2002 (dic)	48
Promedio asistencia (área representada: 7500 ha)	44

### **Logros principales del programa con los GTT del Ingenio Risaralda**

- Fomento y aplicación de la cultura de agricultura específica por sitio (AEPS).
- Ejecución de estudio detallado de suelos en el 95% del área de influencia del Ingenio Risaralda.
- Conocimiento del convenio de producción limpia e implementación de prácticas de cultivo para cumplirlo.
- Adopción de tecnologías para ubicación de variedades; diseño de los campos; prácticas agronómicas de acuerdo con el estudio de suelos y las zonas agroecológicas; tecnología informática para control de presupuestos y estadísticas de producción.
- Fortalecimiento de las relaciones ingenio–proveedor.
- Adopción del balance hídrico automatizado para la programación de los riegos y el control administrativo del riego en 1926 ha.
- Conocimiento y utilización de las páginas web del Ingenio y CENICAÑA.
- Mayor integración de CENICAÑA con los cañicultores y técnicos del Ingenio.
- Intercambio de información tecnológica con otros ingenios.
- Realimentación al proceso de investigación y al sistema de desarrollo tecnológico.

## Ingenios Manuelita S.A. y Providencia S.A.

Durante 2002 se establecieron Grupos de Transferencia de Tecnología con 82 productores de caña del Ingenio Manuelita (18,000 ha) y 124 productores del Ingenio Providencia (12,000 ha).

Se conformaron tres grupos por ingenio y con cada uno se realizó un taller de diagnóstico en el cual se caracterizaron la adopción y las percepciones de los cañicultores con respecto a las tecnologías, y se ordenaron en una matriz de prioridades los problemas técnicos y administrativos más frecuentes.

La Figura 12 ilustra la distribución de productores según los sistemas de programación del riego utilizados. En todos los grupos, los temas de manejo de agua fueron señalados como prioritarios.

En términos generales, los grupos dieron el siguiente orden de prioridad a los temas: 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. En concordancia, se programaron los eventos técnicos que tendrán lugar en las fincas de los cañicultores a partir de enero de 2003.

De acuerdo con la metodología de los GTT, en un ejercicio conjunto entre los agrónomos de cada ingenio y CENICAÑA se definieron los paquetes tecnológicos (variedades y manejo agronómico) por impulsar con cada grupo, según las zonas agroecológicas de influencia.

Como parte de los requerimientos para aplicar la agricultura específica por sitio, CENICAÑA promovió el desarrollo de proyectos asociativos en cada ingenio con el fin de realizar estudios detallados de suelos en las áreas de influencia del cultivo.

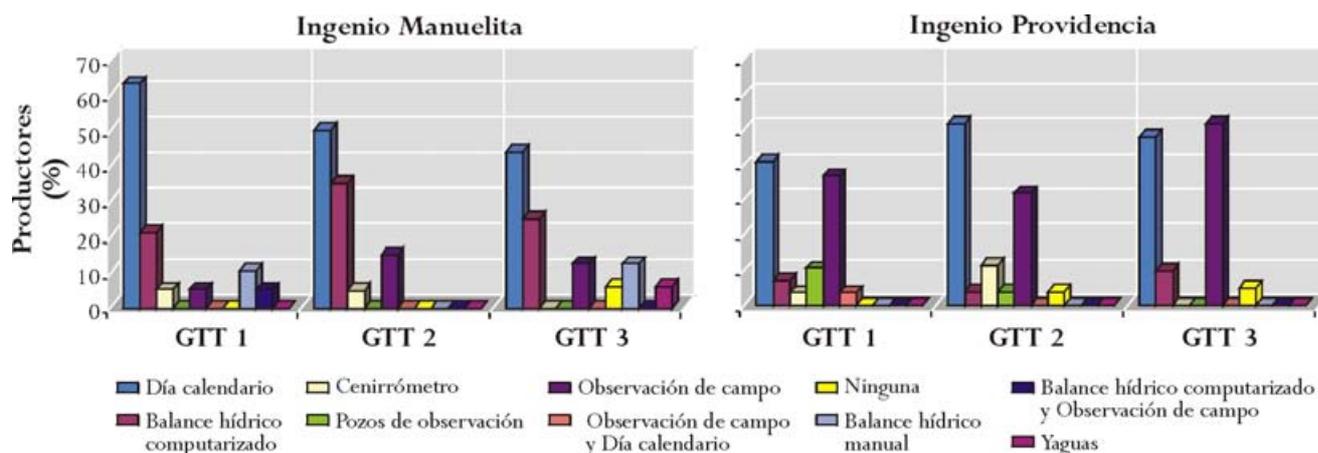


Figura 12. Sistemas de programación de riego utilizados por los productores que integran los Grupos de Transferencia de Tecnología en los ingenios Manuelita y Providencia. Diciembre de 2002.

## Agricultura específica por sitio, AEPS

Durante el año 2001 CENICAÑA inició este proyecto, con el propósito de fortalecer la capacidad de gestión tecnológica en las unidades productivas de caña y azúcar mediante el desarrollo de herramientas de información y difusión interactivas que faciliten la adopción y el impacto de tecnologías limpias, con énfasis en la agricultura específica por sitio.

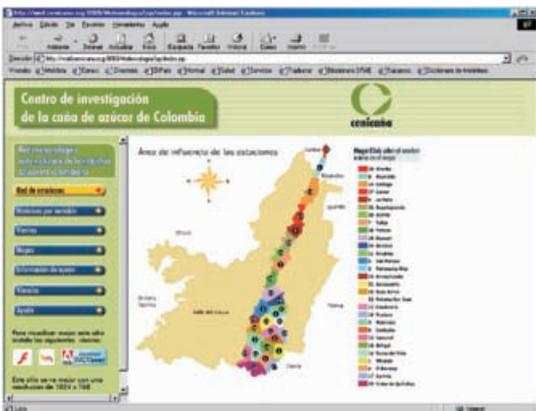
El proyecto se realiza en cuatro fases, las dos primeras cofinanciadas por COLCIENCIAS. El objetivo es establecer un sistema de información útil y práctico para los productores, con contenidos ajustados a la realidad agroecológica y socioeconómica de la actividad azucarera en el valle del río Cauca.

Las herramientas que se presentan a continuación hacen parte de los avances del proyecto durante 2002, las cuales estarán disponibles en el segundo semestre de 2003 en extranet <[www.cenicana.org](http://www.cenicana.org)> para los productores donantes de CENICAÑA.

- **Servidor de mapas:** acceso a la cartografía temática disponible mediante consultas al sistema de información geográfica (SIG): suertes, estudios semidetallados y detallados de suelos, grupos de manejo de suelos, grupos de humedad, balance hídrico, zonas agroecológicas, clima y producción comercial. La calidad de la información geográfica depende de la actualización de las bases de datos geográficas de cada ingenio azucarero.



- **Sistema de consultas a la base de datos de producción comercial:** acceso a registros de producción comercial históricos y actualizados mediante consultas interactivas de datos agregados o específicos por ingenio azucarero, zona agroecológica, variedad de caña y número de corte en un período definido por el usuario. La calidad de la información de producción comercial depende de la capacidad de los ingenios y CENICAÑA para tener actualizadas las bases de datos correspondientes.



- **Sistema de consultas a la base de datos de la red meteorológica automatizada:** acceso a registros de las 29 estaciones de la red automatizada mediante consultas interactivas de datos e información climatológica (histórica) y meteorológica sobre temperatura, humedad relativa, radiación solar, precipitación atmosférica y vientos en el valle del río Cauca, en un período definido por el usuario. Al asociar cada suerte de caña con una estación se pueden consultar las variables climáticas que la afectan.

- **Sistema de información para manejo de caña específico por sitio (SIMCES):** clasificación de cada suerte en el grupo homogéneo correspondiente y calificación de su comportamiento con respecto al grupo en términos de productividad y rentabilidad. Consultas interactivas sobre el desempeño de las variedades de caña de azúcar dentro de cada grupo de suertes homogéneas según la edad de corte, el número de corte y el clima durante las diferentes etapas del cultivo.
- **Sistema experto de fertilización para la caña de azúcar (SEF):** acceso a recomendaciones de fertilización del cultivo en cada suerte con base en el registro de los resultados del análisis de suelos y de acuerdo con los niveles críticos establecidos en la investigación.
- **Sistema de consultas de documentación técnica:** acceso a documentos completos en archivos con formato de documento portátil (PDF) de los artículos técnicos publicados por CENICAÑA en sus medios impresos, clasificados por temas y títulos.



De forma complementaria, en el desarrollo del sistema de información geográfica se adelantaron procesos de actualización de la cartografía digital de los ingenios azucareros y los cultivadores de caña y se automatizaron los pasos para la elaboración de mapas temáticos: isóneas de precipitación, búsqueda de haciendas y actualización de coberturas.

En relación con la actualización de la cartografía de haciendas y suertes se acordó utilizar como base la información digital georreferenciada de la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca (CVC). En las áreas de los ingenios donde se presentaban problemas de georreferenciación o no se contaba con una red establecida se colocaron puntos de geodesia de precisión utilizando equipos de posicionamiento por satélite (GPS). En total se colocaron 67 pares de puntos de GPS con precisión de +/- 30 cm, cobertura que se espera ampliar para facilitar el proceso de georreferenciación y actualización de la información cartográfica.

## Estudio detallado de suelos en las áreas sembradas con caña de azúcar

Con el propósito de conocer con mayor precisión las condiciones edáficas de las áreas dedicadas a la producción de caña para azúcar en el valle del río Cauca, CENICAÑA formuló durante 2002 un proyecto encaminado al desarrollo de estudios detallados de suelos en las áreas de influencia del cultivo, el cual se propone adelantar de forma cooperativa con los cañicultores e ingenios donantes.

El proyecto se orienta a fortalecer las bases para la aplicación de la agricultura específica por sitio mediante la disponibilidad de mapas con unidades cartográficas lo más homogéneas posible en su contenido edafológico (clases taxonómicas), con fases o condiciones importantes para el buen desarrollo del cultivo (drenaje, salinidad, tipo textural) y con mayor precisión en los linderos de las clases de suelos.

Para el efecto se realizarán estudios específicos que, junto con la información edáfica existente, aportarán los elementos para elaborar una carta de suelos en escala 1:10,000 con unidades suficientemente homogéneas en su contenido edafológico y en las características internas y externas.

Los objetivos específicos del proyecto son:

- Alcanzar un nivel detallado en la identificación y delimitación de las unidades geomorfológicas del área de estudio, mediante fotointerpretación, utilizando fotografías aéreas de gran escala.
- Actualizar la clasificación de los suelos cartografiados de acuerdo con la clave taxonómica (SSS, 1999).
- Describir los suelos y las unidades cartográficas correspondientes y coleccionar muestras representativas, utilizando perfiles modales y siguiendo las normas que, para el efecto, utiliza el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC).
- Constituir, una vez confirmadas y delimitadas las clases de suelos y las unidades de aptitud para caña de azúcar, grupos homogéneos de suelos desde el punto de vista de los requerimientos del cultivo, con la participación de un equipo de edafólogos reconocedores y los especialistas de CENICAÑA.
- Presentar la información estructurada y digitalizada, utilizando un software apropiado, a manera de SIG, que permita el análisis y el modelamiento de la información edáfica así como la presentación de la cartografía a escala 1:10,000.

# Análisis económico y estadístico

El Servicio de Análisis Económico y Estadístico apoya de manera integrada los procesos de investigación y adopción de tecnologías de campo y fábrica, utilizando metodologías y diseños que garantizan la confiabilidad de los datos y la repetibilidad de la información generada.

En 2002 trabajó en las metodologías para evaluar el desempeño productivo del cultivo de caña de azúcar, en la estandarización de los costos de fábrica y en la cuantificación del efecto de la edad de cosecha sobre la rentabilidad. La estrategia desde el inicio ha consistido en analizar los datos, generar información y diseñar metodologías para tener más y mejores elementos de juicio en el momento de tomar decisiones.

Además de los servicios de apoyo, desarrolla proyectos dirigidos al análisis y cuantificación de los efectos de factores controlables y no controlables que influyen en la rentabilidad de la agroindustria azucarera colombiana. Para lograr este objetivo recopila datos de productividad por suerte relacionados con variedad sembrada, clima durante el desarrollo del cultivo, edad de cosecha, número de corte, tiempo de permanencia, materia extraña y otras prácticas de cultivo. Para medir la eficiencia económica, evaluar el impacto de las tecnologías generadas por CENICAÑA y establecer un orden de importancia de las labores y procesos en la escala de costos, se avanza en la consolidación de una estructura adecuada de éstos en labores de campo, cosecha y fábrica. Con el objeto de determinar la eficiencia técnica (uso de insumos) se están conjugando datos de productividad y costos para generar coeficientes técnicos por hectárea y tonelada de caña y azúcar y, hasta donde es posible, se están midiendo los mejores indicadores por zona agroecológica. Además, se han recopilado en forma parcial datos externos al sector como precios internacionales y políticas gubernamentales que afectan la estabilidad de los ingresos de la agroindustria azucarera.

## Evaluación integral del desempeño del cultivo

Una manera de conocer el estado de los resultados productivos de un cultivo y el impacto de la gestión en un momento determinado consiste en compararlos con los resultados de otros cultivos que se desarrollan en condiciones similares. Para este tipo de comparaciones y la determinación de las eficiencias técnicas y económicas por suerte de caña se desarrolló el Sistema de Manejo de Caña Específico por Sitio (SIMCES) que durante 2003 estará disponible en el sitio web de CENICAÑA para los ingenios y cultivadores donantes. Este sistema utiliza los niveles de productividad bajo, medio y alto para evaluar el desempeño de las suertes en un período determinado. Estos niveles están formados por grupos homogéneos y la calificación de una suerte es asignada de acuerdo con el grupo al cual pertenece (suelo dentro de una zona agroecológica, p. ej., 9C3-PJa).

Siguiendo la metodología SIMCES se analizaron los resultados comerciales correspondientes al período 1990-2002 y se encontró que el 45% de las suertes estaba en el nivel bajo, 33% en el medio y 22% en el alto. Los valores hallados indican el predominio de un nivel bajo en TCH y rendimiento en azúcar, es decir, existe la posibilidad de mejorar la eficiencia aumentando la productividad de las suertes al nivel superior. El comportamiento de la distribución de la productividad de las suertes puede variar de un año para otro, así, en 2001 era de 48.5% (nivel bajo), 28.3% (medio) y 20.5% (alto); mientras que en 2002 fue de 32.6% (bajo), 34.9% (medio) y 32% (alto) lo que indica una mejor productividad en este último. Inclusive, esta distribución puede variar entre ingenios, como se observó en 2002 en dos de ellos que tenían distribuciones de 30.4%, 30.3% y 39.3%; y 59.3%, 31.5% y 9.3% para los niveles bajo, medio y alto, respectivamente. Las cifras anteriores indican que existe la posibilidad de mejorar la eficiencia productiva y, lo que es más importante, la eficiencia económica asociada con una reducción en los costos. El mejoramiento de la eficiencia puede ser diferente y significativo en unos ingenios frente a otros y los cambios pueden reflejarse y tener más impacto de un año para otro. En este tema, la agricultura específica por sitio tiene importancia en la definición de los sistemas de manejo óptimos en cada sitio en particular.

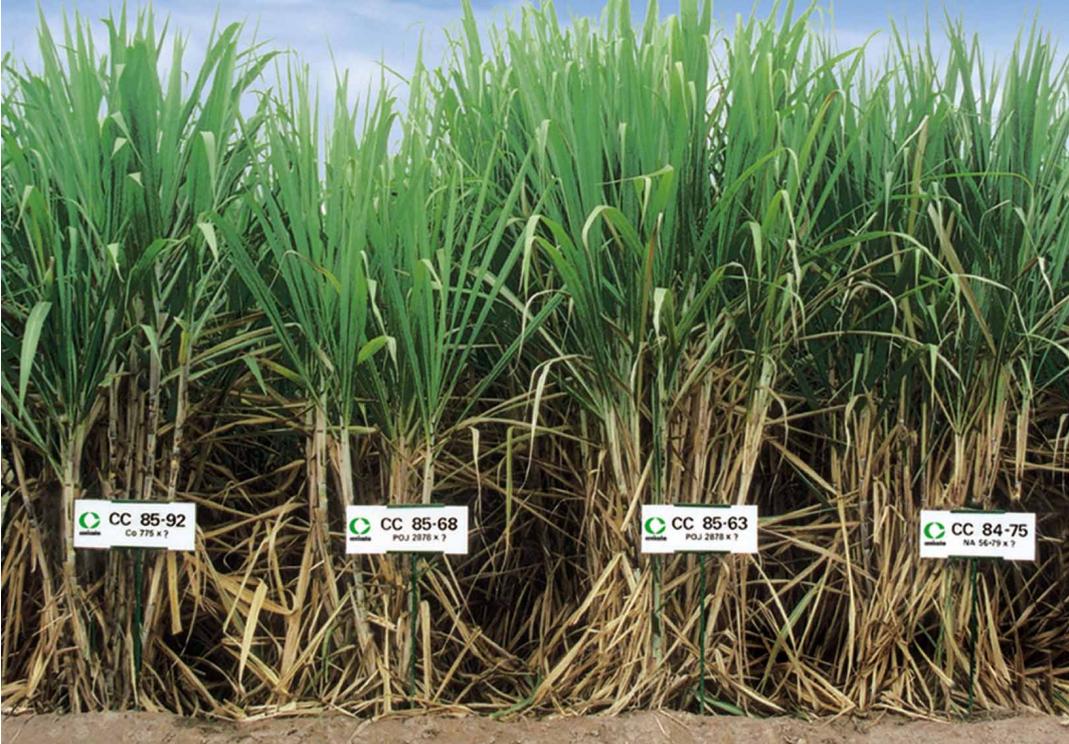
Con el análisis de los datos comerciales y utilizando la metodología SIMCES se ha encontrado que con un manejo adecuado de las suertes se pueden obtener incrementos en TCH del 67% y en rendimiento del 26%, al pasar de un nivel bajo a uno alto en productividad dentro de un grupo homogéneo y para una variedad en particular. Lo anterior ha conducido a reducciones de 37% en los costos y a incrementos de 98% en los márgenes operacionales (Cuadro 9).

Cuadro 9. Productividad, margen operacional y costos de producción de la variedad CC 85-92 en la zona agroecológica 9C3-PJa cultivada en tres ingenios durante 2002.

Ingenio	Nivel de productividad	Área (ha)	TCH	Rdto. (%)	Índice de costos <sup>a</sup>	IMO <sup>b</sup>
<b>Bajo</b>						
A		49.1	83.0	11.2	126	26
B		60.3	89.0	10.6	131	12
C		21.2	73.6	10.7	137	2
<b>Medio</b>						
A		124.8	108.5	11.4	119	47
B		69.0	92.7	11.6	120	44
C		95.2	84.3	12.9	110	70
<b>Alto</b>						
A		164.0	131.5	12.1	109	73
B		110.1	119.6	12.1	111	69
C		248.5	123.0	13.5	100	100

a. Índice de costo tomando como base el menor costo, situado en el ingenio C, nivel alto de productividad.

b. IMO = Índice de margen operacional como base del mayor margen en el ingenio C, nivel alto de productividad.



COLECCIÓN DE VARIEDADES, CENICAÑA

La calidad de la información técnica y económica utilizada en la investigación y la producción comercial determina, en gran medida, la eficiencia de los procesos de desarrollo tecnológico en las distintas áreas.

Con este principio, CENICAÑA desarrolla metodologías de análisis económico y estadístico que apoyan la toma de decisiones en el sector.

Los análisis han permitido conocer que pasar de un nivel de productividad a otro superior implica incrementos de 2.8 THA en promedio, lo que permite concluir que el sector tendría un margen operacional adicional de Col\$150,000 millones (a precios del 2002). Otra opción posible es mantener igual la cantidad de azúcar producido aumentando las TAH y disminuyendo el área, lo que reduce los costos en un 12% y permite la utilización de área en otros cultivos o en usos diferentes, tales como la producción de alcohol.

A los beneficios obtenidos por los aumentos en productividad se adiciona la reducción en los costos, como resultado de un buen manejo del cultivo por el suministro adecuado de insumos y labores oportunas a partir de las recomendaciones del sistema de agricultura específica por sitio.

## Costos de producción

Uno de los beneficios iniciales de los estimativos de los costos de producción es el conocimiento de las eficiencias técnicas y económicas de las mejores prácticas y la identificación de aquellas oportunidades que permitan hacer del sector azucarero una agroindustria altamente competitiva.

Para la evaluación económica es indispensable conocer los costos de producción. En investigaciones en campo se está evaluando y rediseñando el generador de presupuestos SOCA, una herramienta que permite obtener información sobre costos económicos del negocio azucarero, muestra la participación de cada factor de producción en el costo total de producción de caña y calcula los montos reales de los flujos de fondos en ingresos y egresos (CENICAÑA, 2002). En fábrica se inició un proceso de estandarización para calcular los costos de los procesos de elaboración de azúcar, refino y alcohol, y de los servicios generados al interior de las fábricas. Con estos datos es posible obtener

estimativos de los costos en cada ingenio y en todos los ingenios participantes en el proceso. El objetivo de este proyecto es ofrecer una metodología estándar aplicable a los distintos sistemas contables que actualmente se manejan en las empresas y, de esta manera, comparar los costos de fábrica entre ingenios.

En la Figura 13 se presenta un ejemplo de la aplicación del formato estandarizado para estimar la participación de los procesos y servicios en el costo directo de fabricación de azúcar en un ingenio durante 2002.

En junio se puede observar que la molienda, la generación de vapor, la energía eléctrica y el empaque de azúcar representaron 72% de los costos directos entre recepción y preparación de caña. En diciembre estos costos fueron de 75%, destacándose los efectos del aumento de los servicios y la disminución de la molienda en el costo directo. Las mejores prácticas resultantes al comparar los costos acumulados a diciembre de 2002 en los ingenios participantes aparecen en el Cuadro 10. Se observa que cuando se consideran los menores costos por proceso y servicio en cinco ingenios, el costo por tonelada de caña puede alcanzar entre Col\$9745 y \$4165 por quintal de azúcar.

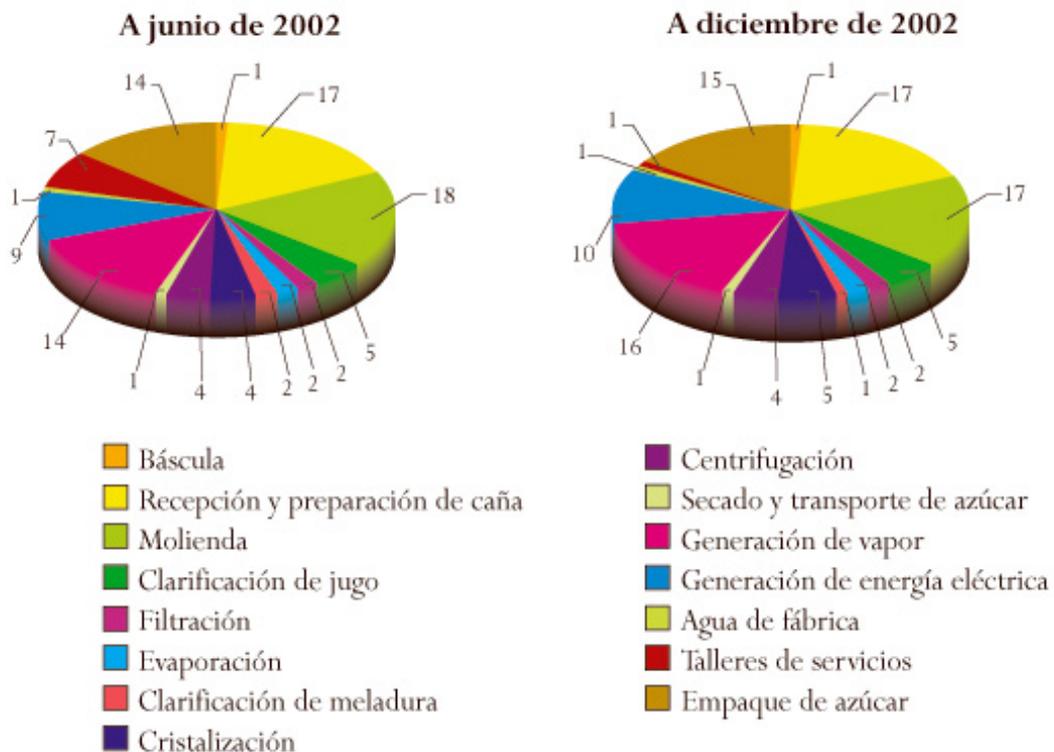


Figura 13. Participación porcentual de los costos de procesos y servicios en el costo directo de fabricación de azúcar, en el ingenio considerado en la aplicación del modelo estudiado, 2002.

Cuadro 10. Costos estimados (en pesos colombianos) utilizando el formato estandarizado de costos de fábrica entre ingenios.

<b>Descripción</b>	<b>Total (\$ miles)</b>	<b>\$/tc</b>	<b>\$/qq</b>
<b>Costos directos</b>			
<b>Procesos</b>			
Báscula	174,587	65	28
Recepción y preparación de caña	1,009,254	692	301
Extracción - molienda	2,138,558	1044	440
Clarificación	722,941	353	149
Filtración	277,375	135	57
Evaporación	277,132	190	83
Clarificación de meladura	186,282	91	38
Cristalización	841,358	411	173
Centrifugación	408,510	280	122
<b>Subtotal procesos</b>	<b>6,035,996</b>	<b>3262</b>	<b>1391</b>
Secado y transporte de azúcar	112,703	77	34
<b>Total procesos</b>	<b>6,148,699</b>	<b>3339</b>	<b>1425</b>
<b>Servicios</b>			
Generación de vapor	2,747,499	1391	582
Generación eléctrica	829,919	405	171
Agua de fábrica	102,590	38	16
Sistema de aire comprimido	7,477	4	2
Talleres de servicios	70,698	35	15
<b>Total costos directos de fabricación de azúcar</b>	<b>9,906,882</b>	<b>5212</b>	<b>2210</b>
Empaque de azúcar	662,969	854	360
<b>Total costos de fabricación y empaque de azúcar</b>	<b>10,569,851</b>	<b>6066</b>	<b>2570</b>
<b>Costos indirectos</b>			
Administrativos de fábrica	577,879	396	173
Seguros	372,954	256	111
Depreciación	2,423,232	1661	724
IVA	767,421	526	229
Amortización	687,629	336	142
Servicios administrativos	652,920	242	102
Edificios	34,278	17	7
Laboratorio	343,123	235	102
Control ambiental	25,786	10	4
<b>Total costos de fábrica</b>	<b>16,455,074</b>	<b>9745</b>	<b>4165</b>

tc: tonelada de caña

qq: 50 kilos

## Impacto de la edad de cosecha en el margen operacional

Con el fin de generar información que permita un manejo óptimo de la edad de cosecha y un impacto positivo en el margen operacional, en 2001 se realizó un análisis general en el cual se modeló el efecto de la edad de cosecha en la acumulación de sacarosa,

considerando la variedad CC 85-92, dos zonas agroecológicas y cuatro temporadas de clima, y los datos de producción de toda la industria en el período 1990–2000 (CENICAÑA, 2001).

En el siguiente análisis los datos corresponden a la producción comercial de 6893 suertes, cosechadas entre 1990 y 2002. Se estimó el efecto de la edad de cosecha en las TCH y en el rendimiento en azúcar por zona agroecológica y semestres para las variedades CC 85-92, CC 84-75, MZC 74-275, PR 61-632 y V 71-51 con edad de cosecha entre 8 y 20 meses.

El efecto de la edad de cosecha en TCH fue lineal, presentando en el 92% de los casos un incremento de 5.3 TCH por mes en promedio; mientras que el efecto de la edad en el rendimiento presentó una tendencia cuadrática siendo, en el 65% de los casos, de 13.6 meses para alcanzar el máximo rendimiento con una tasa de disminución del rendimiento –en unidades de desvío al cuadrado de la edad óptima con respecto a la edad de cosecha– de 0.04973 puntos porcentuales. Ambos efectos ocurrieron independientemente de la variedad, la zona agroecológica y el semestre.

El análisis económico de la comparación de los márgenes operacionales obtenidos en 2001 en este estudio, considerando las edades promedio y óptima de corte (13.6 meses) muestra que sólo en cuatro de los 42 casos donde se desarrollaron modelos, tanto para el rendimiento como para la producción de caña, la edad económica en la cual se maximiza el margen operacional fue diferente de la productiva cuando se alcanza el máximo rendimiento según el modelo. En estos casos la edad económica estuvo un mes por encima de la estimada por los modelos. Los casos del estudio están representados por las variedades CC 84-75 en la zona agroecológica 2C0 y CC 85-92 en la zona agroecológica 1C0, ambas en el segundo semestre y con una edad económica de 14.6 meses; y por las variedades MZC 74-275 en la zona agroecológica 2C0 en el primer semestre con una edad económica de 13.3 meses, y la V 71-51 en la zona agroecológica 6C0 en el primer semestre y una edad económica de 11.9 meses.

La edad económica cambia en función de las fluctuaciones en los precios del azúcar y en los costos de producción asociados con cada variedad en cada zona agroecológica. Para el análisis se considera el costo de oportunidad en que incurre el ingenio si realiza la cosecha a la edad económica. En este rubro se involucran elementos como el costo incremental de campo por cosechar antes de la edad productiva, el costo incremental de la tierra por cosechar las variedades a su edad productiva, el costo financiero que representa dejar de recibir ingresos de la cosecha en un momento determinado para recibirlos  $n$  meses más tarde, y el costo incremental como resultado de los mayores costos de logística de cosecha debido a los incrementos en la producción de caña obtenida a la edad óptima.

En los Cuadros 11 a 13 se incluyen ejemplos de los resultados que se obtienen a la edad en que fue cosechada la caña en el ingenio tipo, en comparación con los que se alcanzan en la cosecha a la edad económica.

Con la variedad CC 84-75 en la zona agroecológica 2C0 en el segundo semestre el ingenio deja de recibir \$423,000/ha por no cosechar a 14.6 meses, edad económica a la cual hubiera alcanzado el máximo margen operacional. Este margen es 9% mayor en comparación con el que hubiera obtenido a la edad productiva, es decir, este ingenio deja de recibir utilidades netas operacionales por aproximadamente \$362 millones a precios de 2001, como resultado del número de cosechas de esta variedad realizadas en condiciones promedio (Cuadro 11).

Con la variedad CC 85-92 en la zona 1C0 en el segundo semestre el ingenio deja de recibir \$460,000/ha por no cosechar a la edad productiva de 13.6 meses, sin ser ésta la edad óptima económica (14.6 meses). Es interesante observar que existe un rango de edades entre 13.6 y 15.6 meses en las que se puede cosechar manteniendo ganancias adicionales (Cuadro 12).

Con la variedad MZC 74-275 en la zona 1C0 el ingenio de este análisis deja de obtener ingresos por \$367,000/ha por no cosechar la caña a la edad productiva que en este caso equivale a la edad económica. Adicionalmente, se observa que esta variedad en esta zona no se puede cosechar a edades menores o iguales que 11.6 meses, cuando dejaría de recibir \$157,000/ha, es decir, no alcanzaría a compensar los costos operacionales de producción (Cuadro 13).

Cuadro 11. Productividad, margen operacional y costos de producción (en pesos colombianos) de la variedad CC 84-75 en la zona agroecológica 2C0, cultivada en un ingenio tipo de la región azucarera de Colombia, en el segundo semestre entre 1990-2002.

Mes	TCH	Rdto. (%)	TAH	Edad (meses)	Dif. TAH	Dif. margen vs.		Dif. margen vs.	
						Margen operac. (\$ miles/ta)	edad óptima (\$ miles/ta)	Margen operac. (\$ miles/ha)	edad óptima (\$ miles/ha)
5	99	10.5	10.4	8.6	-6.8	-158	-237	-1640	-3012
4	108	10.9	11.9	9.6	-5.3	-84	-164	-999	-2370
3	118	11.3	13.3	10.6	-3.9	-28	-108	-380	-1752
2	127	11.5	14.7	11.6	-2.5	13	-66	197	-1175
1	137	11.6	16.0	12.6	-1.2	44	-35	712	-660
Producción	146	11.7	17.2	13.6 <sup>a</sup>	17.2	80	0	1372	0
1	156	11.6	18.2	14.6 <sup>b</sup>	1.0	82	2	1491	119
2	165	11.5	19.1	15.6	1.9	77	-3	1471	99
3	175	11.3	19.8	16.6	2.6	66	-14	1299	-73
4	184	10.9	20.2	17.6	3.0	48	-32	962	-409
5	194	10.5	20.4	18.6	3.2	22	-58	452	-920
Promedio	145	11.7	17.0	13.4 <sup>c</sup>	-0.2	63	-17	1068	-304

a. Edad óptima productiva.

b. Edad económica.

c. Edad promedio del período

Observación: Área cosechada en las condiciones promedio en el período 1990-2002: 856 ha.

ta: Toneladas de azúcar

Cuadro 12. Productividad, margen operacional y costos (en pesos colombianos) de producción de la variedad CC 85-92 en la zona agroecológica 1CO, cultivada en un ingenio tipo de la región azucarera de Colombia en el segundo semestre entre 1990-2002.

Mes	TCH	Rdto. (%)	TAH	Edad (meses)	Dif. TAH	Margen operac. (\$ miles/ta)	Dif. margen vs.		
							edad óptima (\$ miles/ta)	Margen operac. (\$ miles/ha)	Dif. margen vs. edad óptima (\$ miles/ha)
5	87	10.9	9.5	8.6	-9.6	-183	-302	-1744	-4041
4	101	11.4	11.5	9.6	-7.6	-81	-201	-935	-3232
3	115	11.7	13.5	10.6	-5.6	-9	-129	-119	-2416
2	129	12.0	15.5	11.6	-3.7	44	-76	676	-1621
1	143	12.1	17.4	12.6	-1.8	82	-38	1421	-876
Producción	157	12.2	19.2	13.6 <sup>a</sup>	19.2	120	0	2297	0
1	171	12.1	20.8	14.6 <sup>b</sup>	1.6	126	6	2615	318
2	185	12.0	22.2	15.6	3.1	124	5	2765	468
3	199	11.7	23.4	16.6	4.2	116	-3	2727	430
4	213	11.4	24.3	17.6	5.1	102	-18	2481	184
5	227	10.9	24.9	18.6	5.7	81	-39	2009	-289
Promedio	152	12.2	18.5	13.2 <sup>c</sup>	-0.7	99	-20	1837	-460

a. Edad óptima productiva.

b. Edad económica.

c. Edad promedio del período.

Observación: Área cosechada en las condiciones promedio en el período 1990-2002: 387 ha.

ta: Toneladas de azúcar

Cuadro 13. Productividad, margen operacional y costos de producción (en pesos colombianos) de la variedad MZC 74-275 en la zona agroecológica 1CO, cultivada en un ingenio tipo de la región azucarera de Colombia en el segundo semestre entre 1990-2002.

Mes	TCH	Rdto. (%)	TAH	Edad (meses)	Dif. TAH	Margen operac. (\$ miles/ta)	Dif. margen vs.		
							edad óptima (\$ miles/ta)	Margen operac. (\$ miles/ha)	Dif. margen vs. edad óptima (\$ miles/ha)
5	103	10.5	10.8	8.6	-4.4	-141	-187	-1524	-2212 <sup>ta</sup> =
4	108	10.9	11.8	9.6	-3.3	-86	-132	-1019	-1707
3	113	11.3	12.8	10.6	-2.4	-44	-89	-560	-1248
2	118	11.5	13.7	11.6	-1.5	-11	-57	-157	-845
1	124	11.7	14.5	12.6	-0.7	12	-33	179	-509
Producción	129	11.7	15.2	13.6 <sup>a,b</sup>	15.2	45	0	688	0
1	134	11.7	15.7	14.6	0.6	43	-3	669	-19
2	140	11.5	16.1	15.6	1.0	34	-12	540	-148
3	145	11.3	16.4	16.6	1.2	18	-27	297	-391
4	150	10.9	16.4	17.6	1.3	-4	-49	-65	-753
5	155	10.5	16.3	18.6	1.2	-34	-79	-551	-1239
Promedio	126	11.7	14.8	13.1 <sup>c</sup>	-0.3	22	-24	321	-367

a. Edad óptima productiva.

b. Edad económica.

c. Edad promedio del período

Observación: Área cosechada en las condiciones promedio en el período 1990-2002: 1162 ha.

ta: Toneladas de azúcar

# Tecnología informática

Durante 2002 el Servicio de Tecnología Informática de CENICAÑA continuó su misión de definir, facilitar y mantener una infraestructura de informática acorde con los objetivos del Centro. Las actividades se concentraron en brindar el apoyo necesario para el desarrollo del proyecto Agricultura Específica por Sitio (AEPS), en los aspectos siguientes:

- Auditoría e interventoría durante el desarrollo de las aplicaciones: Sistema Experto de Fertilización (SEF), Sistema de Información para el Manejo de Caña Específico por Sitio (SIMCES) y Sistemas de Consulta a las bases de datos de producción comercial y la red meteorológica automatizada.
- Conformación y organización de la estructura de la base de datos de CENICAÑA como medios para el manejo de la información hacia y desde el Centro. Con esta base los donantes podrán utilizar aún más la tecnología generada y brindar información útil para los procesos de investigación en el Centro.

CENICAÑA cuenta en la actualidad con la infraestructura tecnológica suficiente que le permite ofrecer vía internet la información tecnológica disponible. La plataforma informática reposa sobre servidores independientes con sistema operativo LINUX, software de uso y distribución libres, mediante el cual se configuró el nuevo esquema para acceder a los servicios del Centro (Figura 14).

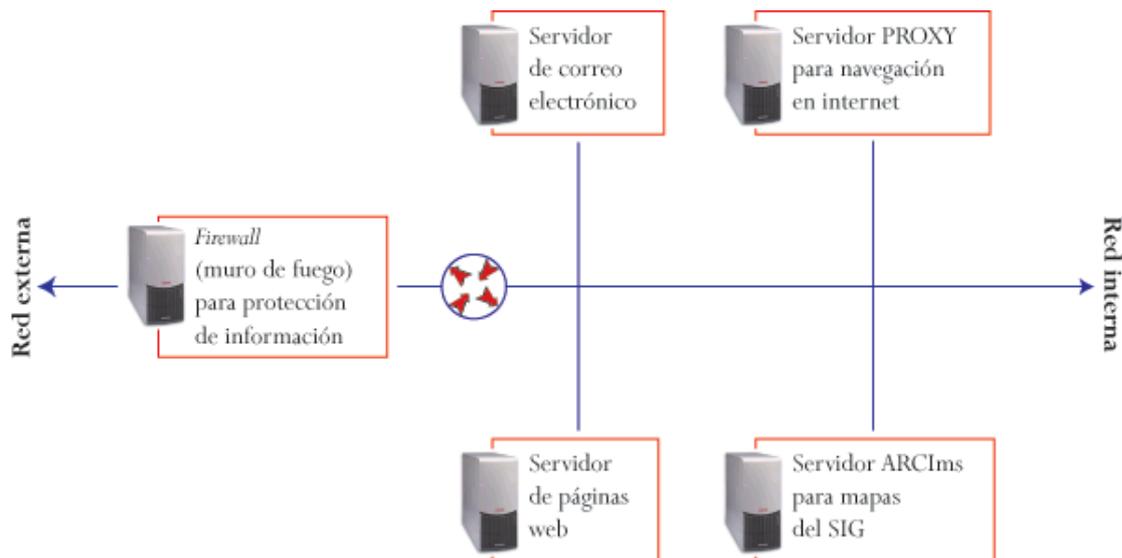


Figura 14. Plataforma informática CENICAÑA 2002.

## Desarrollo de software

Durante 2002, el Servicio de Tecnología Informática coordinó el desarrollo del software necesario para el manejo de la información por los programas y servicios de CENICAÑA. Entre ellos:

- Balance hídrico versión 3.0. Sistema útil para el manejo del agua en el cultivo de la caña de azúcar.
- Validación de los datos meteorológicos. Sistema para validar los registros que se reciben de la red de estaciones meteorológicas antes de su ingreso en la base de datos institucional.
- Generador de gráficos ISO. Utilizado para elaborar gráficos de tendencias de productividad e ingresos.

Al finalizar ese año se inició la fase de análisis del Sistema de Información de Variedades (SIVAR), cuyo objetivo es diseñar una aplicación sistematizada para administrar y hacer seguimiento a los procesos del programa de mejoramiento genético y selección de variedades de CENICAÑA (Figura 15).

Próximamente se iniciarán los trabajos para obtener la información suficiente sobre las prácticas de cultivo, operaciones y costos asociados con cada una de las suertes, con el fin de hacer los análisis y tomar decisiones en el SIMCES. Esto permitirá a los productores hacer comparaciones agronómicas y económicas de variedades por zonas agroecológicas.

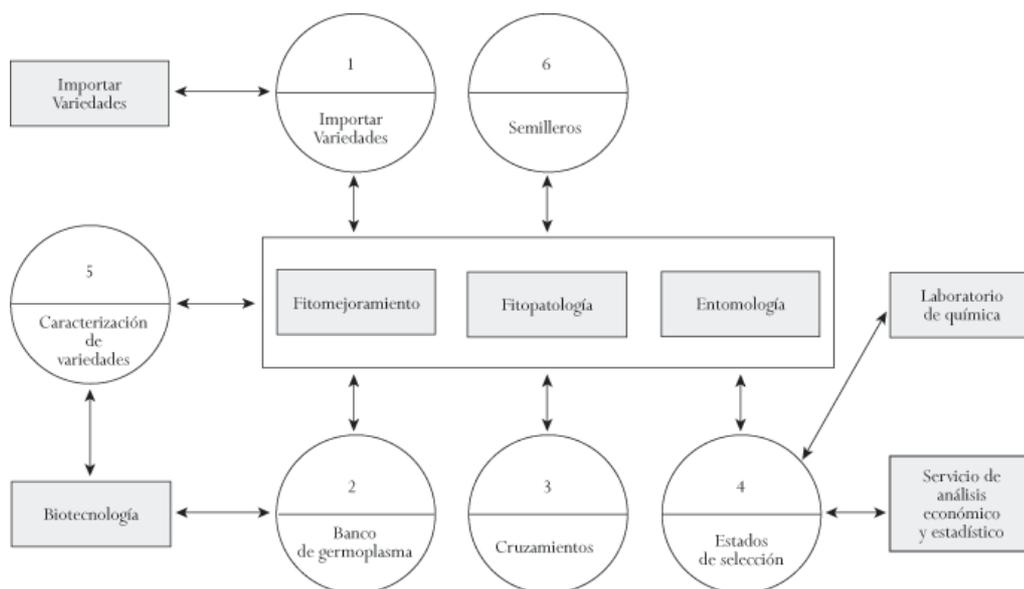


Figura 15. Diagrama de contexto del Sistema de Información de Variedades (SIVAR)

# Información y documentación

En 2002 se presentó un aumento considerable en el servicio de atención a los usuarios en la sala de lectura y en el volumen de préstamo o fotocopia de materiales de las diferentes colecciones existentes en el Servicio de Información y Documentación de la Caña de Azúcar (SEICA) de CENICAÑA (Cuadro 14). Estos servicios se complementan con la Base de Datos Bibliográfica disponible en internet, un medio de difusión y consulta muy utilizado que ha servido para dar a conocer ampliamente la información y la documentación existentes en el Centro.

La evolución entre 2000 y 2002 de algunos de los procesos y servicios del SEICA aparecen en la Figura 16. La reducción en las adquisiciones de material bibliográfico es normal e indica que el SEICA a través de los años había adquirido la mayor parte de la documentación especializada y ahora solamente se actualiza con el material nuevo que aparece publicado. En ese período fue evidente un aumento en el número de usuarios que demandan cada vez más los servicios de préstamo de material bibliográfico y de fotocopias.

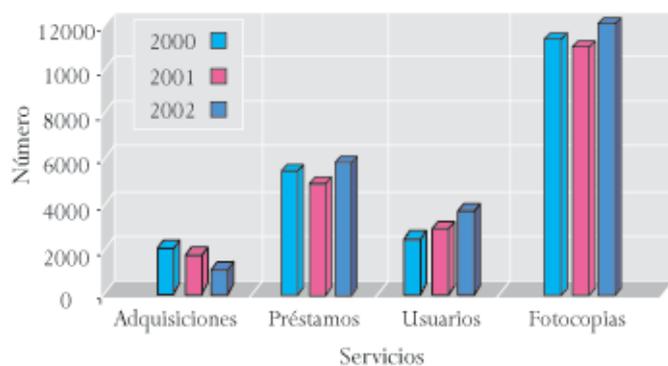


Figura 16. Evolución de servicios del SEICA entre 2000 y 2002.

Cuadro 14. Estadísticas del SEICA, 2002.

<b>Adquisiciones</b>	
Documentos recibidos:	1019
Colección caña	69
Colección general	37
Revistas	913
<b>Registro y análisis</b>	
Colección caña:	
Base de datos CAÑA	1153
<b>Total general</b>	<b>26,639</b>
Colección general:	
Base de datos LIBROS	55
<b>Total general</b>	<b>4272</b>
Hemeroteca:	
Base de datos PEPE	12
<b>Total general</b>	<b>639</b>
Mapas registrados:	7
<b>Total general</b>	<b>289</b>
Revistas registradas:	713
Resúmenes elaborados:	65
Analíticas de revistas:	957
Títulos nuevos:	12
Fichas elaboradas:	974
<b>Divulgación de información</b>	
Publicaciones distribuidas:	
Páginas de contenido internas	22
Carta Trimestral	3
Serie Técnica	1
Serie Informativa	1
Informe Anual	1
<b>Servicios a usuarios</b>	
Usuarios atendidos:	3088
Préstamos:	5405
En sala de lectura	3436
A domicilio	1969
Distribuidos en:	
Revistas	1769
Documentos	3212
Equipos	424
Solicitud de fotocopias:	147
Páginas fotocopias	11,387
Publicaciones donadas:	475

# Cooperación técnica y transferencia de tecnología

Con motivo de la celebración de los 25 años de actividades de CENICAÑA, el Servicio de Cooperación Técnica y Transferencia de Tecnología coordinó un programa de días de campo dirigido a los cultivadores de caña y los técnicos de los ingenios azucareros, el cual tuvo lugar entre el 26 de agosto y el 13 de septiembre de 2002 en la Estación Experimental. Los invitados tuvieron la oportunidad de compartir los avances y las proyecciones de la investigación en las principales áreas de intervención del Centro.

De forma complementaria, el Servicio coordinó las actividades en las fincas piloto establecidas en los ingenios Incauca y Riopaila, y los programas de comunicación técnica adelantados como parte de la estrategia de estructuración y fortalecimiento de la Red de Grupos de Transferencia de Tecnología (GTT) que al finalizar el año 2002 vinculaba a 263 proveedores de caña (37,500 hectáreas) de los ingenios Risaralda, Manuelita y Providencia.

Con el objetivo de divulgar la información técnica y científica generada en los procesos de investigación a través de medios impresos de difusión masiva, se publicaron seis números de las series Carta Trimestral, Serie Técnica, Serie Informativa e Informe Anual; y el plegable institucional CENICAÑA 25 años. Se editaron también el segundo de cinco volúmenes de los manuales de laboratorio de la colección Estandarización de los Sistemas de Medición en Ingenios Azucareros, y el primer boletín informativo del proyecto GEF-ASOCAÑA: “Cogeneración industrial para el sector azucarero colombiano introduciendo y aplicando el enfoque ESCO”.

Otras actividades de transferencia de tecnología y cooperación técnica realizadas durante 2002 por los investigadores de CENICAÑA se registran en el Anexo, páginas 75 a 80.



DÍAS DE CAMPO, CENICAÑA 25 AÑOS

## Publicaciones editadas, 2002

### CARTA TRIMESTRAL

ISSN 0121-0327



No. 1 de 2002. 32p.

- Obtención de nuevas variedades para la industria azucarera colombiana (Victoria K., J.I.; *et al.*)
- Algunas bases biológicas para el manejo de la hormiga loca *Paratrechina fulva* (Hymenoptera: Formicidae) (Gómez, L.A.; *et al.*)
- Deterioro de la caña después del corte: una aproximación a la cinética del proceso químico y diferencias entre variedades (Larrahondo A., J.E.)
- Estado actual de la tecnología de caña verde en la agroindustria azucarera colombiana (Villegas T., F.)
- Pronóstico climatológico para tres sitios del valle del río Cauca entre abril y diciembre de 2002 (Cortés B., E.)
- Boletín climatológico, primer trimestre de 2002. Red Meteorológica Automatizada del Sector Azucarero (Cortés B., E.)
- El análisis directo de sacarosa en caña (DAC): una herramienta para verificar la precisión del balance de sacarosa (Cardona, J.H.; Posso, N.)
- Convenio de concertación para una producción más limpia.



No. 2 de 2002. 40p.

- Sonda mecánica para el muestreo de materia extraña en caña de azúcar (Calderón, T.)
- Determinación de los coeficientes de molienda en ingenios colombianos y su aplicación en la estimación del efecto de la materia extraña sobre la extracción (Echeverry D., L.F.; Gómez, A.L.)
- Índices más utilizados para el reporte del contenido de sacarosa en procesos de cosecha y fábrica (Briceño B., C.O.; *et al.*)
- Uso de la agricultura de precisión para identificar la tolerancia de la caña de azúcar a sales y sodio (Torres A., J.; *et al.*)
- Censo de variedades de caña de azúcar, 2001 (Posada C., C.; Palma Z., A.)
- Variedades promisorias en los estados avanzados de selección (Ranjel J., H.; *et al.*)



No. 3 y 4 de 2002. 36p.

- Influencia de los no-azúcares en la solubilidad de la sacarosa (Larrahondo A., J.E.)
- El salivazo (*Mahanarva bipars*) en Risaralda: amenaza para la caña de azúcar (Gómez, L.A.)
- Avances en el diseño de los campos para la cosecha de la caña en verde (Cruz V., R.; Torres A., J.)
- Aproximaciones al cálculo del costo de la energía en plantas de cogeneración de ingenios azucareros (Echeverry D., L.F.; *et al.*)
- Panorama actual de variedades en la industria azucarera colombiana (Victoria K., J.I.; *et al.*)
- Grupos de transferencia de tecnología con el enfoque de agricultura específica por sitio (Isaacs E., C.H.; Uribe J., P.T.)
- El clima en el valle del río Cauca durante 2002 (Cortés B., E.)
- CENICAÑA 25 años (1977–2002). Celebración.

### SERIE INFORMATIVA

ISSN 0120-3827



No. 19. 46p.

### Comportamiento comercial de la caña de azúcar cosechada en el valle del río Cauca y censo de variedades, 2001

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

Desde enero de 1990 CENICAÑA ha publicado la información sobre el comportamiento de los indicadores de la productividad física de campo y la recuperación de azúcar registrados por la agroindustria azucarera colombiana localizada en el valle del río Cauca. Para el año 2001 se presentan los resultados de los análisis efectuados por zonas agroecológicas, ingenios azucareros y variedades de caña de azúcar incluyendo, en algunos casos, la evolución de la producción y las estadísticas descriptivas que sirvieron de base para establecer las relaciones entre las variables de productividad y para realizar el análisis de ingresos.

Las observaciones de los indicadores de productividad fueron realizadas para los Ingenios Central Castilla, Central Tumaco, Incauca, La Cabaña, Manuelita, Mayagüez, Pichichí, Providencia, Riopaila, Risaralda y Sancarlos, y corresponden a la caña cosechada en tierras con manejo directo de éstos y en tierras de cultivadores independientes o proveedores de caña. En el análisis del censo de variedades de caña de azúcar y el área renovada durante 2001 se incluyen, además de los ingenios anteriores, los registros de los ingenios María Luisa y Carmelita.

## SERIE TÉCNICA

ISSN 0121-5846



### Características agronómicas y de productividad de la variedad Cenicaña Colombia (CC) 85-92

Victoria K., J.I.; et al.

CENICAÑA inició en 1980 el programa de cruzamientos y a partir de 1981 el proceso de selección de variedades. En 1985 fue seleccionado el clon CENICAÑA COLOMBIA (CC) 85-92 que a partir de 1999 pasó a ser la primera variedad comercial en área sembrada por la industria azucarera de Colombia en el valle del río Cauca. En 2001 esta variedad se encontraba en el 32% del área total cosechada y con ella se alcanzó una productividad en azúcar superior 12.8% con respecto al promedio general de la agroindustria, situación que sólo tiene

No. 30. 80p.

como antecedente lo ocurrido en la década de los años ochenta cuando la variedad CP 57-603 reemplazó a la variedad POJ 2878. En relación con el promedio general de las demás variedades cosechadas, en 2001 la variedad CC 85-92 representó aumentos de 16.75 TCH, 0.27 puntos porcentuales de rendimiento, 1.36 TCHM, 2.3 TAH y 0.186 TAHM. Las cifras anteriores significaron 123,344 toneladas de azúcar por un valor total de US\$40.7 millones adicionales. En 2000, el valor adicional obtenido había sido de aproximadamente US\$26 millones. CENICAÑA, teniendo en cuenta la importancia de la variedad CC 85-92 para la industria azucarera colombiana, presenta en esta Serie Técnica los resultados de las principales investigaciones y los aspectos relacionados con su obtención, siembra, fertilización, riego, comportamiento sanitario, maduración, cosechas manual y mecánica, comportamiento regional en pruebas experimentales y a escala comercial en el período 1990-2000 y en 2001. Se incluye un análisis de la edad óptima de cosecha en diferentes zonas agroecológicas, un análisis económico de las cosechas manual y mecanizada, e información sobre la adopción de la variedad.

## ESTANDARIZACIÓN DE LOS SISTEMAS DE MEDICIÓN EN LOS INGENIOS AZUCAREROS DE COLOMBIA.

### MANUAL DE LABORATORIO, VOLUMEN 2: PRUEBAS Y ENSAYOS INTERLABORATORIOS. FUNDAMENTACIÓN ESTADÍSTICA.

ISBN 95893-0-8 (obra completa)

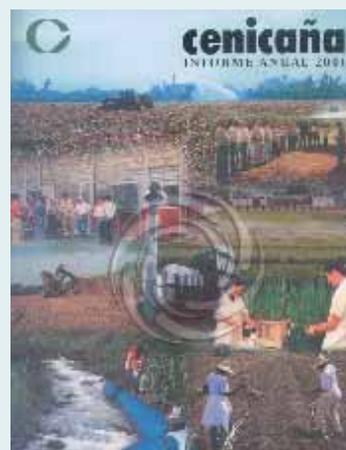
ISBN 95893-7-5 (volumen 2)

En marzo de 2002 se publicó el segundo de los cinco manuales de laboratorio editados como parte del proyecto "Estandarización de los sistemas de medición en los ingenios azucareros de Colombia", en el cual se establecen los fundamentos estadísticos y la metodología de trabajo para realizar pruebas comparativas con el fin de determinar la precisión de un método analítico (pruebas colaborativas) o de un laboratorio (pruebas cooperativas).

El proyecto se puso en marcha en 1992 cuando CENICAÑA y los ingenios azucareros emprendieron actividades para estandarizar los sistemas de medición de las principales variables que intervienen en la producción de azúcares y mieles con el objetivo de apoyar el intercambio de información normalizada entre ingenios, su comparación y mejoramiento continuo. La coordinación del proyecto está a cargo del Programa de Procesos de Fábrica de CENICAÑA y en su implementación participan activamente las unidades de control de calidad de los ingenios.

## INFORME ANUAL

ISSN 0120-5854



Año 2001. 80p.

CENICAÑA concibe la investigación y el desarrollo tecnológico como procesos de dinámica participativa sustentados en el conocimiento científico y práctico de los productores y las instituciones relacionadas con la actividad azucarera. De acuerdo con esta orientación promueve la formación de redes de comunicación y cooperación técnica en los distintos niveles y áreas de intervención, estrategias de acción para mejorar la eficiencia de la gestión tecnológica y administrativa en la agroindustria. Los avances de las actividades del Centro durante 2001, presentados en esta edición, se enmarcan en el propósito de apoyar el desarrollo de una agricultura rentable, sostenible y específica por sitio, acorde con los requerimientos productivos de la industria azucarera colombiana.

## CENICAÑA 25 AÑOS

Publicado en agosto de 2002 con motivo del aniversario número 25 de CENICAÑA, este plegable presenta las generalidades del modelo institucional del Centro y los principales logros tecnológicos del sector azucarero colombiano debidos a la investigación y los desarrollos adelantados de forma cooperativa con la institución.



Publicaciones seriadas disponibles  
en [www.cenicana.org](http://www.cenicana.org)

# Laboratorios de análisis

## Patología

Durante 2002 el servicio de diagnóstico de patógenos realizó evaluaciones para la detección de las enfermedades raquitismo de la soca (RSD), escaldadura de la hoja (LSD), virus del síndrome de la hoja amarilla (ScYLV), mosaico de la caña de azúcar (ScMV) y virus baciliforme de la caña de azúcar (ScBV), por los métodos inmunoenzimáticos Dot-blot y Tissue-blot. En total se realizaron 7463 evaluaciones correspondientes a muestras de semilleros y suertes comerciales remitidas por los ingenios azucareros y los proveedores de caña (2735 muestras), el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) desde zonas paneleras (175) y los investigadores de CENICAÑA para análisis de los campos experimentales (4553).

Los análisis en muestras de semilleros y suertes comerciales se distribuyeron de la forma siguiente: 937 para RSD, 988 para LSD, 786 para ScYLV y 24 para ScBV. Se presentó incidencia baja de RSD, al igual que en años anteriores, y un leve incremento de LSD. De acuerdo con la tendencia durante los 17 años que ha funcionado el servicio de diagnóstico de patógenos, se observa una clara reducción del RSD en campos comerciales como resultado del uso de semilla limpia (Figura 17).

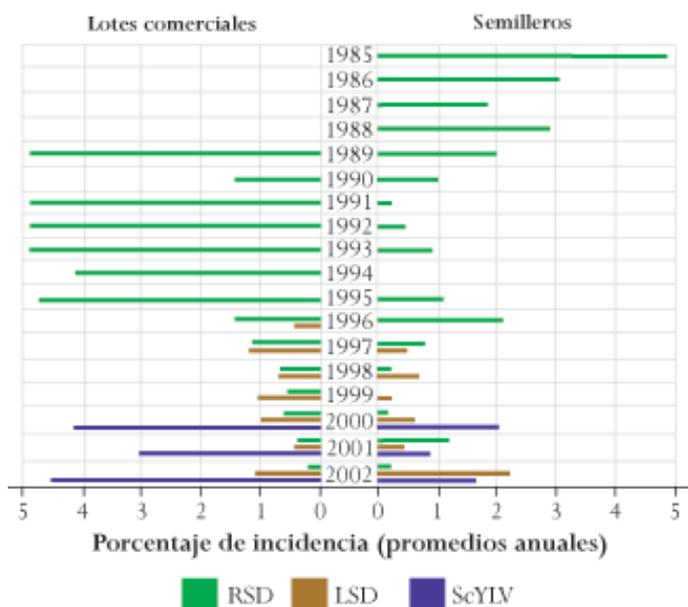


Figura 17. Porcentaje de incidencia de RSD, LSD y ScYLV en lotes comerciales y semilleros (promedios) entre 1985 y 2002. Servicio de diagnóstico CENICAÑA.

En 2002, con excepción de la variedad MZC 82-11, que mostró un promedio para RSD de 3.8%, las demás variedades presentaron una incidencia muy baja de esta enfermedad. En la variedad CC 85-92 aumentó la incidencia de LSD, mientras que en las demás variedades la incidencia de enfermedades fue nula o muy baja. La incidencia del ScYLV presentó un ligero incremento debido a la presencia de la enfermedad en la variedad CC 84-75 y a la alta incidencia en unas pocas muestras evaluadas de las variedades CC 87-505 y CC 92-2376. La variedad CC 85-92, que fue la más evaluada, sigue presentando muy baja incidencia de esta enfermedad (Cuadro 15).

En general, se presentó una reducción en el número de muestras enviadas para análisis por los ingenios y cultivadores, pasando de 4372 en 2001 a 2631 en 2002. Esto se debió, posiblemente, a que en los años anteriores la variedad CC 85-92 presentó muy baja incidencia de las enfermedades RSD y ScYLV, y la variedad CC 84-75 de RSD y LSD, siendo éstas las más cultivadas en el valle del río Cauca.

Cuadro 15. Número de muestras analizadas y porcentajes de infección (promedios) de cuatro enfermedades en suertes comerciales y semilleros de ingenios y proveedores. Servicio de diagnóstico de CENICAÑA, 2002.

Campos y variedades	RSD*		LSD*		ScYLV*		ScBV*	
	Muestras (no.)	Incidencia (%) <sup>1</sup>	Muestras (no.)	Incidencia (%)	Muestras (no.)	Incidencia (%)	Muestras (no.)	Incidencia (%)
<b>Suertes comerciales</b>								
CC 85-92	277	0.1	277	2.4	227	0.5	6	0
CC 84-75	125	0	125	< 0.1	91	18.7	4	0
V 71-51	62	0	62	0	45	0	0	•
PR 61-632	35	0	35	0	23	0.4	0	•
MZC 74-275	29	0	29	0	28	0	0	•
Co 421	10	0.5	10	1.0	10	0	0	•
CC 87-434	35	0.7	40	0	40	1.3	0	•
CC 87-505	8	0	8	0	8	43.8	0	•
Mex 64-1487	4	0	4	0	4	3.8	0	•
CC 92-2376	1	0	1	0	1	90.0	0	•
Otras	27	0	22	0	20	0	8	0
<i>Subtotal</i>	<i>613</i>	<i>&lt; 0.1</i>	<i>613</i>	<i>1.1</i>	<i>497</i>	<i>4.6</i>	<i>100</i>	<i>0</i>
<b>Semilleros</b>								
CC 85-92	147	0	198	3.9	127	0.5	6	0
CC 84-75	39	0	39	0	30	1.0	0	•
MZC 84-04	35	0	35	0	34	0	8	0
V 71-51	20	0	20	0	16	0	0	•
MZC 82-11	4	3.8	4	0	4	0	0	•
MZC 74-275	3	0	3	0	3	0	0	•
CC 89-2000	3	0	3	0	2	5.0	0	•
Mezcla	3	0	3	0	3	11.7	0	•
CC 87-505	1	0	1	0	2	40.0	0	•
CC 92-2376	1	0	1	0	1	100.0	0	•
Otras	68	0	68	0	67	0	0	•
<i>Subtotal</i>	<i>324</i>	<i>&lt; 0.1</i>		<i>375</i>	<i>2.1</i>	<i>289</i>	<i>1.9</i>	<i>140</i>
<b>Total</b>	<b>937</b>		<b>988</b>		<b>786</b>		<b>24</b>	<b>0</b>

1. Promedio de los porcentajes de incidencia de las muestras analizadas.

\* RSD: raquitismo de la soca; LSD: escaldadura de la hoja; ScYLV: síndrome de la hoja amarilla; ScBV: virus baciliforme de la caña.

## Química

En el Laboratorio de Química se efectuaron 19,274 análisis de muestras remitidas por los investigadores de CENICAÑA, los ingenios azucareros y los cultivadores de caña: 9937 análisis de caña, 7985 de suelos (químico y físico), 828 especiales (polisacáridos, fenoles, dextranas, almidones, amino-nitrogenados, fosfatos, HPLC) y 524 análisis de tejido foliar (Figura 18). La distribución porcentual de muestras analizadas por solicitud de los programas de investigación se presenta en la Figura 19.

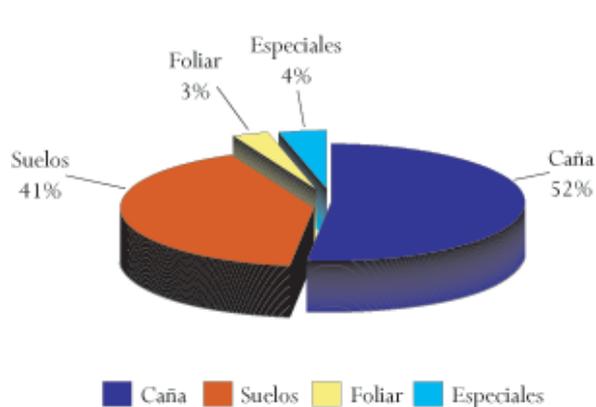


Figura 18. Porcentaje general de muestras analizadas en el Laboratorio de Química en el año 2002.

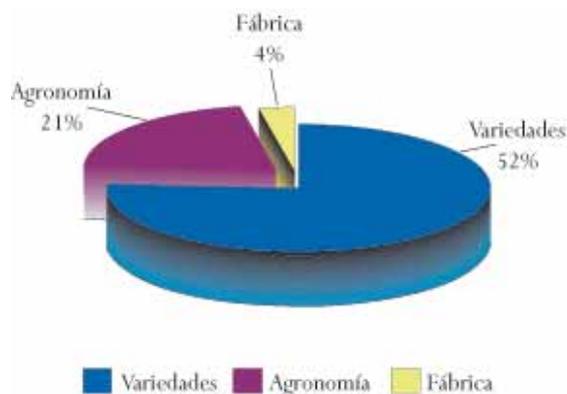


Figura 19. Porcentaje de muestras de caña analizadas en el año 2002 por solicitud de los programas de investigación de CENICAÑA.

## I. Documentos registrados en la base de datos bibliográfica, CENICAÑA 2002

- Amaya Estévez, A. Sala General. Informe de Gestión del Director General. CENICAÑA 25 años. Cali, CENICAÑA, 2002. 15p. (Documento de trabajo no.497)
- Arcila C., A.M.; Gómez L., L.A.; Chacón de Ulloa, P. Immature development and colony growth of crazy ant *Paratrechina fulva* under laboratory conditions (Hymenoptera: formicidae). Sociobiology v.39 no.2, p.307-321. 2002
- Arcila C., A.M.; Chacón de Ulloa, P.; Gómez L., L.A. Factors that influence individual fecundity of queens and queen production in crazy ant *Paratrechina fulva* (Hymenoptera: formicidae). Sociobiology v.39 no.2, p.323-334. 2002
- Arévalo Cardona, L.F. Informe final del contrato Estudiante en Práctica. Degradación de residuos de cosecha de caña de azúcar. CENICAÑA, 2002. 52p.
- Borrero Salazar, J.M. Informe final del contrato pasantía Joven Investigador. Caracterización de la adopción de tecnología de los productores de caña de azúcar. Convenio COLCIENCIAS- CENICAÑA. CENICAÑA, 2002. 70p.
- Briceño Beltrán, C.O. y Calero, C.X. Cogeneración industrial para el sector azucarero colombiano introduciendo y aplicando el enfoque de Empresas de Servicios Energéticos-ESCOs. Proyecto ASOCAÑA-GEF, COL/99G41. ASOCAÑA, 2002. 11p. (Resumen Informativo no.1)
- Campiño Beltrán, A.L. Informe final del contrato pasantía Joven Investigador. Impacto económico del cambio a la cosecha en verde sobre el desempeño y rentabilidad del negocio azucarero. Convenio COLCIENCIAS- CENICAÑA. CENICAÑA, 2002. 56p. CD-Rom.
- Carbonero Velásquez, M. Informe final del contrato Estudiante en Práctica. Aspectos patogénicos y técnicas de diagnóstico de escaldadura de la hoja, raquitismo de la soca y síndrome de la hoja amarilla en la caña de azúcar en Colombia. Convenio COLCIENCIAS- CENICAÑA. CENICAÑA, 2002. 47p.
- Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia. Cali. CENICAÑA XXV años. 1977-2002. Cali, CENICAÑA, 2002. 5p. mapa. (plegable).
- Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia. Cali. Desarrollo de una cosechadora de caña verde. Informe final. Contrato COLCIENCIAS- CENICAÑA. Código no.2214-07-547-96 Convenio no.411-96. Cali, CENICAÑA, 2002. 41p.
- Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia. Cali, Ed. Estandarización de los sistemas de medición en los ingenios azucareros de Colombia. Manual de laboratorio. v.2. Pruebas y ensayos interlaboratorios. Fundamentación estadística. Cali, CENICAÑA, 2002. 83p.
- Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia. Cali. Programa 2003. Macroproyectos y proyectos complementarios. Hechos destacados y proyecciones. CENICAÑA, 2002. 61p. (Documento de trabajo no.510)
- Cortés Betancourt, E. Estudio detallado del campo del viento para el valle del río Cauca. CENICAÑA, 2002. 32p. (Documento de trabajo no.510) (Anexos 534p., mapas, cuadros).
- Gómez L., L. A.; Lastra Borja, L. A. Y si vienen las lluvias... ¿se quedará el saltahojas? PROCAÑA no.57, p.15-17. Marzo 2002.
- Hernández, C.P; Martínez M., Y.P; Insuasty B., O.; Gómez L., L.A.; Camacho R., J.A.; Manrique E., R. Efecto del control de malezas y la fertilización nitrogenada sobre la población de hormiga loca *Paratrechina fulva* (Hymenoptera: formicidae). Revista Colombiana de Entomología v.28, no.1, p.83-90. Ene-jun. 2002
- 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. 79p.
- Isaacs Echeverry, C.H.; Caicedo Muñoz, G.H.; Raigosa Varela, J.P. Caracterización conductual de productores de caña de azúcar. Análisis descriptivo. Primer Informe Técnico. Cali, CENICAÑA, 2002. 62p. (Documento de trabajo no.492)
- Isaacs Echeverry, C.H.; Uribe Jaramillo, P.T. Proyecto Grupos de Transferencia de Tecnología (GTT). Caracterización de base de los grupos Ingenio Manuelita (adopción de tecnología). Cali, CENICAÑA, 2002. 55p (Documento de trabajo no.513)
- Isaacs Echeverry, C.H.; Uribe Jaramillo, P.T. Proyecto Grupos de Transferencia de Tecnología (GTT). Caracterización de base de los grupos Ingenio Providencia (adopción de tecnología). Cali, CENICAÑA, 2002. 54p (Documento de trabajo no.513)
- Larrahondo, J.E. Proyecto pérdidas de sacarosa entre cosecha y molienda. Informe Final. Contrato COLCIENCIAS- CENICAÑA 537-97. Cali, CENICAÑA, 2002. 20p. (Anexo p.21-61)
- Parra Zambrano, J.I.; Cassalett Dávila, C.; Viveros Valens, C.A. Comportamiento de la edad de plántulas de caña de azúcar *Saccharum* sp. en la producción. Fitotecnica Colombiana v.2, no.1, p.11-16. 2002
- Quintero Durán, R. Determinaciones indirectas de clorofila para recomendar nitrógeno. Cali, CENICAÑA, 2002. 7p. (Documento de trabajo no.504)

Quintero Durán, R. **Plan nutrition and fertilization review.**  
Cali, CENICAÑA, 2002. 36p. (Documento de trabajo no.514)

Riascos Arcos, J.J. Informe final del contrato pasantía. Joven Investigador. **Evaluación de la diversidad genética en variedades de caña de azúcar cultivadas en Colombia usando marcadores moleculares.** Convenio COLCIENCIAS-CENICAÑA. Cali, CENICAÑA, 2002. 25p.

Rivas, A.C. Informe final del contrato Estudiante en Práctica. **Degradación de residuos de la caña de azúcar. Cultivo de *Pleurotus ostreatus*.** Convenio COLCIENCIAS-CENICAÑA. Cali, CENICAÑA, 2002. 50p.

Victoria Kafure, J.I.; Amaya Estévez, A.; Ranjel Jiménez, H.; Viveros Valens, C.A.; Cassalett Dávila, C.; Carbonell González, J.; Quintero Durán, R.; Cruz Valderrama, R.; Isaacs Echeverry, C.H.; Larrahondo, J.E.; Moreno Gil, C.A.; Palma Zamora, A.E.; Posada Contreras, C.; Villegas T, F; Gómez, L.A. **Características agronómicas y de productividad de la variedad CENICAÑA Colombia (CC) 85-92.** Cali, CENICAÑA, 2002. 79p. (Serie Técnica no.30)

## II. Actividades de comunicación y transferencia de tecnología, 2002

Actividad, lugar y fecha	Tema	Asistentes – participantes
<b>SELECCIÓN Y MEJORAMIENTO DE VARIEDADES</b>		
Visita de observación. Incauca, hacienda Cachimbalito. Abri.10	Selección y mejoramiento de variedades para zonas húmedas	Veintiséis profesionales de CENICAÑA y jefe de agronomía del ingenio Coordinador: H. Ranjel
Reunión Comité de Variedades. Visita de observación, experimento en suelos salinos, hacienda Yerbabuena. Estación Manuelita. May.15	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Avances en el proceso de selección de variedades para zonas semisecas, húmedas y de piedemonte.</li> <li>- Avances en la evaluación de variedades en suelos salinos.</li> </ul>	Jefes de agronomía de los ingenios donantes al Centro. Coord: J.I. Victoria; H. Ranjel
Día de campo y reunión Comité de Variedades. Estación experimental CENICAÑA. Jun.4	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Selección y mejoramiento de variedades para zonas semisecas.</li> <li>- Fitopatología.</li> </ul>	Jefes de agronomía de los ingenios donantes al Centro. Coord: C.A. Viveros; M.L. Guzmán; J.C. Ángel
Día de campo. Estación experimental CENICAÑA. Jun.25	Selección y mejoramiento de variedades para zonas semisecas	Veinticinco profesionales del Ingenio Providencia. Coord: C.A. Viveros
Visita de observación. Ingenio Riopaila. Sep.13	Selección y mejoramiento de variedades para zonas semisecas	Ocho profesionales de los ingenios Pichichí, Riopaila y Sancarlos. Coord: C.A. Viveros
<b>BIOTECNOLOGÍA</b>		
Reunión de biotecnólogos, centros de investigación de Colombia: CENICAFÉ, CENIUVA, CENIACUA, CENIPALMA, CENIBANANO, CEVIPAPA, CENICAÑA. CENICAÑA. Feb.21-22	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Estado actual de la biotecnología en los Cenis.</li> <li>- Conferencia: Estado actual de la biotecnología en CENICAÑA.</li> </ul>	Quince investigadores en biotecnología. Coord. y conferenciante: F. Ángel
Conferencias. I Congreso Colombiano de Biotecnología. Instituto Nacional de Biotecnología, Universidad Nacional; Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA); COLCIENCIAS. Bogotá. Jun.26-28	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Transformación de plantas de caña de azúcar resistentes al síndrome de la hoja amarilla (ScYLV).</li> <li>- Evaluación de la diversidad genética de variedades de caña de azúcar cultivadas en Colombia usando marcadores moleculares.</li> </ul>	Trescientos asistentes al Congreso. Confer.: F. Ángel
Conferencia. Taller Internacional: Ingeniería genética para la agricultura colombiana. Universidad Nacional, sede Bogotá; CORPOICA. Bogotá. Sep.12-13	Estado actual de la transformación de caña de azúcar	Cuarenta investigadores nacionales y extranjeros asistentes al Taller Confer: F. Ángel
Conferencia. III Congreso Internacional del Colegio Nacional de Bacteriólogos (CNB). CNB. Cali. Nov.1-4	Diagnóstico y detección molecular de microorganismos.	Mil asistentes al Congreso. Confer: F. Ángel
<b>SANIDAD VEGETAL: PATOLOGÍA Y ENTOMOLOGÍA - CULTIVO DE HONGOS COMESTIBLES</b>		
Visita técnica. Estación Experimental CENICAÑA. Ene.9	Fitopatología y biotecnología	Representante COLTABACO. Coord: M.L. Guzmán
Visita técnica. Estación Experimental CENICAÑA. Mar.4	Sanidad de la caña de azúcar durante 2001	Representante ICA-Palmira. Coord: M.L. Guzmán; J.C. Ángel
Visita técnica. Estación Experimental CENICAÑA. Jun.4 y 25	Fitopatología	Miembros Comité de Investigación, Ingenio Providencia. Coord: M.L. Guzmán; J.C. Ángel
Entrenamiento. Estación Experimental CENICAÑA. Jun.20 y dic.12	Enfermedades de la caña de azúcar y toma de muestras para diagnóstico	Trabajadores de campo del Ingenio María Luisa (jun.20). Trabajadores de campo del Ingenio Manuelita (dic.12) Coord: J.C. Ángel

Actividad, lugar y fecha	Tema	Asistentes – participantes
Visitas técnicas. Estación Experimental CENICAÑA. Jun. 20, sep.10, oct.22, nov.28	Cultivo de hongos comestibles	Representantes de la Universidad Nacional de Colombia, sede Palmira; Ingenio Risaralda; Alen+Pro; Secretaría de Agricultura del Valle del Cauca; Alcaldía de Candelaria. Coord: M.L. Guzmán; J.C. Ángel
Taller. Primer taller “Cultivo de hongos comestibles”. Estación Experimental CENICAÑA. Jul.2 y 22	Cultivo de hongos comestibles	Esposas de mayordomos, ingenios Central Castilla y Mayagüez. Coord: M.L. Guzmán; J.C. Ángel
Visitas técnicas. Estación Experimental CENICAÑA. Jul.2, 26 y 31	Manejo integral de enfermedades de la caña de azúcar	Proveedor de caña; profesor Universidad Nacional de Colombia, sede Palmira; representante Subdirección Patrimonio Ambiental del Valle del Cauca. Coord: M.L. Guzmán, J.C. Ángel
Visita técnica. Estación Experimental CENICAÑA. Jul.10	Cultivo de tejidos.	Representante CORPOICA Villavicencio. Coord: M.L. Guzmán; J.C. Ángel
Visitas técnicas. Estación Experimental CENICAÑA. Jul.12	Manejo de semilleros de caña de azúcar	Representante APROYCASA. Coord: J.C. Ángel
Entrenamiento. Estación Experimental CENICAÑA. Sep.2 y 3	Cultivo de hongos comestibles	Nelson Bravo. Coord: M.L. Guzmán
Conferencia. Encuentro de Proyectos COLCIENCIAS. Corporación Universitaria Autónoma de Occidente. Cali. Oct.10-12	Proyecto “Diagnóstico de enfermedades virales, endémicas y exóticas de la caña de azúcar en Colombia”	Asistentes al Encuentro (público general). Confer: M.L. Guzmán; J.C. Ángel
<b>DISEÑO Y ADECUACIÓN DEL CAMPO</b>		
Conferencias. Seminario de nivelación y adecuación de tierras en caña de azúcar. CENICAÑA, Maquinarias S.A. y Trimble/Spectra Precision. Estación Experimental CENICAÑA. Feb.28	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Diseño de campo y nivelación de tierras en la industria azucarera colombiana: antecedentes, situación actual, justificación.</li> <li>- Actividades en nivelación de tierras: desmonte y limpieza; levantamientos topográficos; diseño del campo; diseño de la nivelación (métodos, ventajas y desventajas, cálculo de volúmenes, costos); implantación de la nivelación; control de calidad.</li> <li>- Descripción y aplicación de herramientas computarizadas: Landimprove.</li> </ul>	Asistentes al seminario Confer: J.R. Cruz; O. Daza.
Conferencias. Seminario Adecuación de Tierras. TECNICAÑA. Cali. Jul.18 y 19	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Adecuación de tierras.</li> <li>- Manejo de aguas: diseño, operación y evaluación del sistema de riego.</li> <li>- Experiencias de CENICAÑA sobre secuencias de labores para preparación de tierras.</li> </ul>	Asistentes al seminario Confer: O. Daza; J.R. Cruz.
Conferencia. Encuentro de Proyectos COLCIENCIAS. Corporación Universitaria Autónoma de Occidente. Cali. Oct.10-12	Proyecto “Diseño de campos y manejo del agua para la cosecha de caña sin quemar (caña verde)”	Asistentes al encuentro (público general). Confer: J.R. Cruz
<b>AGRONOMÍA</b>		
Reunión técnica. Ingenio Central Castilla. Jun.12	Tecnologías sugeridas por el Programa de Agronomía de CENICAÑA para ser implementadas en el Ingenio Central Castilla para mejorar la productividad	Profesionales de campo del Ingenio e investigadores del Programa de Agronomía de CENICAÑA. Coord: J. Tafur, Ingenio Central Castilla
Reunión técnica. Estación Experimental CENICAÑA. Jul.23	Definición del manejo de fertilización orgánica y experimentación con cachaza descompuesta y Agroplus en lotes abonados con cachaza fresca y lodos en el Ingenio María Luisa	Dos profesionales de campo del Ingenio María Luisa. Coord: R. Quintero

Actividad, lugar y fecha	Tema	Asistentes – participantes
<b>NUTRICIÓN Y FERTILIZACIÓN</b>		
Charla técnica. Incauca. Jun.14	Fertilización de la caña de azúcar con potasio con base en resultados experimentales	Veinte profesionales de campo de Incauca. Confer: R. Quintero
<b>ZONIFICACIÓN AGROECOLÓGICA</b>		
Conferencias. Ingenio Riopaila, ago.22 y 29; Ingenio Carmelita, sep.25; Ingenio Central Castilla, oct.3; Ingenio Providencia, oct.30; Ingenio Manuelita, nov.7 y dic.4; Ingenio Mayagüez, dic.11; Ingenio Pichichí, dic.11	Presentación de proyecto sectorial para la realización de estudios detallados de suelos en toda el área de influencia del cultivo	Directivos, profesionales y proveedores de caña de los ingenios. Confer: J. Carbonell
<b>SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA</b>		
Reuniones técnicas. Estación Experimental CENICAÑA	Temas varios relacionados con SIG	Grupo de SIG del sector azucarero. Coord: J. Carbonell
Capacitación. Estación Experimental CENICAÑA	Manejo del SIG-ArcVIEW	Cuatro profesionales del Ingenio Pichichí. Capac: C.A. Osorio
<b>ESTADÍSTICA Y ECONOMÍA</b>		
Reunión técnica. Hacienda San Antonio. Mar.	Intercambio de conceptos sobre el costeo ABC	Proveedor de caña de Agropecuaria San Antonio. Coord: C. Posada
Conferencia. Reunión extraordinaria del Comité de Investigación de Fábrica (CENICAÑA-Ingenios). Ingenio Manuelita. May.30	Costos, forma de obtenerlos y su estandarización	Miembros del Comité de Investigación de Fábrica. Confer: C. Posada
Conferencia. ASOCAÑA. Jun.	Organigrama propuesto para una administración óptima del campo	Profesionales de campo, cosecha y fábrica de los ingenios. Confer: C. Posada
Conferencia. ASOCAÑA. Jun.	Efecto de la edad de cosecha en el rendimiento y la producción de caña en las variedades CC 85-92, CC 84-75 y MZC 74-275	Profesionales de campo, cosecha y fábrica de los ingenios azucareros. Confer: C.A. Moreno
Reuniones técnicas. Estación Experimental CENICAÑA. Jun.25, 26 y 27	Desarrollo de una propuesta metodológica para la estandarización de costos de fábrica en ingenios azucareros	Representantes de los ingenios Central Castilla y Riopaila, Mayagüez, La Cabaña, Manuelita, Providencia y CENICAÑA. Coord: C. Posada
Reunión técnica. Ingenio Pichichí. Jul.8	Diseño experimental del paquete tecnológico de la variedad CC 91-1880	Jefe de Agronomía del Ingenio. Coord: H. Ranjel; C.A. Moreno
Reunión técnica. Ingenio Pichichí. Jul.15	Diseño de muestreo para estimar sacarosa % caña en campo y patios	Profesionales de campo, cosecha y fábrica del Ingenio. Coord: H. Ranjel; J. Larrahondo; C.A. Moreno
Reunión técnica. Ingenio Providencia. Sep.11	Presentación de formulario automatizado para la captura de cifras de costos de fábrica estandarizados en ingenios azucareros	Miembros del grupo de estandarización de costos de fábrica. Coord: C. Posada
Conferencias. Ingenio Manuelita. Oct.	- Efecto de la edad corte en la producción de azúcar por zona agroecológica, variedad y semestre. - Ubicación de variedades.	Profesionales de campo, cosecha y fábrica del Ingenio y CENICAÑA. Confer: C.A. Moreno; J.I. Victoria.
Reuniones técnicas. Ingenio Manuelita, nov.25, 26 y 27; Incauca, dic.3, 4 y 5; Ingenio Mayagüez, dic.11, 12 y 13	Recolección de información de costos en generación de vapor y energía eléctrica para el análisis exergoeconómico y comercial. Proyecto GEF-ASOCAÑA.	Representantes de los ingenios Manuelita, Incauca y Mayagüez. Coord: C. Posada

Actividad, lugar y fecha	Tema	Asistentes – participantes
<b>APLICACIONES DE TECNOLOGÍA INFORMÁTICA</b>		
Inducción. Ingenios Carmelita, Manuelita, Mayagüez, Pichichí, Providencia, Risaralda. Sep.-dic.	Balance hídrico v.3.0	Cultivadores de los Grupos de Transferencia de Tecnología del Ingenio Risaralda. Técnicos de los demás ingenios. Coord: J.H. Caicedo
Capacitación. Estación Experimental CENICAÑA	Generador de gráficos ISO	Profesionales de CENICAÑA. Coord: O. García
<b>MEDIO AMBIENTE</b>		
Reuniones técnicas. CENICAÑA. May.14, jun.18, jul.9, ago.8	Evaluaciones proyecto ambiental caña verde	Comité asesor del proyecto. Coord: L.M. Calero
Reuniones técnicas. CENICAÑA. Ene.29, abr.10, may.8	Termografía de quemas	Coord.: L.M. Calero
<b>PROCESOS ANALÍTICOS – ESTANDARIZACIÓN DE MEDICIONES EN FÁBRICA</b>		
Conferencia. Conference 2002, Sugar Processing Research (SPRI). New Orleans, Louisiana. Mar.10-13	Postharvest sugar losses in sugar cane: varietal differences and effect of harvesting method	Asistentes a la Conferencia. Confer: J.E. Larrahondo.
Conferencia. XI Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo. Cali. Sep.18-20	Aplicaciones de la espectroscopia de infrarrojo cercano (NIR) en las determinaciones de N, P, K, Ca, Mg en tejido foliar de caña de azúcar	Asistentes al Congreso. Confer: J.E. Larrahondo
Conferencia. Encuentro regional de ciencia y tecnología 2002. Convenio SENA-COLCIENCIAS. Cali. Oct.10-12	Investigación e innovación tecnológica en la reducción de las pérdidas de sacarosa en el sector azucarero colombiano	Asistentes al Encuentro. Confer: J.E. Larrahondo
Reuniones técnicas. Ene.10, 22; feb.19, 27; mar.12, 20; abr.16, 24; jul.17; ago.6; sep.27	- Elaboración Manual de Equipos. - Estandarización de los sistemas de medición en ingenios azucareros	Grupo de trabajo. Coord.: L.M. Calero
Reuniones técnicas. Ene.30; mar.20; abr.3, 11; jun.11; ago.26; sep.2, 4, 5.	Guía de índices de gestión de fábrica	Grupo de trabajo. Coord: L.M. Calero
Asistencia técnica. Ingenio María Luisa. Mar.4, 11, 15, 21; abr.4, 19; may.4, 19; jul.4, 19; ago.2, 9, 26; sep.3, 26	Balances de sacarosa	Técnicos de fábrica de ingenios azucareros y CENICAÑA. Coord.: L.M. Calero
<b>INGENIERÍA MECÁNICA</b>		
Conferencia. Congreso nacional de modelamiento mecánico y elemento finito. Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá. May.17-20	Modelamiento dinámico de martillos de fibrodora	Asistentes al Congreso. Confer: A.L. Gómez
Conferencia. DIVER 2002. La Habana, Cuba. Jun.17-22	Simulación dinámica de un clarificador sin bandejas (SIMCLAR)	Confer: A.L. Gómez
<b>ENERGÍA - ALCOHOL</b>		
Reuniones técnicas. Ene.10, 16, 17, 21, 25, 31; feb.25; mar.19; sep.30	Términos de referencia. Proyecto GEF-ASOCAÑA: "Cogeneración industrial para el sector azucarero colombiano introduciendo y aplicando el enfoque ESCO"	Equipo de trabajo del Proyecto. Coordinador técnico: C.O. Briceño
Conferencias. Jornadas Iberoamericanas sobre biocombustibles. Cartagena. Dic.2-6	- Energía eléctrica a partir de residuos de cosecha en verde de caña de azúcar en Colombia. Estudio de prefactibilidad. - Combustión de residuos de cosecha en verde en calderas bagaceras. - Picadora de residuos CLAAS-CENICAÑA. - Cogeneración industrial para el sector azucarero introduciendo y aplicando el enfoque ESCO (avances).	Asistentes a las jornadas. Conf: C.O. Briceño

### III. Atención de estudiantes, técnicos y productores agropecuarios en la Estación Experimental, 2002

Fecha	Institución y número de visitantes	Tema (responsable)
Mar. 14	Universidad EAFIT. Medellín, Antioquia. Departamento Ingeniería de Procesos, 15 estudiantes.	Avances y aplicaciones de biotecnología en caña de azúcar (F. Ángel)
Abr. 17	Universidad de Caldas. Manizales, Caldas. Facultad de Ciencias Agropecuarias, 30 estudiantes.	Enfermedades de la caña y su manejo (J.C. Ángel) Plagas de la caña y su manejo (L.A. Lastra)
May. 8	Universidad de Nariño. San Juan de Pasto, Nariño. Facultad de Ciencias Agrícolas, 40 estudiantes.	Compactación de suelos (J. Torres) Manejo de residuos de cosecha de caña en verde (F. Villegas)
May. 27	Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Cundinamarca. Facultad de Agronomía, 63 estudiantes	Programa de selección y mejoramiento de variedades (H. Ranjel) Aplicaciones de biotecnología en caña de azúcar (F. Ángel)
Jun. 5	Asociación de Productores de Panela y Cultivadores de Caña de San Agustín, Huila (APROYCASA). Visita de 14 productores.	Establecimiento de semilleros básicos de caña de azúcar (J.C. Ángel)
Jun. 5	Universidad del Tolima. Ibagué, Tolima. Facultad de Ingeniería Agrícola, 32 estudiantes.	Programa de selección y mejoramiento de variedades (C.A. Viveros)
Jun. 6	Universidad de Santa Rosa de Cabal. Santa Rosa de Cabal, Caldas. Facultad de Ciencias Agrícolas, 12 estudiantes.	Programa de selección y mejoramiento de variedades (H. Ranjel)
Jun. 7	Universidad de Caldas. Manizales, Caldas. Facultad de Ciencias Agropecuarias, 32 estudiantes.	Programa de selección y mejoramiento de variedades (C.A. Viveros)
Jun. 12	Universidad del Tolima. Ibagué, Tolima. Facultad de Ingeniería Agronómica, 26 estudiantes.	Fitomejoramiento y variedades comerciales (C.A. Viveros) Red meteorológica automatizada (E. Cortés) Fertilización de la caña de azúcar (R. Quintero)
Jul. 16	Universidad de los Llanos. Villavicencio, Meta. Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, 14 estudiantes.	Maduradores (F. Villegas) Análisis de sacarosa en procesos de cosecha y molienda (J. Larrahondo) Secuencia de los procesos fabriles (N. J. Gil)
Jun. 18	Universidad Francisco de Paula Santander. San José de Cúcuta, Norte de Santander. Facultad de Ciencias Agrarias, 8 estudiantes.	Biotecnología aplicada a la caña de azúcar (F. Ángel)
Ago. 16	Universidad Nacional de Colombia. Medellín, Antioquia. Facultad de Ciencias Agropecuarias, 10 estudiantes.	Mecanización de labores y compactación de suelos. Cosecha y manejo de residuos en el campo (J. Torres)
Sep. 19 y 26	Universidad Nacional de Colombia. Palmira, Valle del Cauca. Facultad de Ingeniería, 25 estudiantes.	Mejoramiento genético de variedades (C.A. Viveros) Manejo de aguas en el cultivo de la caña de azúcar (J.R. Cruz) Plagas y enfermedades de la caña de azúcar (L.A. Gómez; J.C. Ángel)
Sep. 25	Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Bogotá, Cundinamarca. Facultad de Ingeniería, 44 estudiantes.	Aplicaciones de biotecnología en caña de azúcar (F. Ángel) Generalidades sobre biotecnología en la industria (J. Larrahondo)
Sep. 26	Universidad de Caldas. Manizales, Caldas. Facultad de Ciencias Agropecuarias, 32 estudiantes.	Principales problemas patológicos de la caña de azúcar y su control (M.L. Guzmán; J.C. Ángel)
Oct. 10	Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Cundinamarca. Facultad de Ingeniería, 20 estudiantes.	Zonificación del área cañera en grupos de humedad. Nuevas opciones para el drenaje de los campos. Siembra en surco doble modificado (J. Torres)
Oct. 22	Universidad de la Amazonia. Florencia, Caquetá. Facultad de Ingeniería, 25 estudiantes.	Enfermedades de la caña de azúcar y su manejo (J.C. Ángel)

Fecha	Institución y número de visitantes	Tema (responsable)
Oct. 24	Universidad Nacional de Colombia. Palmira, Valle del Cauca. Facultad de Ingeniería, 25 estudiantes.	Red meteorológica automatizada. Monitoreo meteorológico de quemas de caña. Estudio del régimen del viento en el valle del río Cauca. Seguimiento de la pavesa generada en quemas de caña de azúcar. Demostración de software para captura y manejo de información meteorológica (E. Cortés)
Oct. 30	Universidad EAFIT. Departamento de Ingeniería de Procesos, 14 estudiantes.	Aplicaciones de la biotecnología en caña de azúcar y perspectivas futuras (F. Ángel)
Nov. 6	Comité Técnico Operativo de la Panela de Risaralda (COPAR). Pereira, Risaralda. Visita de 15 técnicos del Comité.	Enfermedades de la caña de azúcar (J.C. Ángel) Variedades de caña de azúcar (C.A. Viveros)
Nov. 19	Universidad Nacional de Colombia. Medellín, Antioquia. Facultad de Ciencias Agropecuarias, 7 estudiantes.	Programa de mejoramiento genético de caña de azúcar (C.A. Viveros)
Nov. 20	Universidad del Tolima. Ibagué, Tolima. Facultad de Ingeniería Agronómica, 20 estudiantes.	Programa de mejoramiento genético de caña de azúcar (C.A. Viveros)
Nov. 21	Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Cundinamarca. Facultad de Agronomía, 30 estudiantes.	Balance hídrico y uso consuntivo de la caña. Zonificación agroecológica para el cultivo en el valle del río Cauca (J. Torres) Red meteorológica automatizada (E. Cortés).
Dic. 2	Universidad de los Llanos. Villavicencio, Meta. Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, 24 estudiantes.	Manejo del recurso genético y estrategias para mejorar el contenido de sacarosa de la caña. Visita a la colección de variedades (C.A. Viveros) Biotecnología aplicada al mejoramiento genético de la caña de azúcar (F. Ángel)
Dic. 3	Universidad Francisco de Paula Santander. San Juan de Cúcuta, Norte de Santander. Facultad de Ciencias Agrarias, 20 estudiantes.	Aspectos de biotecnología vegetal y ambiental y sus aplicaciones en el cultivo de la caña (F. Ángel)

## IV. Participación del personal en actividades de inducción y capacitación, 2002

Actividad	Asistente(s)
Seminario: Técnicas de comunicación y arte de hablar en público. Hugo León Monsalve Hernández Cali, Colombia, ene.31-feb.1	Diecisiete profesionales de CENICAÑA
Seminario Internacional Balance Scorecard. Asociación Colombiana de Ejecutivos de Finanzas (ACEF) Capitulu Valle – Cámara de Comercio Colombo-Americana – Cali, Colombia, feb.7-8	Diecisiete profesionales de CENICAÑA
Diplomado: Desarrollo de páginas web con Dreamweaver, Empresa D.G. Cali, Colombia, feb.-may.	A. Arias; J.L. Rivas; W. Berrío
Curso: Administración de web datablade de Informix Foundation 2000. Informix Ltda. Cali, Colombia, mar.	J.H. Caicedo; O. García; E. Anderson
Congreso mundial: Uso de computadoras en agricultura y recursos naturales. Sociedad Americana de Ingeniería Agrícola. Cataratas de Iguazú, Brasil. mar.	J. Torres C.H. Isaacs
Curso internacional teórico-práctico sobre entomopatógenos de la broca del café. CENICAFÉ. Chinchiná, Colombia, mar.11-15	M.L. Guzmán
Curso: Cálculo de incertidumbre de mediciones. Corporación Metrocalidad, Universidad del Valle, ASOCAÑA. Cali, Colombia, abr.6	L.M. Calero
Seminario: Los microorganismos aliados en la cotidianidad del hombre. Universidad Nacional de Colombia. Palmira, Colombia, may. 2	M.L. Guzmán
Conferencia: Power crops for the Americas. F.O. Licht. Miami, EUA, may.6-10	C.O. Briceño
Ciclo de conferencias del Departamento de Química. Universidad del Valle. Cali, Colombia, may.20	L.M. Calero
Visita técnica: Hongos comestibles en residuos de café. CENICAFÉ. Chinchiná, Colombia, may.27 y 28	M.L. Guzmán; J.C. Ángel
Curso: Customizing ArcIMS using HTML and JavaScript. Prosis S.A. Cali, Colombia, may.29 y 31	B.V. Ortiz
Congreso Anual de Fitopatología. ASCOLFI. Bogotá, Colombia, jul.3-6	J.C. Ángel
Sistema operativo Linux (básico, intermedio y avanzado). W. Linux Ltda. Cali, Colombia, jul. 2002-feb. 2003	W. Berrío; J.L. Rivas
Seminario: Uso racional de energía para grandes consumidores y análisis de generación en sitio. AENE Consultoría. Bogotá, Colombia, ago.16 y 17	A. Carvajal
Simposio de Estadística. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia, ago.14-18	A. Palma; C.A. Moreno
Seminario: Bioseguridad. Instituto Colombiano Agropecuario. Palmira, Colombia, sep.11	F. Ángel
Seminario-taller: Gestión de conocimiento en investigación. Sistemas de calidad en centros y grupos de investigación. Centro de Innovación y Desarrollo para la Investigación en Ingeniería del Software (CIDIIS), Universi- dad Industrial de Santander. Bucaramanga, Colombia, sep.13-14, 18-19	C.O. Briceño J.I. Victoria
XI Congreso Nacional de la Sociedad de Colombiana de la Ciencia del Suelo. Cali, Colombia, sep.18-22	R. Quintero
Lenguaje de programación Java. MCM Software Solutions Inc. Cali, Colombia, oct	J.H. Caicedo; O. García; E. Anderson
Seminario: Mejores decisiones. Fundación Trascender. Cali, Colombia, nov.1 y 15	Diecisiete profesionales de CENICAÑA
Octavo Congreso Nacional y Quinto Internacional de Topografía. Universidad del Valle. Cali, Colombia, nov.8-10	J. Carbonell
Curso de escritura científica. Red Especializada de Centros de Investigación y Desarrollo Tecnológico del Sector Agropecuario. Cartagena de Indias, Colombia, nov.17-22	F. Ángel; A. Palma; J.E. Larrahondo

## V. Ingresos de CENICAÑA 1997-2002 en términos constantes

Año	Cuotas causadas nominales (millones Col\$)	IPC 2002 <sup>1</sup>	Factor conversión Col(2002)\$	Cuotas causadas (millones Col(2002)\$)
1997	4559	17.88	1.76	8021
1998	5400	16.70	1.49	8051
1999	4990	9.23	1.28	6381
2000	5558	8.75	1.17	6507
2001	8258	7.65	1.08	8890
2002	8545	6.99	1.00	8545

1. Índice de precios al consumidor.

Fuente: Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE)

En 25 años el sector azucarero ha invertido Col\$ 146 mil millones en investigación y desarrollo tecnológico a través de CENICAÑA.

## VI. Capital humano

Para el desarrollo de las actividades de investigación durante el año 2002 el Centro contó con treinta y seis personas de nivel profesional, treinta de apoyo en investigación y servicios, y sesenta y nueve trabajadores de campo.

Durante el año estuvieron vinculados cinco jóvenes investigadores con el apoyo de COLCIENCIAS. En desarrollo de trabajo de grado y pasantía se contó con diez estudiantes de distintas disciplinas.

## VII. Jóvenes investigadores

CENICAÑA es una de las instituciones nacionales de apoyo al fortalecimiento de la capacidad científica del país y como tal participa desde 1997 en el programa de formación de jóvenes investigadores auspiciado por COLCIENCIAS. En el desarrollo de este programa, durante 2002 el Centro contó con cinco profesionales jóvenes dedicados a trabajos de investigación. Los informes de los proyectos concluidos se encuentran disponibles en la biblioteca de CENICAÑA.

### Convenio 043-2001

El 15 de noviembre de 2002 finalizó este convenio que había comenzado en octubre de 2001 con la participación de cinco jóvenes investigadores. El presupuesto aprobado para su desarrollo fue de \$72,000,000 de los cuales COLCIENCIAS financió \$28,800,000 y CENICAÑA \$43,200,000.

Nombre y profesión	Proyecto y programa de investigación	Período
Juliana Osorio Córdoba Ingeniera Agrónoma	Caracterización de variedades por producción de residuos (Programa de Variedades)	Octubre 24, 2001-2002
Arbey Carvajal López Ingeniero Mecánico	Cogeneración industrial para el sector azucarero colombiano aplicando el enfoque ESCO (Programa de Procesos de Fábrica)	Octubre 4, 2001-2002
John Jaime Riascos Arcos Biólogo	Evaluación de la diversidad genética en variedades de caña de azúcar cultivadas en Colombia, usando marcadores moleculares (Programa de Variedades)	Noviembre 1, 2001-2002
Andrés Leonardo Campiño Beltrán Economista	Impacto económico del cambio a la cosecha en verde sobre el desempeño y la rentabilidad del negocio azucarero (Servicios de Análisis Económico y Estadístico)	Octubre 22, 2001-2002
Johny Mauricio Borrero Salazar Estadístico	Caracterización de la adopción de tecnología en caña de azúcar (Servicio de Cooperación Técnica y Transferencia de Tecnología)	Noviembre 15, 2001-2002

## VIII. Personal profesional (a diciembre de 2002)

### Dirección General

**Álvaro Amaya Estévez**  
Director General  
Ingeniero Agrónomo, Ph.D.

**Nohra Pérez Castillo**  
Secretaria Junta Directiva  
Economista

### Programa de Variedades

**Jorge Ignacio Victoria Kafure**  
Director  
Ingeniero Agrónomo, Ph.D.

**Hernando Antonio Ranjel Jiménez**  
Fitomejorador  
Ingeniero Agrónomo, Ph.D.

**Carlos Arturo Viveros Valens**  
Fitomejorador  
Ingeniero Agrónomo, M.Sc.

**Juan Carlos Ángel Sánchez**  
Fitopatólogo  
Ingeniero Agrónomo, M.Sc.

**María Luisa Guzmán Romero**  
Microbióloga  
Bacterióloga

**Luis Antonio Gómez Laverde**  
Entomólogo  
Ingeniero Agrónomo, Ph.D.

**Fernando Ángel Sánchez**  
Biotecnólogo  
Microbiólogo, Ph.D.

**María Paola Rangel Lema<sup>1</sup>**  
Investigadora temporal, Biotecnología  
Bióloga

### Programa de Agronomía

**Jorge Stember Torres Aguas**  
Director  
Ingeniero Agrónomo, Ph.D.

**Fernando Villegas Trujillo<sup>2</sup>**  
Ingeniero de Mecanización Agrícola  
Ingeniero Agrícola, M.Sc.

**Rafael Quintero Durán**  
Edafólogo  
Ingeniero Agrónomo, M.Sc.

**José Ricardo Cruz Valderrama**  
Ingeniero de Suelos y Aguas  
Ingeniero Agrícola, M.Sc.

**Alejandro Durán Sanclemente<sup>3</sup>**  
Ingeniero de Mecanización agrícola  
Ingeniero Agrónomo

**Ayda Lucía Carrillo Joaquín<sup>1</sup>**  
Investigadora temporal, Labranza Reducida  
Ingeniera Agrónoma

### Programa de Procesos de Fábrica

**Carlos Omar Briceño Beltrán**  
Director  
Ingeniero Químico, M.Sc.

**Jesús Eliécer Larrahondo Aguilar**  
Químico Jefe  
Químico, Ph.D.

**Liliana María Calero Salazar**  
Química  
Química, M.Sc.

**Nicolás Javier Gil Zapata<sup>2</sup>**  
Ingeniero de Procesos Químicos  
Ingeniero Químico

**Adolfo León Gómez Perlaza<sup>4</sup>**  
Ingeniero Mecánico  
Ingeniero Mecánico, M.Sc.

**Arbey Carvajal López**  
Ingeniero de Procesos Mecánicos  
Ingeniero Mecánico

### Servicio de Análisis Económico y Estadístico

**Carlos Arturo Moreno Gil**  
Biometrista  
Estadístico, M. Sc.

**Alberto Efraín Palma Zamora**  
Biometrista  
Matemático, M. Sc.

**Claudia Posada Contreras**  
Economista

Servicio de Información y Documentación

**Guadalupe Bustamante Álvarez**  
Jefe  
Licenciada en Bibliotecología

### Servicio de Tecnología Informática

**Einar Anderson Acuña**  
Jefe  
Ingeniero Industrial

### Servicio de Cooperación Técnica y Transferencia de Tecnología

**Camilo Humberto Isaacs Echeverry**  
Jefe  
Ingeniero Agrónomo

**Victoria Eugenia Carrillo Camacho**  
Especialista en Comunicación Técnica  
Comunicadora Social

**Diego Alberto Gaviria Mejía<sup>1</sup>**  
Grupos de Transferencia de Tecnología  
Ingeniero Agrónomo

**Paula Tatiana Uribe Jaramillo<sup>1</sup>**  
Grupos de Transferencia de Tecnología  
Ingeniera Agrónoma

**José Yesid Gutiérrez Viveros<sup>1</sup>**  
Fincas Piloto  
Ingeniero Agrícola

### Superintendencia de Campo

**Javier Alí Carbonell González**  
Superintendente de Campo  
Ingeniero Agrícola, M. Sc.

**Enrique Cortés Betancourt**  
Meteorólogo  
Ingeniero Meteorólogo, M.Sc.

**Brenda Valezca Ortiz Uribe<sup>1</sup>**  
Analista de Sistemas de Información Geográfica  
Ingeniera Agrícola

### Dirección Administrativa

**Nohra Pérez Castillo**  
Directora Administrativa  
Economista

**Ligia Genith Medranda Rosasco**  
Contadora, Unidad de Contabilidad  
Contadora Pública

**Eduardo Fonseca Roa**  
Jefe Administrativo, Servicios Generales  
Técnico Mercadeo Agrícola

1. Contrato a término fijo.

2. Se encuentra en licencia de estudios de posgrado.

3. Reemplazo temporal por licencia de estudios.

4. Contrato con la Universidad del Valle, medio tiempo.

## De entidades y grupos

- APOYCASA: Asociación de Productores y Cultivadores de Caña de San Agustín, Huila
- ASCOLFI: Asociación Colombiana de Fitopatología y Ciencias Afines
- ASOCAÑA: Asociación de Cultivadores de Caña de Azúcar de Colombia
- BSES: Bureau of Sugar Experiment Stations
- CENIBANANO: Centro de Investigaciones del Banano
- CENICAFÉ: Centro Nacional de Investigaciones de Café “Pedro Uribe Mejía”
- CENICAÑA: Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia
- CENIPALMA: Centro de Investigación en Palma de Aceite
- CENIUVA: Centro de Investigación Vinícola Tropical de Ginebra
- CENUIACUA: Centro de Investigación de la Acuicultura de Colombia
- CEVIPAPA: Centro Virtual de Investigación de la Cadena Agroalimentaria de la Papa
- CIAT: Centro Internacional de Agricultura Tropical
- CIDLIS: Centro de Innovación y Desarrollo para la Ingeniería de Software
- CNB: Colegio Nacional de Bacteriólogos
- CNIAA: Cámara Nacional de las Industrias Azucarera y Alcolohera de México
- COLCIENCIAS: Instituto Colombiano para el Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología “Francisco José de Caldas”
- COLTABACO: Compañía Colombiana de Tabaco S.A.
- COPAR: Comité Técnico Operativo de la Panela de Risaralda
- CORPOICA: Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria
- CVC: Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca
- DANE: Departamento Administrativo Nacional de Estadística
- FEE: Fondo para el Medio Ambiente Mundial (sigla en inglés)
- GTE: Grupo de Trabajo en Energía
- GTT: Grupo de Transferencia de Tecnología
- ICA: Instituto Colombiano Agropecuario
- ICSB: Consorcio Internacional de Biotecnología de la Caña de Azúcar (sigla en inglés)
- IGAC: Instituto Geográfico Agustín Codazzi
- PNUID: Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
- PROCAÑA: Asociación Colombiana de Productores y Proveedores de Caña de Azúcar
- SENA: Servicio Nacional de Aprendizaje
- SPRI: Sugar Processing Research Institute Inc.
- SRI: Sugar Research Institute
- TECNICAÑA: Asociación Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar

## De variedades de caña de azúcar

- CC: Cenicaña Colombia
- CCSP: Cenicaña Colombia-São Paulo
- CO: Coimbatore
- MEX: México
- MZC: Mayagüez Colombia
- POJ: Profstation Öost Java
- PR: Puerto Rico
- Q: Queensland
- RD: República Dominicana
- SP: São Paulo
- V: Venezuela
- VIC: Variedades Importadas por Cenicaña

## Otras

- AEPS: Agricultura Específica por Sitio
- ESCO: Empresas de Servicios Energéticos
- GLP: Gas Licuado de Petróleo
- GPS: Sistema de Posicionamiento Global
- HPLC: Cromatografía Líquida de Alta Eficiencia
- IMO: Índice de Margen Operacional
- IPF: Índices del Programa de Fábrica
- ME: Materia Extraña
- NIR: Espectroscopia de Infrarrojo Cercano
- PDF: Formato de Documento Portátil
- POC: Pol en Células Abiertas
- RMA: Red Meteorológica Automatizada
- RSD: Raquitismo de la Soca
- SCBV: Virus Baciliforme de la Caña de Azúcar
- SCMV: Virus del Mosaico Común de la Caña de Azúcar
- SCYLV: Virus del Síndrome de la Hoja Amarilla
- SDM: Surco Doble Modificado
- SEF: Sistema Experto de Fertilización
- SEICA: Servicio de Información y Documentación de la Caña de Azúcar
- SIG: Sistema de Información Geográfica
- SIMCES: Sistema para el Manejo de Caña Específico por Sitio
- SIMCLAR: Simulador de Clarificación
- SIVAR: Sistema de Información de Variedades
- TAH: Toneladas de Azúcar por Hectárea
- TAHM: Toneladas de Azúcar por Hectárea por Mes
- TBLA: Tissue-blot
- TCH: Toneladas de Caña por Hectárea
- TCHM: Toneladas de Caña por Hectárea por Mes

El Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia (CENICAÑA) es una corporación privada, sin ánimo de lucro, fundada en 1977 por iniciativa de la Asociación de Cultivadores de Caña de Azúcar de Colombia (ASOCAÑA) en representación de la agroindustria azucarera localizada en el valle del río Cauca.

Su misión es contribuir por medio de la investigación, evaluación y divulgación de tecnología y el suministro de servicios especializados al desarrollo de un sector eficiente y competitivo, de manera que éste juegue un papel importante en el mejoramiento socioeconómico y en la conservación de un ambiente productivo, agradable y sano en las zonas azucareras.

CENICAÑA desarrolla programas de investigación en Variedades, Agronomía y Procesos de Fábrica, y cuenta con servicios de apoyo en Análisis Económico y Estadístico, Información y Documentación, Tecnología Informática, Cooperación Técnica y Transferencia de Tecnología. Presta servicios de análisis de laboratorio, administra las estaciones de la red meteorológica automatizada y mantiene actualizada la cartografía digital del área cultivada.

Los recursos de financiación durante 2003 corresponden a donaciones directas realizadas por los ingenios azucareros Carmelita, Central Castilla, Central Tumaco, Incauca, La Cabaña, Manuelita, María Luisa, Mayagüez, Pichichí, Providencia, Riopaila, Risaralda, Sancarlos y Sicarare, y por sus proveedores de caña. También adelanta proyectos cofinanciados por otras entidades, especialmente en el marco de programas coordinados por el Instituto Colombiano para el Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología "Francisco José de Caldas".

La estación experimental está ubicada en el corregimiento de San Antonio de los Caballeros (Florida, Valle del Cauca) donde se encuentran las oficinas de administración e investigación, la biblioteca, los invernaderos y los laboratorios. La estación ocupa 62 hectáreas localizadas a 3°21' de latitud norte, 76°18' de longitud oeste y 1024 metros sobre el nivel del mar. La temperatura media anual en este sitio es de 23.5 °C, precipitación media anual de 1160 mm y humedad relativa de 77%.

Las investigaciones sobre el cultivo se realizan en la estación experimental y en predios de los ingenios azucareros y los cultivadores de caña. Las investigaciones de fábrica se llevan a cabo en plantas industriales consideradas como ingenios piloto.

CENTRO DE INVESTIGACIÓN DE LA CAÑA DE AZÚCAR DE COLOMBIA, 2003

#### CITA BIBLIOGRÁFICA

Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia. Cali.  
2003. Informe Anual 2002. Cali, CENICAÑA. 100p.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

---

- Borrero Salazar, J.M. Informe final del contrato pasantía. Joven Investigador. Convenio COLCIENCIAS-CENICAÑA. Caracterización de la adopción de tecnología de los productores de caña de azúcar. Cali, CENICAÑA, 2002. 70 p.
- Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia. Cali. Informe Anual 1999. Cali, CENICAÑA, 2000. p.27-28
- Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia. Cali. Informe Anual 2001. Cali, CENICAÑA, 2002. p.33-34, 36, 39-47
- 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.
- Ranjel Jiménez, H.; Torres Aguas, J.; Gómez Peña, J. Uso de la agricultura de precisión para identificar la tolerancia de la caña de azúcar a sales y sodio. Carta Trimestral CENICAÑA (Colombia). v.24, no.2, p.15-16. 2002
- Soil Survey Staff (SSS). 1999. Soil taxonomy. A basic sistem of soil classification for making and interpreting soil surveys. 2<sup>a</sup>. Ed. Agriculture Handbook No.436. SSS. USDA. Washington D.C. 869p.

## De entidades y grupos

- APOYCASA: Asociación de Productores y Cultivadores de Caña de San Agustín, Huila
- ASCOLFI: Asociación Colombiana de Fitopatología y Ciencias Afines
- ASOCAÑA: Asociación de Cultivadores de Caña de Azúcar de Colombia
- BSES: Bureau of Sugar Experiment Stations
- CENIBANANO: Centro de Investigaciones del Banano
- CENICAFÉ: Centro Nacional de Investigaciones de Café “Pedro Uribe Mejía”
- CENICAÑA: Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia
- CENIPALMA: Centro de Investigación en Palma de Aceite
- CENIUVA: Centro de Investigación Vinícola Tropical de Ginebra
- CENUIACUA: Centro de Investigación de la Acuicultura de Colombia
- CEVIPAPA: Centro Virtual de Investigación de la Cadena Agroalimentaria de la Papa
- CIAT: Centro Internacional de Agricultura Tropical
- CIDLIS: Centro de Innovación y Desarrollo para la Ingeniería de Software
- CNB: Colegio Nacional de Bacteriólogos
- CNIAA: Cámara Nacional de las Industrias Azucarera y Alcolohera de México
- COLCIENCIAS: Instituto Colombiano para el Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología “Francisco José de Caldas”
- COLTABACO: Compañía Colombiana de Tabaco S.A.
- COPAR: Comité Técnico Operativo de la Panela de Risaralda
- CORPOICA: Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria
- CVC: Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca
- DANE: Departamento Administrativo Nacional de Estadística
- FEE: Fondo para el Medio Ambiente Mundial (sigla en inglés)
- GTE: Grupo de Trabajo en Energía
- GTT: Grupo de Transferencia de Tecnología
- ICA: Instituto Colombiano Agropecuario
- ICSB: Consorcio Internacional de Biotecnología de la Caña de Azúcar (sigla en inglés)
- IGAC: Instituto Geográfico Agustín Codazzi
- PNUID: Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
- PROCAÑA: Asociación Colombiana de Productores y Proveedores de Caña de Azúcar
- SENA: Servicio Nacional de Aprendizaje
- SPRI: Sugar Processing Research Institute Inc.
- SRI: Sugar Research Institute
- TECNICAÑA: Asociación Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar

## De variedades de caña de azúcar

- CC: Cenicaña Colombia
- CCSP: Cenicaña Colombia-São Paulo
- CO: Coimbatore
- MEX: México
- MZC: Mayagüez Colombia
- POJ: Profstation Öost Java
- PR: Puerto Rico
- Q: Queensland
- RD: República Dominicana
- SP: São Paulo
- V: Venezuela
- VIC: Variedades Importadas por Cenicaña

## Otras

- AEPS: Agricultura Específica por Sitio
- ESCO: Empresas de Servicios Energéticos
- GLP: Gas Licuado de Petróleo
- GPS: Sistema de Posicionamiento Global
- HPLC: Cromatografía Líquida de Alta Eficiencia
- IMO: Índice de Margen Operacional
- IPF: Índices del Programa de Fábrica
- ME: Materia Extraña
- NIR: Espectroscopia de Infrarrojo Cercano
- PDF: Formato de Documento Portátil
- POC: Pol en Células Abiertas
- RMA: Red Meteorológica Automatizada
- RSD: Raquitismo de la Soca
- SCBV: Virus Baciliforme de la Caña de Azúcar
- SCMV: Virus del Mosaico Común de la Caña de Azúcar
- SCYLV: Virus del Síndrome de la Hoja Amarilla
- SDM: Surco Doble Modificado
- SEF: Sistema Experto de Fertilización
- SEICA: Servicio de Información y Documentación de la Caña de Azúcar
- SIG: Sistema de Información Geográfica
- SIMCES: Sistema para el Manejo de Caña Específico por Sitio
- SIMCLAR: Simulador de Clarificación
- SIVAR: Sistema de Información de Variedades
- TAH: Toneladas de Azúcar por Hectárea
- TAHM: Toneladas de Azúcar por Hectárea por Mes
- TBLA: Tissue-blot
- TCH: Toneladas de Caña por Hectárea
- TCHM: Toneladas de Caña por Hectárea por Mes

El Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia (CENICAÑA) es una corporación privada, sin ánimo de lucro, fundada en 1977 por iniciativa de la Asociación de Cultivadores de Caña de Azúcar de Colombia (ASOCAÑA) en representación de la agroindustria azucarera localizada en el valle del río Cauca.

Su misión es contribuir por medio de la investigación, evaluación y divulgación de tecnología y el suministro de servicios especializados al desarrollo de un sector eficiente y competitivo, de manera que éste juegue un papel importante en el mejoramiento socioeconómico y en la conservación de un ambiente productivo, agradable y sano en las zonas azucareras.

CENICAÑA desarrolla programas de investigación en Variedades, Agronomía y Procesos de Fábrica, y cuenta con servicios de apoyo en Análisis Económico y Estadístico, Información y Documentación, Tecnología Informática, Cooperación Técnica y Transferencia de Tecnología. Presta servicios de análisis de laboratorio, administra las estaciones de la red meteorológica automatizada y mantiene actualizada la cartografía digital del área cultivada.

Los recursos de financiación durante 2003 corresponden a donaciones directas realizadas por los ingenios azucareros Carmelita, Central Castilla, Central Tumaco, Incauca, La Cabaña, Manuelita, María Luisa, Mayagüez, Pichichí, Providencia, Riopaila, Risaralda, Sancarlos y Sicarare, y por sus proveedores de caña. También adelanta proyectos cofinanciados por otras entidades, especialmente en el marco de programas coordinados por el Instituto Colombiano para el Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología "Francisco José de Caldas".

La estación experimental está ubicada en el corregimiento de San Antonio de los Caballeros (Florida, Valle del Cauca) donde se encuentran las oficinas de administración e investigación, la biblioteca, los invernaderos y los laboratorios. La estación ocupa 62 hectáreas localizadas a 3°21' de latitud norte, 76°18' de longitud oeste y 1024 metros sobre el nivel del mar. La temperatura media anual en este sitio es de 23.5 °C, precipitación media anual de 1160 mm y humedad relativa de 77%.

Las investigaciones sobre el cultivo se realizan en la estación experimental y en predios de los ingenios azucareros y los cultivadores de caña. Las investigaciones de fábrica se llevan a cabo en plantas industriales consideradas como ingenios piloto.

CENTRO DE INVESTIGACIÓN DE LA CAÑA DE AZÚCAR DE COLOMBIA, 2003

#### CITA BIBLIOGRÁFICA

Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia. Cali.  
2003. Informe Anual 2002. Cali, CENICAÑA. 100p.