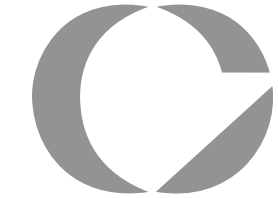


cenicaña

Informe anual 2003

Carátula
Promover la gestión de información y tecnología en las unidades productivas es uno de los objetivos estratégicos de Cenicaña para mejorar la productividad y la competitividad de la industria azucarera colombiana.

Los Grupos de Transferencia de Tecnología (GTT), coordinados por Cenicaña en cooperación con los ingenios azucareros, apoyan este objetivo al propiciar el intercambio de información acerca de las mejores prácticas utilizadas por los cañicultores más innovadores y facilitar la comunicación con los ingenios y Cenicaña.

Publicación Cenicaña
ISSN 0120-5854

Cita bibliográfica
Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia. Cali. 2004.
Informe Anual 2003. Cali, Cenicaña. 106 p.

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
buzon@cenicana.org

800 ejemplares
Impreso en Colombia

Contenido

iv Junta Directiva
v Cenicaña en la era del alcohol
vi Palabras del Director General

Valle del río Cauca
1 Clima y producción comercial de caña y azúcar

Programas de investigación
15 Variedades
27 Agronomía
39 Procesos de Fábrica

Servicios de apoyo
47 Análisis Económico y Estadístico
60 Cooperación Técnica y Transferencia de Tecnología
71 Tecnología Informática
72 Información y Documentación
73 Superintendencia de la Estación Experimental
75 Laboratorios de Análisis

79 **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 Cenicaña1998-2003
VI. Capital humano
VII. Jóvenes investigadores
VIII. Personal profesional

95 **Referencias bibliográficas**

96 **Siglas y abreviaturas**

Junta Directiva, 2003

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 Irurita 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 Tumaco S.A.

Comités de Investigación

Campo

Presidente:

Jairo Nova Vargas
Superintendente de Campo, zona 2
Incauca S.A.

Cosecha

Presidente:

Juan Fernando González Reyes
Gerente de Cosecha
Ingenio Central Castilla S.A.

Fábrica

Presidente:

Jorge Hernán Paredes Murcillo
Director División Fábrica
Ingenio La Cabaña S.A.

Cenicaña en la era del alcohol

Eduardo Valderrama Varela,
Gerente General del Ingenio
La Cabaña S.A.

El país está recuperando la confianza gracias a los resultados macroeconómicos de 2003 y a la política de seguridad del Gobierno. Variables como el crecimiento económico, la reducción del desempleo, el incremento de la inversión extranjera y la estabilidad de indicadores como la inflación y la tasa de interés, generan un marco positivo hacia el crecimiento sostenido de la economía.

Los resultados económicos y de producción del sector azucarero fueron positivos, pese a la importación de azúcar de Bolivia y Brasil, al precio internacional con tendencia a la baja durante el año y a la revaluación del dólar. Aspectos como el buen clima, la siembra de mayor área con variedades Cenicaña Colombia aptas para cada tipo de suelo, la implementación de tecnología de punta en las áreas fabriles y en la logística de cosecha, y el intercambio de información económica-operativa liderado por Cenicaña que permite que la transferencia de mejores prácticas sea más fluida, fueron hechos definitivos para la consecución de estos resultados.

El Gobierno nacional, con el objetivo de generar empleo, sustituir la importación de combustibles no renovables, disminuir la contaminación ambiental, incentivar la producción agrícola y el desarrollo rural, estableció un marco legal y fiscal para la producción de alcohol carburante. Dado el marco de regulación, el sector encontró las condiciones apropiadas para diversificar la producción, invirtiendo en destilerías anexas a los ingenios con la posibilidad de producir todo tipo de alcoholes; fábricas flexibles a los requerimientos del mercado que permitirán mejorar la competitividad internacional.

Cenicaña, como entidad científica y de investigación será el mejor baluarte dentro de este proceso, definiendo la tecnología de producción de alcohol e investigando el uso de los subproductos para evitar el impacto ambiental.

Sólo unidos, ingenios y cultivadores de caña, y fortaleciendo nuestras instituciones como Asocaña, Cenicaña, Ciamsa, podremos enfrentar con éxito la competencia externa que es nuestra mayor amenaza.

Palabras del Director General

Alvaro Amaya Estévez, Ph.D.
Director General de Cenicaña

Cenicaña, como centro de desarrollo tecnológico del sector azucarero, continúa con la misión de generar tecnología y protegerla.

Diez años atrás, en 1993, la industria azucarera usaba los desarrollos tecnológicos disponibles en variedades como V 71-51, RD 75-11, MZC 74-275 y las primeras variedades CC, y alcanzó productividades nunca antes logradas: 1.02 toneladas de azúcar por hectárea por mes (TAHM) con 135 toneladas de caña por hectárea (TCH) y 11.03% de rendimiento en fábrica en edades de 14.6 meses en promedio. En 2003 la producción de azúcar fue mayor, 1.09 TAHM, con 126 TCH y 11.73% de rendimiento en edades de 13.7 meses en promedio.

Lo anterior es el resultado de las mejoras continuas y la innovación tecnológica en el manejo del cultivo y la cosecha, la siembra de variedades más productivas, mejor ubicadas y cultivadas, con el enfoque de agricultura específica por sitio. Es también el resultado del incremento en recuperación de azúcar y el fortalecimiento de la cooperación técnica y la transferencia de tecnología que promueven la interacción y la integración de técnicos, cultivadores, investigadores y administradores.

Los desarrollos y avances logrados en 2003 se basan en el plan de investigación definido dos años atrás con la participación de ingenios y cultivadores, el cual fija como prioridad en el corto plazo la transferencia de tecnología con el enfoque de agricultura específica por sitio. El plan incluye, en el mediano-largo plazo, el desarrollo de variedades específicas para las zonas agroecológicas de mayor área, mayor eficiencia en el uso del agua, desarrollo de tecnología para el manejo y el uso de los residuos de cosecha, empleo de la biotecnología, estudios fisiológicos que contribuyan al mejoramiento y la estabilidad de la producción, mejoramiento de los procesos fabriles, estandarización de metodologías analíticas y evaluación de los efectos de la materia extraña en el proceso agroindustrial.

Dos nuevas perspectivas de desarrollo económico atiende actualmente la industria azucarera: la producción de alcohol carburante (etanol) y la cogeneración de energía para venta a la red pública.

Con respecto al alcohol, en 2003 Cenicaña inició investigaciones para establecer el efecto de la aplicación sucesiva de vinazas al suelo y definir criterios sobre las dosis y el manejo de la vinaza como fuente de potasio, y sobre el uso de este subproducto de la destilación de alcohol en la recuperación de suelos sódicos.

En la perspectiva energética, de acuerdo con las conclusiones del proyecto GEF-Asocaña se analiza la factibilidad técnica y económica de producir y comercializar energía eléctrica. Las recomendaciones del GEF (Global Environment Facility) se orientan a estudios más específicos de la eficiencia energética en fábrica y el uso de los residuos de cosecha como biocombustible en mezcla con bagazo. Durante el último año, una empresa local construyó un prototipo de máquina picadora con base en los principios técnicos definidos por Cenicaña para los mecanismos del cabezote de recolección y picado; las evaluaciones preliminares son muy promisorias.

La competitividad depende de mayor productividad y/o menores costos de producción. Los avances en productividad en la industria azucarera son evidentes mas no así la reducción de los costos. El progreso durante 2003 en los comités de costos de campo, cosecha y fábrica, en los cuales participan ingenios y cultivadores, fue significativo. Se definieron matrices de costos a partir de las cuales se obtiene información más realista y se facilita el intercambio de información, experiencia y conocimiento en un proceso de mejoramiento continuo, un apoyo tanto en producción como en investigación y desarrollo tecnológico.

Una herramienta competitiva que cada día cobra más valor es la protección del conocimiento. Cenicaña ha desarrollado diferentes tecnologías que ha puesto a disposición de sus donantes y ha compartido algunas con el sector panelero nacional. Hace cinco años el Centro inició el proceso de protección de variedades de caña de azúcar y mantiene vigente su interés en los derechos de propiedad intelectual.

El mundo experimenta hoy cambios significativos con respecto a la situación de hace una década en términos del comercio, el desarrollo tecnológico, mayor eficiencia y productividad, mayor disponibilidad de información y acceso a medios de comunicación pero también más protección del conocimiento.

En este entorno competitivo, las industrias que generan conocimiento y lo protegen tienen mayor capacidad de crecer y mantenerse estables. Cada día toma fuerza el planteamiento de los expertos en desarrollo, quienes consideran que el progreso de las empresas será viable a través de la interacción entre el conocimiento, las personas, los recursos y la tecnología, y de éstos con la naturaleza o el entorno que los rodea, con base en el concepto de organizaciones vivas. Organizaciones orgánicas con visión sistémica: personas en su entorno, generando y utilizando los recursos, la tecnología y el conocimiento para dinamizar un progreso estable. Es un reto entonces preocuparnos por lo que debemos hacer pero también del balance y la asignación del peso que corresponda a cada uno de los componentes del sistema.

Misión

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.

Clima y producción comercial de caña y azúcar, 2003

Al igual que el año anterior, durante 2003 la industria azucarera colombiana aumentó la productividad debido a la presencia de condiciones climáticas favorables para la caña de azúcar, el incremento del área cosechada con algunas variedades, el manejo del campo y la cosecha, y los ajustes en fábrica para el sostenimiento del rendimiento.

De acuerdo con los datos de doce ingenios, en 2003 la industria molió 21,479,703 toneladas de caña y produjo 2,500,500 toneladas de azúcar, con incrementos de 10.7% y 9.6% respectivamente. Estos aumentos se pueden atribuir al crecimiento del área cosechada y la productividad.

En campo, los indicadores que mostraron incrementos con respecto a 2002 fueron el área neta y el número de suertes cosechadas, la edad de cosecha y la producción de caña por hectárea. En fábrica se registraron mejoras en extracción (la pureza del jugo diluido aumentó mientras que las pérdidas de sacarosa en bagazo disminuyeron), en recuperación y en producción total de azúcar. La producción de caña y azúcar por hectárea por mes y el rendimiento comercial en azúcar permanecieron estables (Cuadro 1).

La producción de azúcar creció casi 220 mil toneladas durante 2003, cuando también aumentaron el área neta cosechada, la producción de caña, la edad al corte, la extracción de sacarosa y la recuperación en fábrica.

El clima fue normal con respecto a las tendencias históricas. El 48% de las 170 mil hectáreas cosechadas estaban sembradas con la variedad CC 85-92, cuyo margen operacional fue 8% superior que el promedio de la industria.

Cuadro 1. Indicadores de productividad de la agroindustria azucarera colombiana. Período 2001-2003, datos de doce ingenios[1].

Variable	Año			Diferencia
	2001	2002	2003	2002-2003 (%)
Área neta cosechada (ha)	166,744	160,622	170,002	5.8
Área sembrada (ha)[2]	192,572	205,456	198,038	-3.6
Área renovada (ha)	41,000	23,359	17,984	-23.0
Número de suertes cosechadas	19,778	19,112	20,253	6.0
Edad de corte (meses)	12.1	12.9	13.7	6.2
Toneladas de caña por hectárea (TCH)	103.2	120.7	126.3	4.6
Toneladas de azúcar por hectárea-mes (TCHM)	8.6	9.41	9.40	-0.1
Toneladas de azúcar por hectárea (TAH)	12.4	14.2	14.7	3.5
Toneladas de azúcar por hectárea-mes (TAHM)	1.02	1.10	1.09	-0.9
Total de toneladas de caña	17,035,000	19,399,000	21,479,703	10.7
Total de toneladas de azúcar	2,038,000	2,281,000	2,500,500	9.6
Rendimiento comercial (%)	11.96	11.77	11.7	-0.6
Número de corte	4.2	3.97	4.1	3.3
Precipitación (mm)				
Semestre 1	527	602	550	-8.6
Semestre 2	458	535	604	12.9
Oscilación de la temperatura (°C)				
Semestre 1	10.8	10.9	11.0	+0.1 °C
Semestre 2	11.1	11.4	11.0	-0.4 °C
Radiación solar (cal/cm^2 x día)				
Semestre 1	421	413	426	3.1
Semestre 2	419	429	410	-4.4
Condición climática externa				
Semestre 1	Normal	Normal	El Niño	
Semestre 2	Normal	El Niño	Normal	

1. Ingenios Carmelita, Central Castilla, Central Tumaco, Incauca, La Cabaña, Manuelita, Mayagüez, Pichichí, Providencia, Riopaila, Risaralda y Sancarlos.

2. Datos de trece ingenios, incluyendo el Ingenio María Luisa en la lista anterior.

Clima

El año 2003 empezó con la influencia del fenómeno El Niño, el cual fue perdiendo intensidad de forma paulatina hasta desaparecer definitivamente hacia la mitad del año. Este fenómeno se había iniciado hacia mediados de 2002 en el océano Pacífico tropical, desde el comienzo con una intensidad débil.

La Zona de Convergencia Intertropical registró un comportamiento normal y dio lugar a las dos épocas lluviosas tradicionales en la región andina colombiana: la primera, desde mediados de marzo hasta mediados de junio; y la segunda, desde mediados de septiembre hasta mediados de diciembre. Esta distribución determina el régimen bimodal de la precipitación en la región.

Con dichas condiciones externas, el clima en el valle del río Cauca fue normal con respecto a los promedios de los diez últimos años (Cuadro 2). El comportamiento de las principales variables climáticas en 2003, promedios anuales para toda la región, fue:

- **Temperatura mínima media**: 18.9 °C.
  Más alta en 0.1 °C que el valor medio climatológico.
- **Temperatura media del aire**: 23.2 °C.
  Más alta en 0.1 °C con respecto al valor medio multianual.
- **Temperatura máxima media**: 29.8 °C.
  Más alta en 0.2 °C en comparación con la respectiva media climatológica.
- **Oscilación media diaria de la temperatura**: 11.0 °C.
  Mayor en 0.2 °C que el correspondiente valor medio anual multianual.
- **Humedad relativa del aire**: 81%.
  Inferior en 2% con respecto a la media multianual de 83%.
- **Radiación solar media diaria**:
  418 cal/cm^2 x día. Valor normal que representa el 101% del valor anual multianual (412 cal/cm^2 x día).
- **Precipitación**: 1153 mm.
  Cantidad normal de lluvias que representa el 94% del valor medio anual (1230 mm) registrado desde 1994 (Figura 1).

Durante el transcurso de 2003, a escala intermensual e interestacional se presentaron variaciones (anomalías) significativas con respecto a lo que tradicionalmente ocurre en materia climatológica en los diferentes meses, trimestres y semestres.

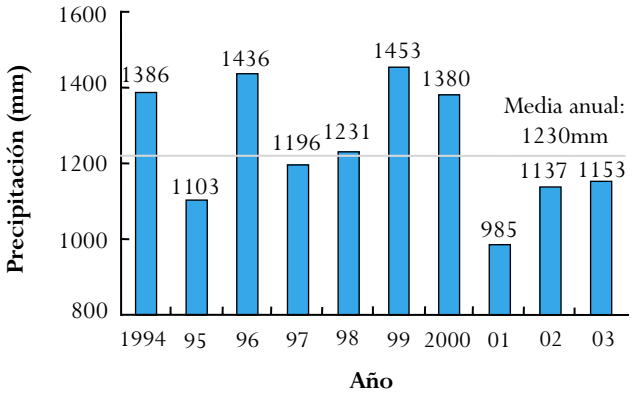


Figura 1. Precipitación atmosférica anual (promedio) para el valle del río Cauca. Período 1994-2003. Red Meteorológica Automatizada.

Cuadro 2. Resumen comparativo del clima (promedios) para el valle del río Cauca. Período 1994-2003. Red Automatizada.

Temperatura mínima media			
Año	**Sem. 1**	**Sem. 2**	**Anual**
Clima 94-03	19.0	18.7	18.8
Años de mayor temp. mínima			
1998	19.9	18.9	19.4
1997	19.0	18.8	18.9
2002	18.9	18.8	18.9
Años intermedios			
2003	19.1	18.7	18.9
2001	18.8	18.7	18.8
1994	18.8	18.6	18.7
1995	18.8	18.5	18.7
Años de menor temp. mínima			
2000	18.8	18.5	18.7
1999	18.8	18.4	18.6
1996	18.7	18.4	18.6

Temperatura media (°C)			
Año	**Sem. 1**	**Sem. 2**	**Anual**
Clima 94- 03	23.2	23.1	23.1
Años más cálidos			
1998	24.3	23.0	23.6
1997	23.0	23.8	23.4
2002	23.3	23.5	23.4
Años intermedios			
2003	23.4	23.0	23.2
2001	23.1	23.3	23.2
1995	23.3	22.7	23.0
1994	22.8	23.1	23.0
Años más fríos			
2000	22.5	22.8	22.6
1996	22.6	22.7	22.6
1999	22.6	22.4	22.5

Temperatura máxima media (°C)			
Año	**Sem. 1**	**Sem. 2**	**Anual**
Clima 94-03	29.6	29.7	29.6
Años de mayor temp. máxima			
1998	30.8	29.3	30.1
1997	29.2	30.8	30.0
2002	29.8	30.2	30.0
Años intermedios			
2003	30.1	29.6	29.8
2001	29.6	29.8	29.7
1995	29.9	29.0	29.4
1994	29.2	29.7	29.4
Años de menor temp. máxima			
1996	28.8	29.2	29.0
2000	28.6	29.2	28.9
1999	28.7	28.7	28.7

Oscilación de temperatura (°C)			
Año	**Sem. 1**	**Sem. 2**	**Anual**
Clima 94-03	10.6	11.0	10.8
Años de mayor oscil. temp.			
2002	10.9	11.4	11.2
1997	10.2	12.1	11.1
2001	10.8	11.1	11.0
Años intermedios			
2003	11.0	11.0	11.0
1995	11.0	10.5	10.8
1994	10.4	11.1	10.7
1998	11.0	10.4	10.7
Años de menor oscil. temp.			
1996	10.1	10.8	10.5
2000	9.9	10.7	10.3
1999	9.9	10.2	10.1

Humedad relativa (%)			
Año	**Sem. 1**	**Sem. 2**	**Anual**
Clima 94-03	84	82	83
Años más secos			
1994	82	78	80
2003	80	81	81
1997	84	78	81
Años intermedios			
1995	81	83	82
2002	85	80	82
1998	83	84	84
1996	85	82	84
Años más húmedos			
2001	86	84	85
1999	87	86	86
2000	88	86	87

Radiación solar cal/(cm² x día)			
Año	**Sem. 1**	**Sem. 2**	**Anual**
Clima 94-03	412	413	412
Años de mayor radiación			
1994	425	433	429
1995	430	417	423
1997	417	429	423
Años intermedios			
2002	413	429	421
2001	421	419	420
2003	426	410	418
1996	410	421	416
Años de menor radiación			
1998	416	403	410
1999	404	402	403
2000	389	397	393

Precipitación (mm)			
Año	**Sem. 1**	**Sem. 2**	**Anual**
Clima 94-03	689	541	1230
Años menos lluviosos			
2001	527	458	985
1995	521	582	1103
2002	602	535	1137
Años intermedios			
2003	550	604	1153
1997	774	421	1196
1998	655	576	1231
2000	841	538	1380
Años más lluviosos			
1994	821	565	1386
1996	906	530	1436
1999	820	633	1453

Resumen climatológico año 2003				
Variable	**Sem.1**	**Sem.2**	**Anual**	**Anual 1993-2003**
Temperatura mínima media (°C)	19.1	18.7	18.9	18.8
Temperatura media (°C)	23.4	23.0	23.2	23.1
Temperatura máxima media (°C)	30.1	29.6	29.8	29.6
Oscilación de temperatura (°C)	11.0	11.0	11.0	10.8
Humedad relativa (%)	80	81	81	83
Radiación solar (cal/cm² x día)	426	410	418	412
Precipitación (mm)	550	604	1153	1230

Precipitación

La distribución bimodal de las lluvias se mantuvo durante 2003 en la región, donde se presentaron dos temporadas lluviosas intercaladas con dos temporadas secas.

En los meses de enero, marzo y mayo se presentaron lluvias muy escasas y en febrero, lluvias escasas en comparación con las cantidades tradicionales (Figura 2). El mes de junio, por el contrario, resultó ser muy lluvioso, mientras que agosto, que conservó su carácter de cantidades absolutas muy pequeñas, fue de precipitaciones muy abundantes con respecto a las cantidades habituales para el mes. Noviembre y principalmente octubre fueron muy lluviosos en comparación con las cantidades tradicionales de precipitación mensual. Diciembre fue de lluvias escasas en promedio para la región pero muy heterogéneo desde el punto de vista espacial: se presentaron tanto lugares lluviosos y muy lluviosos como lugares secos y muy secos. El primer trimestre del año fue muy seco y el cuarto trimestre trajo consigo lluvias abundantes en comparación con las cantidades habituales.

De acuerdo con los registros de la Red Meteorológica Automatizada (1994-2003), es la segunda vez que, en promedio para el valle del río Cauca, el primer semestre del año es menos lluvioso que el segundo semestre. La primera vez fue en 1995 (Figura 3). Durante el primer semestre de 2003 predominaron las lluvias escasas (anomalías negativas significativas de la precipitación), mientras que durante el segundo semestre prevalecieron las lluvias abundantes (anomalías positivas significativas).

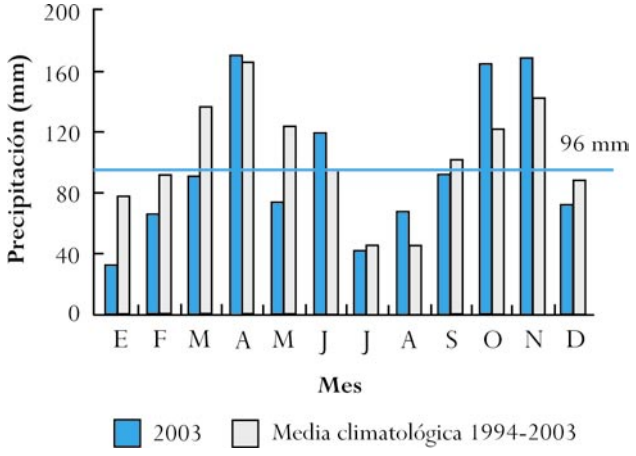


Figura 2. Precipitación mensual (promedio) para el valle del río Cauca durante el año 2003 en comparación con los valores mensuales multianuales del período 1994-2003. Red Meteorológica Automatizada.

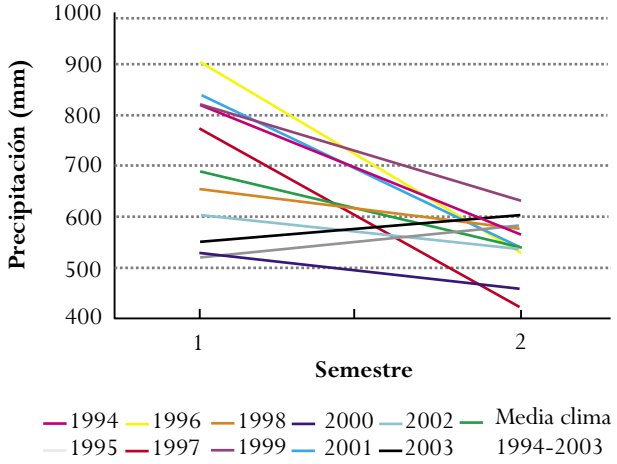


Figura 3. Precipitación atmosférica semestral (promedio) para el valle del río Cauca. Período 1994-2003, Red Meteorológica Automatizada.

Radiación solar

Durante 2003 predominaron valores mensuales de radiación solar media diaria entre 380 cal/cm^2 x día y 450 cal/cm^2 x día. En enero esta variable climática alcanzó el valor medio de 470 cal/cm^2 x día, mientras que durante junio sólo llegó a 383 cal/cm^2 x día.

En enero se presentaron valores de radiación solar media diaria muy altos con respecto a los valores medios climatológicos (Figura 4). En mayo la radiación fue alta, en junio fue entre normal y baja, y en agosto fue nuevamente muy alta en comparación con las medias climatológicas de cada mes. Como sucedió con la precipitación, la radiación solar tuvo un comportamiento inverso al tradicional en los meses de mayo y junio.

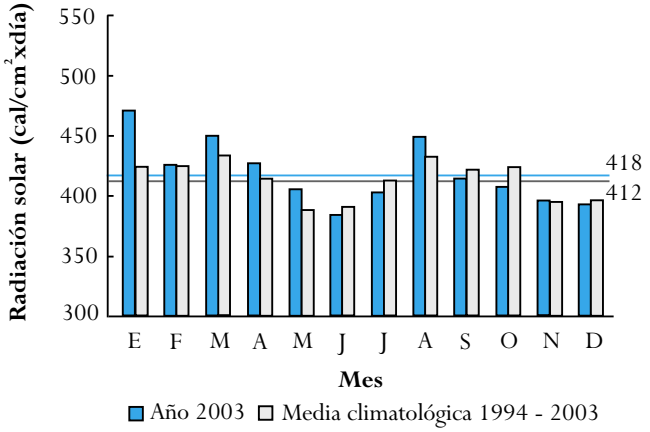


Figura 4. Radiación solar media diaria mensual (promedio) para el valle del río Cauca durante el año 2003 en comparación con los valores mensuales multianuales del período 1994-2003. Red Meteorológica Automatizada.

Durante el primer trimestre del año la radiación solar fue alta, entre 105% y 110% de los valores medios mensuales multianuales. En el cuarto trimestre, por el contrario, se observaron valores bajos, entre el 95% y el 90% de la media climatológica.

En términos generales, en el primer semestre de 2003, excepto en junio, tuvieron lugar principalmente radiaciones normales y altas (anomalías positivas de la radiación solar). En el segundo semestre, excepto en agosto, se presentaron valores normales y por debajo de los tradicionales, con predominio de anomalías negativas.

Productividad

Durante los tres últimos años el clima en la región se ha caracterizado por períodos normales (2001) y períodos con la combinación de condiciones normales y El Niño (2002 y 2003). Lo anterior ha favorecido los incrementos de la productividad azucarera al permitir la realización oportuna de las labores de campo, facilitar las renovaciones y contribuir al mejoramiento de la calidad de la caña y la eficiencia en fábrica.

En contraste con los años lluviosos, durante los años secos se facilita la cosecha y se favorecen la germinación y el desarrollo del cultivo siguiente. Estas situaciones definen el efecto rezagado del clima sobre la producción de biomasa en las socas.

El rendimiento en azúcar, por su parte, es más sensible a las condiciones meteorológicas de los meses previos a la cosecha, de forma que el tiempo seco tiene un efecto positivo casi inmediato sobre la concentración de sacarosa.

En el período 2001-2003 la industria incrementó en 23 toneladas la producción de caña por hectárea (seis toneladas en 2002-2003), mientras que el rendimiento comercial en azúcar se mantuvo estable con una tendencia leve a disminuir. En el análisis por semestres, así como se registró una relación inversa de la cantidad de lluvias también cambió la estacionalidad histórica del rendimiento, y durante 2003 el valor promedio de rendimiento en el primer semestre (meses de menor precipitación) no fue inferior al valor del segundo (meses de mayor precipitación). El promedio de la producción de azúcar por hectárea también aumentó, lo cual se relaciona con el incremento de las toneladas de caña y las mejoras en el proceso de extracción de sacarosa en las fábricas (Cuadro 3).

Cuadro 3. Productividad por semestre en la agroindustria azucarera colombiana durante los años 2002 y 2003.

	2002				2003			
Semestre	**Precip. (mm)**	**TCH**	**Rto. (%)**	**TAH**	**Precip. (mm)**	**TCH**	**Rto. (%)**	**TAH**
Primero	602	115.8	11.6	13.4	550	123.4	11.7	14.4
Segundo	533	125.2	11.9	14.9	604	129.1	11.6	15.0
Totales y promedios	1137	120.7	11.77	14.2	1153	126.3	11.7	14.7

Cambios en la producción de caña y azúcar

Las producciones de caña y azúcar aumentaron durante 2003 con respecto al año anterior, al tiempo que el rendimiento comercial en fábrica se mantuvo estable. La industria produjo 14.7 toneladas de azúcar por hectárea, una cifra superior en 3.5% al valor de 2002 y en 18.5% al de 2001. Este resultado es uno de los más altos registrados desde 1990, y se diferencia de los obtenidos en 1993 y 1994 por haber sido alcanzado con menos toneladas de caña y mayor recuperación de azúcar (rendimiento) por tonelada molida (Figura 5).

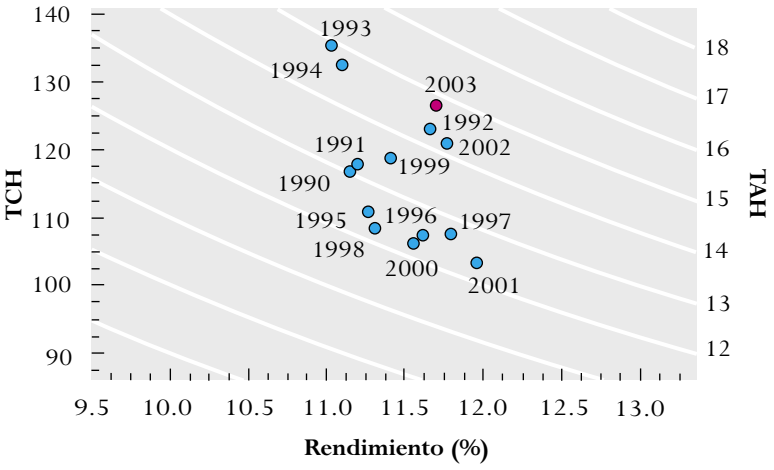


Figura 5. Curvas de isoproductividad de la agroindustria azucarera colombiana durante el período 1990-2003. Datos de doce ingenios.

El incremento de las toneladas de caña por hectárea (TCH) fue progresivo mes a mes: en enero se obtuvieron 123 TCH y en diciembre, 130 TCH. El rendimiento fue estacional y de forma atípica resultó más alto en el primer semestre, con los puntos de mayor descenso en junio y diciembre (Figuras 6 y 7).

El cambio positivo en producción de caña durante el último año se relaciona con las condiciones favorables de clima, como se ha dicho, y con el incremento de la edad de corte. Esta última variable de manejo agronómico mantuvo la tendencia mensual del año anterior, al igual que el número de corte que, en promedio, no presentó variación en el período 2002-2003 (Figuras 8 y 9).

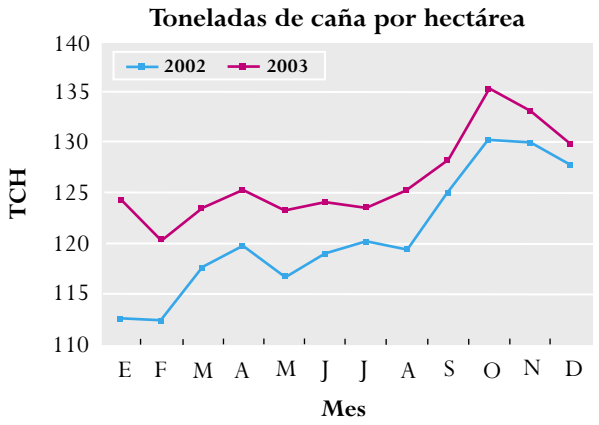


Figura 6. Toneladas de caña por hectárea (TCH). Datos de doce ingenios colombianos, 2002 y 2003.

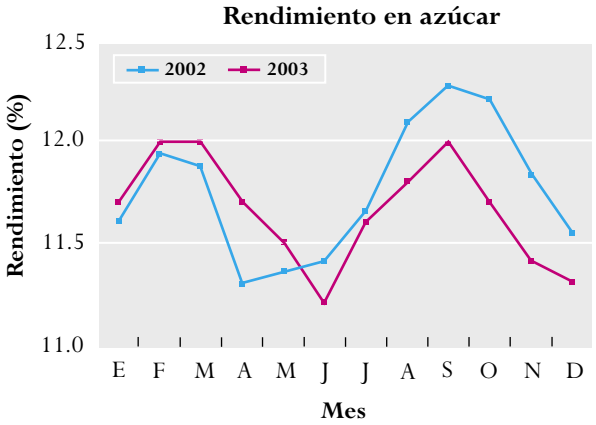


Figura 7. Rendimiento en azúcar (%). Datos de doce ingenios colombianos, 2002 y 2003.

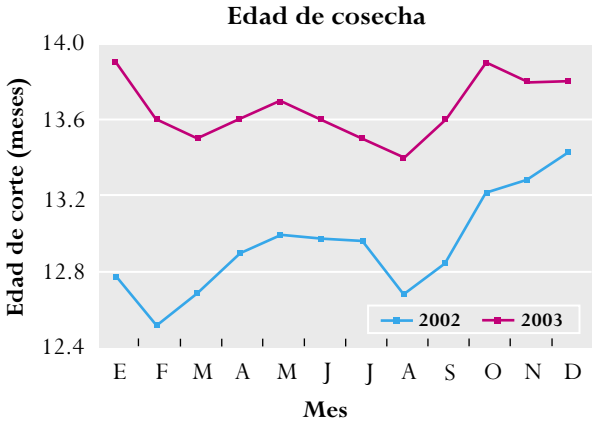


Figura 8. Edad de cosecha de la caña. Datos de doce ingenios colombianos, 2002 y 2003.

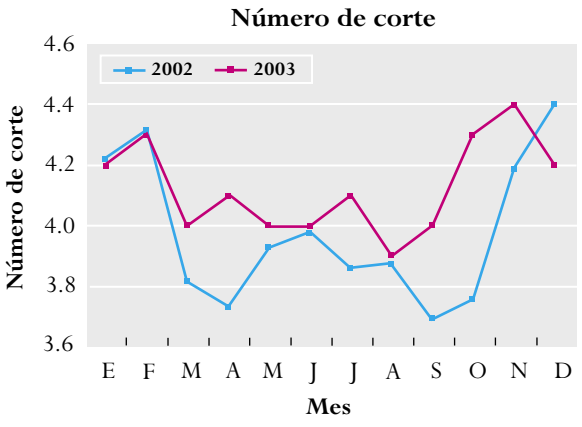


Figura 9. Número de corte de la caña. Datos de doce ingenios colombianos, 2002 y 2003.

Con el fin de examinar la distribución de los resultados individuales que componen los promedios de TCH y rendimiento se elaboró el diagrama de dispersión con los datos de cada suerte de caña cosechada por la industria, donde se observa un grupo de puntos con valores muy bajos en ambas variables (Figura 10). Mediante el seguimiento de esos puntos bajos se encontró que un buen porcentaje corresponde a resultados obtenidos en zonas agroecológicas caracterizadas por condiciones de humedad en el suelo donde se cosecharon principalmente las variedades RD 75-11 y Co 421.

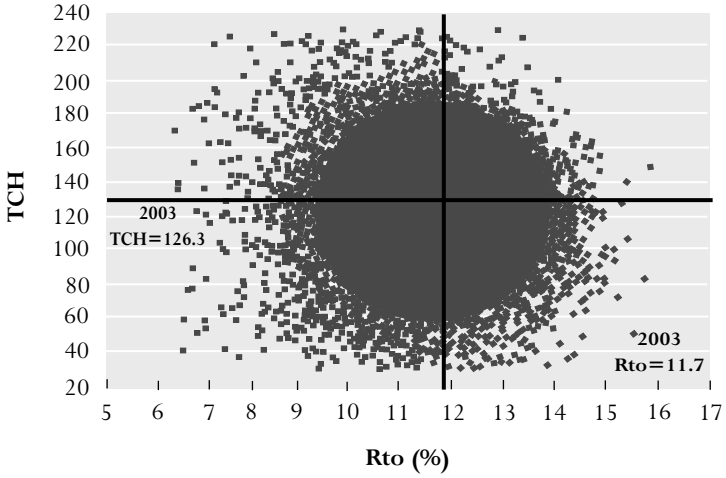


Figura 10. Diagrama de dispersión de las toneladas de caña por hectárea (TCH) y el rendimiento en azúcar (%) en la agroindustria azucarera colombiana durante el año 2003. Datos de doce ingenios.

Mediante el cálculo de la relación beneficio-costo se estimó el impacto financiero acumulado para todas las suertes cosechadas y se encontró que en el 0.5% de los casos la relación fue inferior a la unidad, lo cual señala que en esos sitios no se recuperó la inversión porque los costos fueron mayores que los beneficios. En el 3% de los casos la relación fue inferior a 1.15. Es probable que en algunos sitios hayan ocurrido quemas accidentales que obligaran a cosechar cañas con edades muy bajas.

Los resultados del análisis señalan la importancia de fijar valores de referencia sobre la producción esperada en el sitio de cultivo de acuerdo con un manejo agronómico dado, y verificar al final del período el logro de las metas. Para reducir la dispersión de los resultados se requiere mejorar la eficiencia técnica y económica de las suertes individuales y alcanzar niveles de 1.4 y superiores en la relación beneficio-costo.

Variedades de caña de azúcar

La variedad más cosechada en 2003 fue CC 85-92 (47.8% del área total), seguida por CC 84-75 y V 71-51. En comparación con el año anterior, sólo la primera aumentó su participación en área; el porcentaje cosechado con las demás variedades disminuyó o permaneció constante.

Las variedades más destacadas en eficiencia productiva y económica (promedios) fueron MZC 84-04 y CC 85-92 con márgenes operacionales que superaron en 15 y 8 puntos el promedio de la industria (Cuadro 4); la variedad CC 85-92 fue cosechada en 46 zonas agroecológicas y la MZC 84-04 en 16 zonas (0.7% del área total).

Cuadro 4. Producción comercial y margen operacional de las principales variedades de caña de azúcar cosechadas por la agroindustria azucarera colombiana durante el año 2003. Datos de doce ingenios.

Variedad	Área (%)	IMO[1]	Posición	TCH	Posición	TAH	Posición	Rto. (%)	Posición	Edad (meses)	Corte (no.)
MZC 84-04	0.7	115	1	136	1	16.2	1	11.9	4	13.8	2.9
CC 85-92	47.8	108	2	133	2	15.6	2	11.8	6	13.6	3.2
MZC 82-11	1.0	107	3	125	4	15.0	3	12.0	2	13.9	5.7
MZC 74-275	5.7	105	4	120	7	14.5	5	12.1	1	14.0	6.8
PR 61-632	5.4	96	5	128	3	14.7	4	11.5	8	13.9	5.1
V 71-51	12.4	91	6	123	5	14.2	6	11.5	9	13.8	6.2
Varias	2.5	91	7	117	8	13.7	8	11.7	7	13.5	4.1
CC 84-75	15.2	87	8	121	6	13.9	7	11.5	10	13.4	3.5
CC 87-434	1.4	86	9	107	11	12.9	10	12.0	3	13.7	3.9
CC 87-505	0.7	85	10	109	10	13.0	9	11.9	5	13.8	1.8
RD 75-11	3.0	58	11	107	12	11.9	12	11.1	11	13.6	5.5
Co 421	1.2	55	12	110	9	12.0	11	10.9	12	14.0	7.3
Sector		100		126		14.7		11.7		13.7	4.1

Desviación estándar	TCH	TAH	Rto.	Edad	Corte
Mínima	18.6	2.3	0.9	1.1	1.1
Máxima	29.9	3.4	1.2	1.7	6.1

1. IMO = Índice de margen operacional tomando como base el promedio de doce ingenios.

Considerando áreas superiores a 30 hectáreas para la combinación zona y variedad, el margen operacional de la CC 85-92 se comparó con el de las variedades MZC 84-04, CC 87-434 y CC 87-505. Los resultados muestran que las nuevas variedades superan a la CC 85-92 en las siguientes zonas agroecológicas:

MZC 84-04 en las zonas 4C1 y 5C1: Mollisols secos, arenosos y superficiales y Mollisols húmedos, profundos pero con horizontes inferiores masivos, en áreas con exceso de humedad inferior a 200 mm/año y áreas donde, a pesar de presentar déficit de humedad, pueden ocurrir encharcamientos debido a la poca pendiente del terreno o a la existencia de suelos de permeabilidad baja.

CC 87-434 en la zona 2C2: Mollisols e Inceptisols secos, moderadamente profundos, bien drenados y de fertilidad alta, en áreas con exceso de humedad entre 200 y 400 mm/año (suelos de permeabilidad media a alta) y áreas con excesos inferiores a 200 mm/año (suelos de permeabilidad baja).

CC 87-505 en las zonas 6C2 y 3C2 de piedemonte: Vertisols secos, arcillosos, imperfectamente drenados y de fertilidad alta, y Mollisols secos, superficiales y de fertilidad mediana a baja, en áreas con exceso de humedad entre 200 y 400 mm/año (suelos de permeabilidad media a alta) y áreas con excesos inferiores a 200 mm/año (suelos de permeabilidad baja).

Entre 2002 y el 2003 el área sembrada con caña en la región disminuyó en 3.6%. Los mayores incrementos se presentaron con las variedades CC 85-92 y CC 87-505, mientras que las variedades con los descensos más fuertes fueron Co 421, MZC 82-11 y MZC 74-275 (Cuadro 5).

Cuadro 5. Variedades de caña de azúcar sembradas por la agroindustria azucarera colombiana a diciembre 31 de 2003. Datos de trece ingenios[1].

	Área sembrada 2002		Área sembrada 2003		Diferencia (%)
Variedades	ha	%	ha	%	2002-2003
CC 85-92	95,369	46.4	102,061	50.8	7.0
CC 84-75	31,749	15.4	31,570	15.7	-0.6
V 71-51	24,835	12.1	21,069	10.5	-15.2
MZC 74-275	12,710	6.2	9282	4.6	-27.0
PR 61-632	10,462	5.1	9144	4.5	-12.6
Miscelánea (mezcla)	7747	3.8	5421	2.7	-30.0
RD 75-11	6053	2.9	5170	2.6	-14.6
CC 87-434	2869	1.4	2171	1.1	-24.3
Co 421	2607	1.3	1778	0.9	-31.8
MZC 82-11	1738	0.8	1266	0.6	-27.2
CC 87-505	1277	0.6	1476	0.7	15.5
MZC 84-04	1494	0.7	1500	0.7	0.7
Otras variedades	6545	3.2	6132	3.1	-
Total	205,456	100	198,038	100	-3.6

1. Carmelita, Central Castilla, Central Tumaco, Incauca, La Cabaña, Manuelita, María Luisa, Mayagüez, Pichichí, Providencia, Riopaila, Risaralda y Sancarlos.

Indicadores de gestión de fábrica

Los indicadores de la gestión industrial corresponden a totales y promedios de diez ingenios que participan en el sistema de intercambio de información estandarizada coordinado por Cenicaña (Cuadro 6).

De acuerdo con la información disponible, durante el último año se registró un incremento en la cantidad de caña molida con respecto a 2002 debido al aumento de la producción de caña por hectárea, el número de días hábiles de molienda y el tiempo de molienda efectivo (% tiempo total) (Figura 11).

Cuadro 6 . Parámetros de gestión fábrica en la industria azucarera colombiana (promedios ponderados) entre 2000 y 2003. Datos de diez ingenios[1] participantes en el Sistema de Intercambio de Información Estandarizada Interingenios.

Datos de fábrica	2000	2001	2002	2003
Tiempo				
Días hábiles[2]	3,128.50	2,714.71	3,042.26	3,269.79
Molienda				
Caña molida (t)[3]	18,700,751	16,809,603	19,173,036	20,310,603
Producción				
Toneladas de azúcar producidas[3]	2,166,049	2,006,980	2,271,337	2,385,991
Rendimiento comercial (%)	11.583	11.940	11.847	11.748
Rto. real en azúcar con base en 99.7°	11.526	11.866	11.798	11.727
Extracción				
Jugo diluido neto % caña	100.081	100.507	100.082	100.076
Sólidos insolubles (%) jugo diluido	1.689	1.448	1.474	1.505
Sac. aparente % sac. aparente en caña	95.662	95.923	96.094	96.165
Sacarosa reducida a 12.5 % fibra	96.556	96.640	96.752	96.827
Caña				
Fibra (%) caña	15.329	14.901	14.740	14.769
Sacarosa aparente (%) caña	13.180	13.476	13.414	13.328
Bagazo				
Bagazo % caña	28.84	28.71	28.08	27.92
Sacarosa % bagazo	1.98	1.92	1.87	1.83
Elaboración				
Pureza % miel final[4]	35.63	33.43	32.90	33.69
Recuperación real (B.H.R)	91.316	91.626	91.273	91.258
Pérdidas de sacarosa				
En miel final % caña	0.796	0.788	0.805	0.816
En miel final % sacarosa caña	6.047	5.858	6.009	6.143
En bagazo % caña	0.571	0.549	0.524	0.511
En bagazo % sacarosa caña	4.335	4.074	3.908	3.833
Recuperado en azúcar				
% caña	11.49	11.84	11.76	11.69
% sacarosa en caña (O.R.)	87.13	87.81	87.63	87.70
Análisis de laboratorio				
Pureza jugo de primera extracción	90.11	89.52	89.09	89.57
Pureza jugo diluido	88.38	87.88	87.65	87.93

1. Ingenios Central Castilla, Incauca, La Cabaña, Manuelita, Mayagüez, Pichichí, Providencia, Riopaila, Risaralda y Sancarlos.
2. Cifras acumuladas.
3. Las cifras de TIEMPO se ponderan con respecto al total de días hábiles reportados por los diez ingenios. Todas las demás (excepto caña molida por hora y día hábil) se ponderan con respecto a las toneladas totales de caña molida. Las toneladas netas de azúcar se refieren al azúcar elaborado y empacado, más los inventarios en materiales en proceso durante el período: mieles, masas, magmas, meladuras y jugos.
4. Cifra no estandarizada.

La sacarosa aparente (% caña) fue más baja en su promedio anual (13.41% *vs.* 13.33%), aunque en el primer semestre se observaron valores similares y superiores en comparación con los registrados en el mismo período del año anterior. La fibra industrial (% caña) presentó una tendencia similar a la de la sacarosa, con valores mayores en el primer semestre y muy similares en el promedio anual (14.7 *vs.* 14.8) (Figura 12). La pureza del jugo diluido fue consistentemente más alta durante 2003 y la recuperación de azúcar, como un porcentaje de la sacarosa en la caña (O.R., *overall recovery*), fue superior entre enero y abril y en agosto (Figura 13).

Con respecto al año anterior, las pérdidas de sacarosa en bagazo disminuyeron en 2003 como efecto de las mejoras en extracción; las menores pérdidas ocurrieron entre enero y abril, y durante el año alcanzaron el valor de 3.83% en promedio para los diez ingenios (Figura 14).

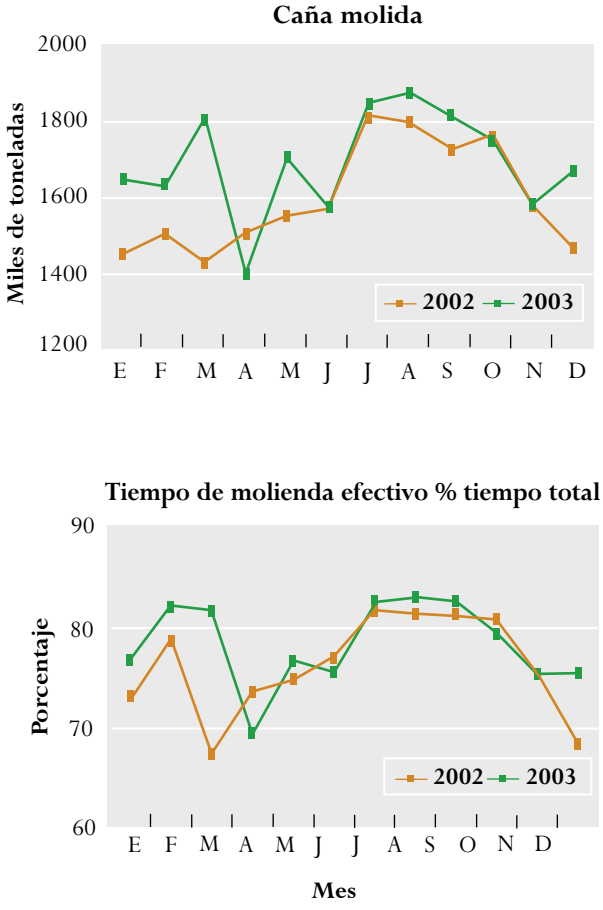


Figura 11. Toneladas de caña molida y tiempo de molienda efectivo. Datos de diez ingenios colombianos, años 2002 y 2003.

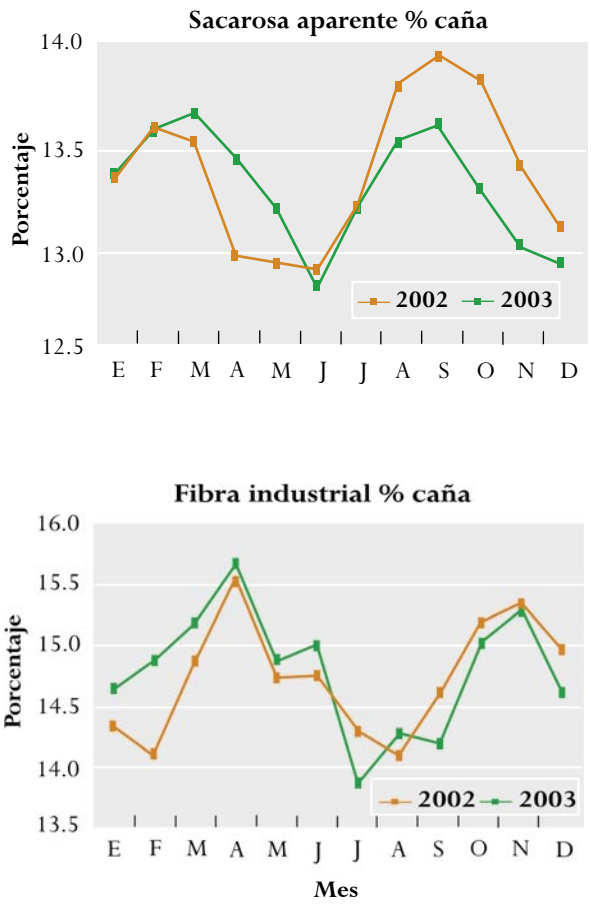


Figura 12. Sacarosa aparente y fibra industrial. Datos de diez ingenios colombianos, años 2002 y 2003.

En la miel final se registró un aumento de sacarosa con respecto a 2002. Las pérdidas conservaron la tendencia estacional característica del primer semestre y tuvieron poca variación a partir de julio. En términos generales, el valor de las pérdidas fue superior al año anterior debido al incremento de la pureza de la miel principalmente en mayo, junio y julio (Figura 15).

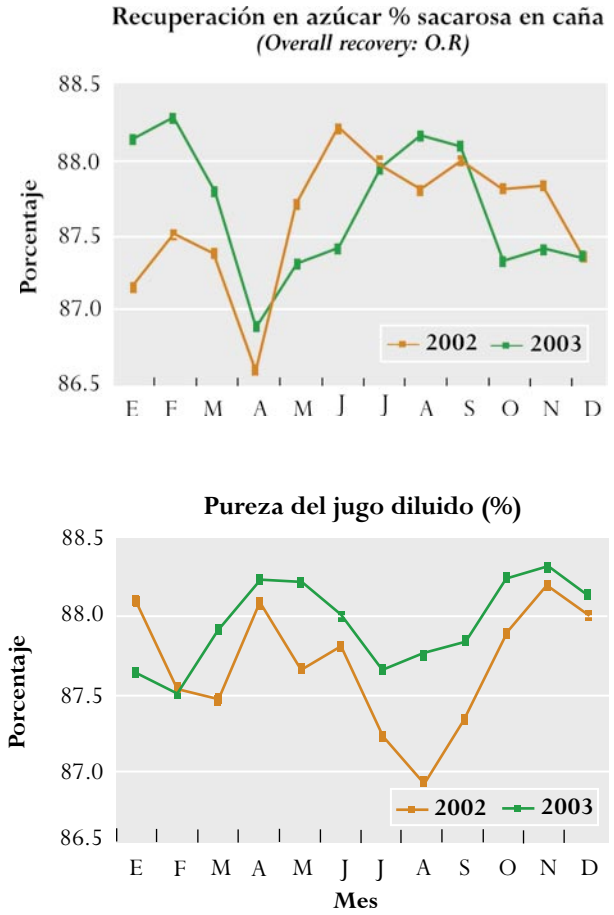


Figura 13. Recuperación en azúcar y pureza del jugo diluido. Datos de diez ingenios colombianos, años 2002 y 2003.

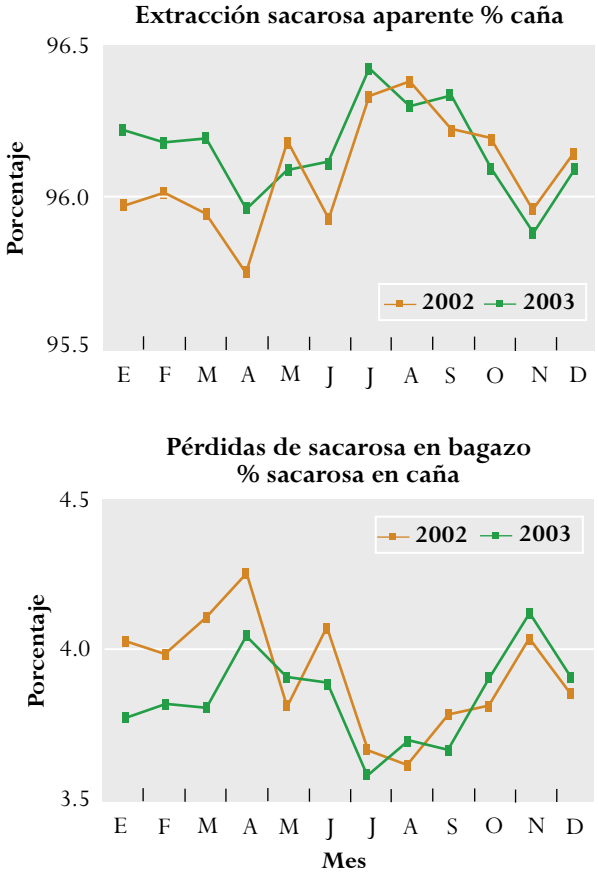


Figura 14. Extracción de sacarosa aparente y pérdidas de sacarosa en bagazo. Datos de diez ingenios colombianos, años 2002 y 2003.

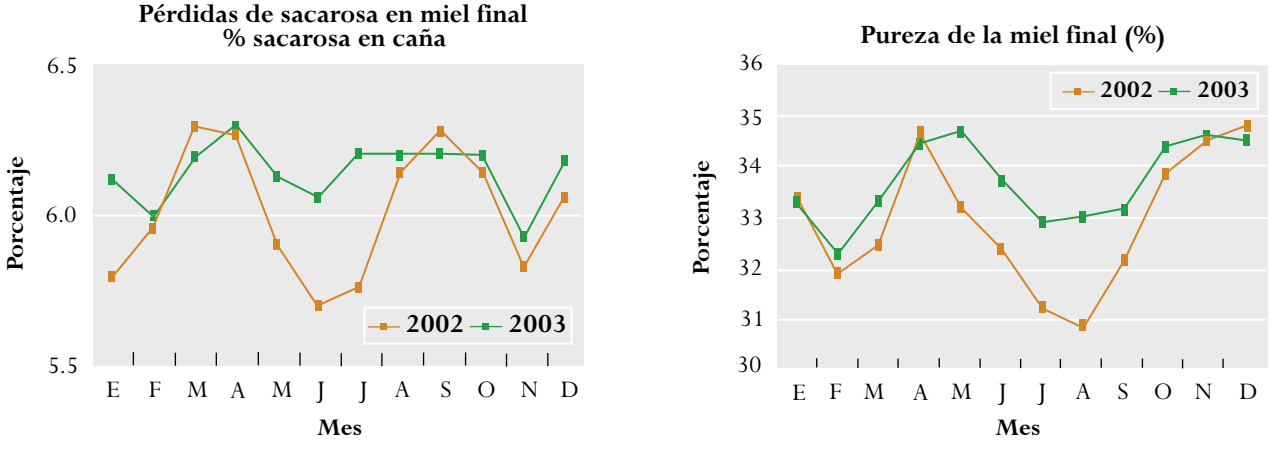


Figura 15. Pérdidas de sacarosa en miel final y pureza de la miel. Datos de diez ingenios colombianos, años 2002 y 2003.

Programa de Variedades

La misión del Programa de Variedades consiste en mejorar la productividad y la rentabilidad de la agroindustria azucarera colombiana por medio de variedades de caña de azúcar con mejores y menos variables contenidos de sacarosa y producción de biomasa estable a través de los cortes.

Durante el último año se desarrolló un tratamiento de fotoperíodo con el cual fue posible inducir la floración en el 85% de las plantas utilizadas. La cosecha de las primeras pruebas regionales de las series 92 a 94 mostró un gran progreso en los contenidos de sacarosa, con producciones de caña relativas de acuerdo con el potencial productivo de las zonas agroecológicas donde se llevó a cabo la selección. Se llevaron al campo y están en evaluación 37 clones transgénicos de la variedad CC 84-75 resistentes al virus de la hoja amarilla, enfermedad con excelentes perspectivas de control a través del mejoramiento genético. En una evaluación sobre la calidad de jugos de diferentes variedades se encontró que la mayoría muestra características favorables para la producción de azúcar y alcohol.

La variedad CC 85-92 continuó siendo la más sembrada y la más cosechada a escala comercial, con una productividad determinante para el progreso del sector durante 2003. La variedad CC 84-75 fue segunda en área sembrada y cosechada debido al buen comportamiento en las zonas húmedas y de piedemonte.

La variedad CC 93-4418 se perfila como promisoria para las zonas semisecas de acuerdo con los resultados obtenidos con la plantilla de la prueba regional localizada en la hacienda Cascajal del Ingenio Manuelita, zona agroecológica 1C0.

En este sitio experimental, donde los suelos pertenecen a la consociación Palmira y el cultivo puede enfrentar déficit de humedad o excesos inferiores a 400 mm/año, la variedad se destacó por el contenido de sacarosa y la producción de caña.

Mejoramiento y selección de variedades

Durante 2003 se dio continuidad al proceso de selección en sitios representativos de las zonas agroecológicas agrupadas de acuerdo con sus condiciones en zonas semisecas, zonas húmedas y zonas de piedemonte (Cuadro 7). Los estados I y II de selección de variedades para las zonas semisecas se realizan en la Estación Experimental de Cenicaña en San Antonio de los Caballeros; para las zonas húmedas, en las haciendas Cachimbalito de Incauca y La Victoria del Ingenio La Cabaña; y para las zonas de piedemonte, en la hacienda Piedechinche del Ingenio Providencia.

Con el objetivo de reducir el tiempo requerido para la producción de una nueva variedad, en el proceso de selección de las series 2000 y 2001 se modificó el diseño experimental del estado III de selección mediante la siembra de parcelas de seis surcos de 35 m y tres repeticiones por clon, diseño utilizado antes en el estado IV.

A continuación se presentan los avances de la selección de variedades durante 2003.

Cuadro 7. Número de clones de cada serie de selección que a diciembre 31 de 2003 se encontraban sembrados en los sitios de selección representativos de las zonas semisecas, húmedas y de piedemonte.

Serie de selección	Estado de selección	Zonas Semisecas	Zonas Húmedas	Zonas de Piedemonte
2004	I (plantilla)[1]	12,000	39,918	15,000
2003	II[1]	417	624	242
2001	III[2]	50	92	32
2000	III[2]	32	15	48
1999	III[1]	6	28	13
1998	III[1]	7	19	28
1997	IV[1]	4	3	2
1996	IV[2]	4	8	3
1995	IV[2]	7	14	0
1994	Prueba regional[3]	4	3	5
1993	Prueba regional[3]	10	5	8
1992	Prueba regional[3]	13	9	13
-	Paquete tecnológico[4]	1	3	2

1. Sembrado en una zona agroecológica.
2. Sembrado en dos zonas agroecológicas.
3. Sembrado en dos o más zonas agroecológicas.
4. Variedades CC 87-505, CC 87-434, CC 91-1880.

Zonas semisecas

Las zonas de condiciones semisecas corresponden principalmente a suelos de los órdenes Vertisols, Mollisols e Inceptisols secos, en áreas donde el cultivo enfrenta déficit o exceso de humedad entre 200 y 400 mm/año. En estas condiciones se cosecharon pruebas regionales con variedades de las series 92, 93 y 94, y la plantilla de un experimento de evaluación de variedades con cosecha mecanizada.

Pruebas regionales, serie 92, Ingenio Mayagüez

Las variedades sembradas en pruebas regionales se evalúan durante tres cortes. En el Ingenio Mayagüez, hacienda Zainera, se realizó el primer corte de 13 variedades de la serie 92 a la edad de 12.9 meses. La suerte corresponde a la zona agroecológica 6C0, con suelo de la consociación Ricaute (Inceptisols).

En la Figura 16 se presentan las variedades similares en productividad al testigo CC 85-92 y aquellas que igualaron o superaron a MZC 74-275 y que por su concentración de sacarosa en caña demandaron menos costos de producción. En el análisis estadístico, las variedades CC 92-2877, CC 92-2867 y CC 92-2393 fueron significativamente superiores en sacarosa a la CC 85-92, mientras que PR 61-632 fue inferior. Las variedades CC 92-2188, CC 92-2198, CC 92-2965, CC 92-2358, CC 92-2867 y CC 92-2877 fueron similares al testigo CC 85-92 en toneladas de sacarosa por hectárea por mes (TSHM).

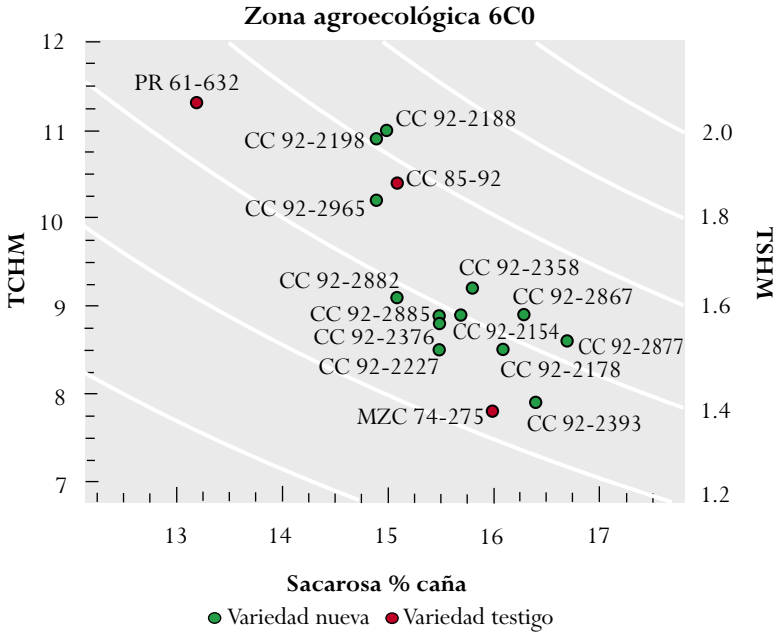


Figura 16. Curvas de isoproductividad de variedades de la serie 92 en pruebas regionales (plantilla). Hacienda Zainera, Ingenio Mayagüez, zona agroecológica 6C0. Variedades para zonas semisecas.

De acuerdo con los resultados obtenidos en este sitio y en las condiciones de desarrollo del experimento, se puede afirmar que existen nuevas alternativas varietales para las zonas semisecas que, además de presentar ventajas en productividad con respecto a los testigos comerciales, son erectas y de buen deshoje natural, lo que las hace aptas para el corte manual en verde. Los mejores resultados en términos de competitividad se lograron con las variedades CC 92-2877, CC 92-2867, CC 92-2178, CC 92-2358 y CC 92-2154; por su productividad, en segundo lugar se destacaron las variedades CC 92-2198 y CC 92-2188 (Cuadro 8).

Cuadro 8. Variedades más destacadas de la serie 92 de acuerdo con los resultados del primer corte de la prueba regional cosechada en la hacienda Zainera del Ingenio Mayagüez, en suelos de la consociación Ricaute (Inceptisols), zona agroecológica 6C0. Variedades para zonas semisecas.

Toneladas de caña por hectárea	Sacarosa % caña	Toneladas de sacarosa por hectárea
CC 92-2188	CC 92-2867	CC 92-2867
CC 92-2198	CC 92-2877	CC 92-2877
CC 92-2965	CC 92-2154	CC 92-2358
	CC 92-2393	CC 92-2965
	CC 92-2227	CC 92-2188
	CC 92-2358	CC 92-2198

Pruebas regionales, series 93 y 94, Ingenio Manuelita

En la hacienda Cascajal del Ingenio Manuelita, en suelos de la consociación Palmira (Mollisols) de la zona agroecológica 1C0, se cosechó de la plantilla de esta prueba regional a la edad de 13.2 meses.

Las mejores variedades en producción de caña, concentración de sacarosa y toneladas de sacarosa por hectárea se relacionan en el Cuadro 9. En general, las variedades cosechadas en esta prueba tuvieron una productividad similar a la CC 85-92 debido a mayores contenidos de sacarosa en caña; se destaca CC 93-4418 tanto por el contenido de sacarosa como por la producción de caña (Figura 17).

Cuadro 9 Variedades más destacadas de las series 93 y 94 de acuerdo con los resultados del primer corte de la prueba regional cosechada en la hacienda Cascajal del Ingenio Manuelita, en suelos de la consociación Manuelita (Mollisols), zona agroecológica 1C0. Variedades para zonas semisecas.

Toneladas de caña por hectárea	Sacarosa % caña	Toneladas de sacarosa por hectárea
CC 93-4418	CC 93-3826	CC 93-4418
CC 93-3803	CC 93-4326	CC 93-3826
CC 93-3458		CC 94-5827
CC 94-5827		
CC 93-3895		

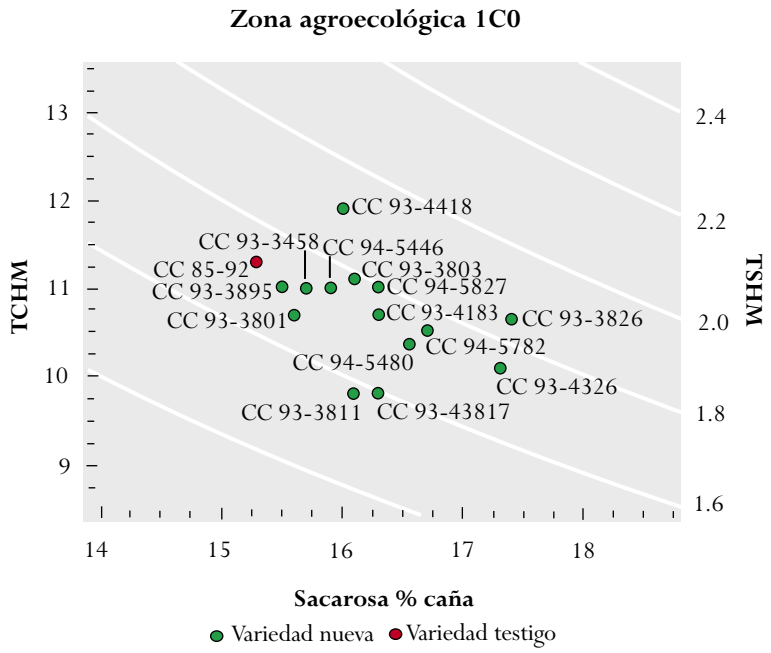


Figura 17. Curvas de isoproductividad de variedades de las series 93 y 94 en pruebas regionales (plantilla). Hacienda Cascajal, Ingenio Manuelita, zona agroecológica 1C0. Variedades para zonas semisecas.

Evaluación de variedades para cosecha mecanizada

En la hacienda Cascajal del Ingenio Manuelita, zona agroecológica 1C0, se adelanta un experimento para evaluar durante dos cortes las cualidades de 14 variedades para la cosecha mecanizada.

En los resultados del primer corte, realizado a la edad de 13.5 meses, se destacaron por su productividad las variedades CC 85-92, CC 87-434, CC 92-2311 y CC 92-2154, las dos últimas superiores en términos de rentabilidad (Victoria, *et al*., 2003).

Zonas de piedemonte

En las zonas de piedemonte predominan los suelos de los órdenes Alfisols y Mollisols secos, en áreas donde el cultivo enfrenta condiciones de humedad que van desde déficit o excesos superiores a 600 mm/año. En estas condiciones se cosecharon pruebas regionales con variedades de las series 93 y 94.

Pruebas regionales, series 93 y 94, Ingenio Pichichí

En la hacienda Lorena del Ingenio Pichichí, en suelos de la asociación Nima-Pradera (Mollisols-Inceptisols) de la zona agroecológica 3C2, se cosechó la plantilla de 14 variedades de las series 93 y 94 a la edad de 13.3 meses.

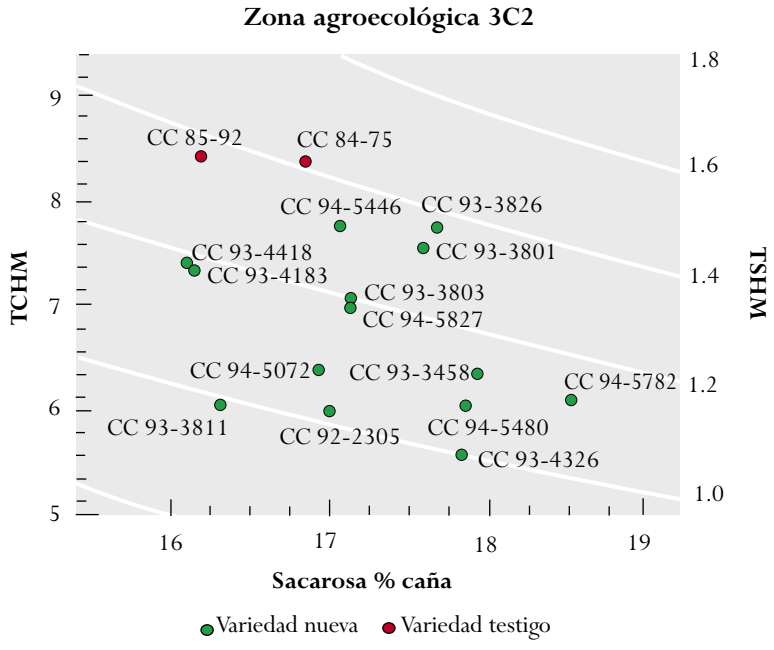


Figura 18. Curvas de isoproductividad de variedades de las series 93 y 94 en pruebas regionales (plantilla). Hacienda Lorena, Ingenio Pichichí, zona agroecológica 3C2. Variedades para zonas de piedemonte.

Las variedades CC 93-4446, CC 93-3801 y CC 93-3826 se destacaron por el contenido de sacarosa y la producción de caña, con resultados comparables a los del testigo CC 84-75 (Figura 18, Cuadro 10). Las variedades CC 93-3803, CC 94-5827, CC 93-3458 y CC 94-5782 sobresalieron por contenidos de sacarosa mayores que el testigo, aunque las producciones de caña fueron inferiores; en contraste con las mismas variedades en la prueba regional del Ingenio Manuelita (zona semiseca), cabe señalar la importancia de adelantar experimentos de fertilización para mejorar la producción de caña de estas variedades en las zonas de piedemonte.

Cuadro 10. Variedades más destacadas de las series 93 y 94 de acuerdo con los resultados del primer corte de la prueba regional cosechada en la hacienda Lorena del Ingenio Pichichí, en suelos de la asociación Nima-Pradera (Mollisols-Inceptisols), zona agroecológica 3C2. Variedades para zonas de piedemonte.

Toneladas de caña por hectárea	Sacarosa % caña	Toneladas de sacarosa por hectárea
CC 93-3826	CC 93-3826	CC 93-3826
CC 93-5446	CC 93-3801	CC 94-5446
CC 93-3801	CC 93-3458	CC 93-3801
	CC93-5446	
	CC 93-3803	

Aplicaciones de biotecnología

Durante el último año se avanzó en la caracterización molecular de las variedades Cenicaña Colombia (CC) y en el desarrollo molecular de la resistencia al virus de la hoja amarilla (ScYLV) mediante la obtención de plantas transgénicas y en la búsqueda de marcadores moleculares asociados con la resistencia.

Caracterización molecular de variedades

Un total de 250 microsatélites (secuencia repetitiva de nucleótidos) provenientes del Consorcio Internacional de Biotecnología de la Caña de Azúcar (ICSB, sigla en inglés) fueron evaluados y clasificados según el nivel de polimorfismo registrado en las variedades FIJI 44, MZC 74-275, RD 75-11 y V 71-51. Se identificaron 42 microsatélites de alto polimorfismo, 56 medianamente polimórficos, 84 de bajo polimorfismo y 13 monomórficos; 55 no mostraron amplificación alguna.

También se continuó con la caracterización de 33 variedades (híbridos de *Saccharum*) y cinco clones de *S. officinarum.* Después de la evaluación con 96 microsatélites, los 38 genotipos fueron clasificados en siete grupos genéticamente diferentes. Para evitar que se reduzca aún más la base genética existente, no se harán cruzamientos entre variedades clasificadas en el mismo grupo. Las huellas de ácido dexoxirribonucleico (ADN) producidas por los microsatélites se utilizan para el registro y la protección de cada variedad.

Plantas transgénicas

Plantas transgénicas de la variedad CC 84-75 dispuestas en el Invernadero de Bioseguridad de Cenicaña fueron inoculadas con el virus de la hoja amarilla utilizando el áfido *Melanaphis sacchari*. Cada planta fue evaluada mensualmente durante un año con el método de *tissue blot* (TBIA) para detectar la presencia del virus; algunas fueron evaluadas con la técnica Transcripción Reversa seguida de Reacción en Cadena de la Polimerasa (RT-PCR), con la cual es posible detectar la presencia del ácido nucleico del virus directamente en el tejido vegetal. También se evaluó la presencia del transgén y, en algunos casos, la expresión de éste.

De las plantas evaluadas, 37 resultaron resistentes al virus y 29, susceptibles. En todas las pruebas con RT-PCR se confirmaron los resultados obtenidos con TBIA, lo cual indica la confiabilidad de las dos técnicas. En las pocas muestras evaluadas por microscopia electrónica se confirmaron los resultados obtenidos con las dos técnicas anteriores.

Las plantas de CC 84-75 resistentes al virus serán evaluadas en el campo de acuerdo con las instrucciones definidas para el efecto por el Consejo Técnico Nacional de Bioseguridad en la Resolución 2508 de septiembre 15 de 2003.

Marcadores moleculares asociados con la resistencia al virus de la hoja amarilla

La incidencia del virus de la hoja amarilla en semilleros y campos comerciales de caña de azúcar en el valle del río Cauca fue de 4.2% durante 2003, principalmente en la variedad CC 84-75 que al finalizar el año estaba sembrada en 31,570 hectáreas.

De acuerdo con la información derivada del seguimiento de las variedades afectadas, se determinó que en los cruzamientos es necesario utilizar un padre resistente pues de lo contrario es alta la probabilidad de que la progenie resulte susceptible a la enfermedad, especialmente cuando se emplea un padre susceptible como Mex 64-1487 ó CC 84-75.

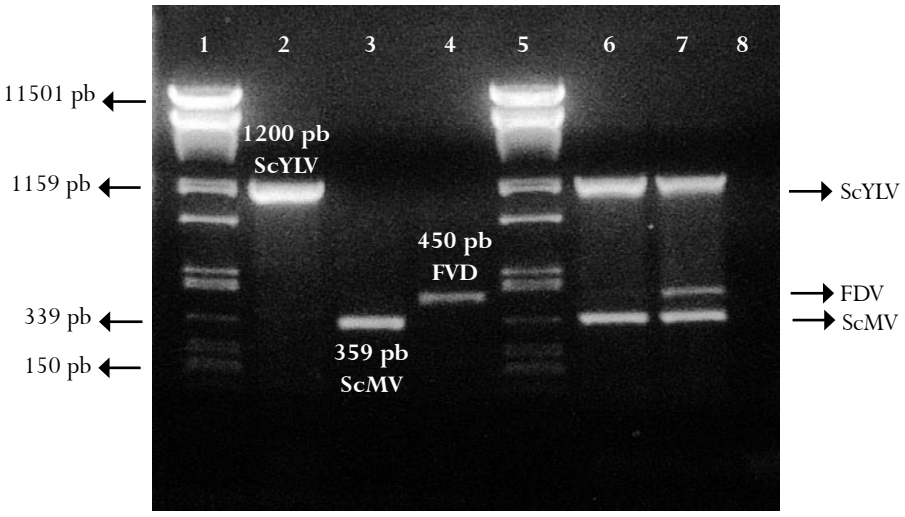
Para apoyar la estrategia de manejo de la enfermedad con base en el uso de variedades resistentes, se buscan marcadores moleculares asociados con la resistencia o la susceptibilidad al virus.

Con el fin de contar con progenies segregantes, se realizó el cruzamiento de las variedades CC 84-75 x RD 75-11, la primera susceptible y la segunda resistente. A cada individuo proveniente del cruzamiento se le extrajo el ADN, el cual está siendo evaluado por amplificación con microsatélites específicos seleccionados previamente. Durante el último año se evaluaron 16 microsatélites de alto polimorfismo (4 a 6 bandas) y se encontraron 51 bandas polimórficas entre estos individuos, 29 de ellas provenientes del parental femenino CC 84-75 y 22 provenientes del parental masculino RD 75-11.

Los mismos individuos fueron inoculados con el virus utilizando el áfido vector *Melanaphis sacchari* identificado como altamente eficiente en la diseminación del virus tanto en las variedades comerciales como en las nuevas variedades susceptibles producidas por Cenicaña. En las evaluaciones realizadas hasta finales de 2003, con la técnica de TBIA se identificaron entre 104 y112 individuos sin incidencia de la enfermedad, entre 7 y 8 individuos con incidencia alta y entre 31 y 36 individuos con incidencia media.

Detección simultánea de los virus de la enfermedad de Fiji, el mosaico común de la caña y la hoja amarilla mediante RT-PCR

Se estandarizó la técnica de RT-PCR múltiple para detectar simultáneamente, en una sola reacción, los virus de la enfermedad de Fiji (FDV), la hoja amarilla (ScYLV) y el mosaico común de la caña (ScMV). La comprobación de la técnica se logró mediante la amplificación de las bandas de 1200, 450 y 359 pares de bases (pb) correspondientes a un diagnóstico positivo para ScYLV, FDV y ScMV, respectivamente (Figura 19, carril 7) de forma simultánea en la misma reacción (Cadavid, *et al*., 2003).



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

Figura 19. Electroforesis para el diagnóstico positivo del virus de la hoja amarilla (ScYLV), la enfermedad de Fiji (FDV) y el mosaico común de la caña (ScMV).

La técnica de RT-PCR múltiple se está empleando tanto para la evaluación de las tres enfermedades en las variedades que pasan por la estación de cuarentena cerrada y en las que integran el banco de germoplasma de Cenicaña, como para el diagnóstico de semilleros y campos comerciales en muestras atendidas a través del servicio de diagnóstico de patógenos.

Sanidad vegetal

Las actividades estuvieron encaminadas a producir semilla libre de patógenos y a apoyar la difusión de información de uso práctico para el manejo integral de las principales enfermedades que afectan el cultivo en las fincas cañicultoras.

Multiplicación de variedades a partir de semilla libre de patógenos

Cenicaña produce semilla libre de patógenos mediante el sistema convencional de esquejes, el sistema de yemas individuales y el cultivo de meristemos.

Durante 2003 se entregaron a la mayoría de los ingenios donantes 44 variedades de las series 92, 93 y 94 obtenidas mediante el sistema de semilla convencional. Así mismo, se suministraron a los ingenios Pichichí, Sancarlos, Providencia y Carmelita 161,000 plántulas de 14 variedades, obtenidas por el sistema de yemas extraídas. Adicionalmente, se entregaron al Ingenio Mayagüez 14,500 plántulas de las variedades MZC 82-11, MZC 84-04 y MZC 90-15 propagadas por cultivo in vitro. En todos los casos los ingenios utilizaron el material para establecer semilleros básicos.

Manejo integral del pulgón amarillo (*Sipha flava*)

Se proyecta manejar *S. flava* mediante la identificación del nivel de resistencia o susceptibilidad de las variedades de caña y el uso de especies predadoras pertenecientes a la familia *Chrysopidae*.

De acuerdo con los resultados del reconocimiento y la evaluación de especies (años 2000-2002), las más encontradas en caña de azúcar fueron *Leucochrysa* sp.2, *Ceraeochrysa claveri* y *Ceraeochrysa cubana*, la primera en abundancia significativamente mayor. En cítricos, las especies más encontradas fueron *Cereochrysa* sp.1, *Cereochrysa* sp.2 y *Cereochrysa* sp.3. Las más comunes en caña, escasamente fueron capturadas en cítricos.

Estos datos sugieren la importancia de escoger la especie más adecuada para utilizarla en la caña de azúcar y no la especie que muestre facilidades para ser criada comercialmente como las especies de *Chrysoperla*.

Manejo integral del salivazo de la caña

En 2003 se iniciaron estudios relacionados con el manejo integral de salivazos, luego de que se registrara la presencia de las especies *Aenolamia reducta* y *A. lepidior* en cultivos de caña de azúcar del Ingenio Central Sicarare en Codazzi, departamento de Cesar, norte de Colombia. En 2002 había sido registrada por primera vez la especie *Mahanarva bipars* (Homóptera: Cercopidae) en caña de azúcar, en cultivos para la producción de panela localizados en Guática, departamento de Risaralda.

Manejo integral del barrenador del tallo (*Diatraea* spp.)

En el Ingenio Risaralda y en la Estación Experimental de Cenicaña se detectaron durante el último año algunos lotes afectados por el barrenador de la caña *Diatraea* spp., con niveles de daño que variaron entre 20% y 30% de los entrenudos barrenados. En los demás ingenios no se registraron incrementos significativos.

Plagas potenciales

Proyecto destinado a observar la aparición de nuevas plagas o el aumento significativo de aquellas que aun con niveles bajos de incidencia se constituyen en una amenaza para el sector azucarero del valle del río Cauca.

Chisas o mojojoyes (Coleóptera: Scarabeidae): registradas como plagas de importancia económica en Australia, Estados Unidos y algunos países de Centroamérica, fueron encontradas en cultivos de caña del Ingenio Central Sicarare, departamento de Cesar.

Gusano alambre (Coleóptera: Elateridae): plaga de importancia económica en Estados Unidos, fue registrada en el Ingenio Central Sicarare.

Saltahojas antillano, *Saccharosydne saccharivora* (Homóptera: Delphacidae): insecto de importancia económica en Jamaica, fue registrado en Zulia (Norte de Santander) sobre plantas de caña de edad temprana afectadas severamente en su desarrollo y crecimiento.

Saltahojas antillano

Polilla habana, *Paradirphia* spp. (Lepidóptera: Saturnidae): en áreas de los ingenios Providencia, Mayagüez y Central Castilla se observó un aumento inusual de las poblaciones de este insecto, cuyas larvas urticantes pueden causar defoliaciones severas de los campos. Los adultos se reúnen en alto número en los callejones de los lotes, entre las 6.00 y las 8.00 de la mañana. De acuerdo con la duración de su ciclo de vida, se estiman dos generaciones por año. Aunque se han detectado dos parasitoides, uno que ataca los huevos y otro que emerge de las pupas, se requiere controlar las poblaciones en campos muy infestados, donde se ha comprobado la eficiencia de las aplicaciones de *Bacillus thuringiensis* (Gutiérrez y Gómez, 2003).

Polilla habana

Chinche de encaje, *Leptodictya tabida* (Hemíptera: Tingidae): en algunos lotes de Incauca y de la Estación Experimental de Cenicaña se encontraron altas poblaciones de este insecto, detectado también en maíz y en pastos de corte. Se iniciaron algunas observaciones preliminares acerca de su biología y la dinámica de sus poblaciones.

Desarrollo de paquete tecnológico

Se cosechó la plantilla del experimento de paquete tecnológico sembrado con la variedad CC 87-505 en la hacienda Providencia del Ingenio Providencia, en un Inceptisols de la consociación Pradera, zona agroecológica 10C1 (exceso de humedad inferior a 200 mm/año). El experimento de diseño factorial con una repetición está programado por tres cortes para evaluar: dosis de N (100 kg/ha y 140 kg/ha); dosis de K (45 kg/ha y 60 kg/ha); distancia de siembra o bandereo (12 m y 14 m entre paquetes de semilla); edad de cosecha (12, 13 y 14 meses); con y sin madurador aplicado ocho semanas antes de la cosecha.

Los resultados indicaron interacciones entre la edad y la distancia de bandereo, y entre la edad y el uso de madurador. Los mayores valores en toneladas de caña y sacarosa por hectárea se registraron en las plantas sembradas con bandereos de 14 m y cosechadas a los 12 meses de edad; el contenido de sacarosa fue superior en las plantas que recibieron madurador.

Pruebas de manejo de N y K

Las pruebas de manejo de N y K corresponden a experimentos semicomerciales establecidos en diferentes suelos con distintas variedades a fin de precisar las recomendaciones de los dos nutrimentos.

Durante el último año se completaron las cosechas de las plantillas o primer corte de las 19 pruebas de manejo establecidas en suelos de los órdenes Mollisols y Vertisols de regímenes seco y húmedo y del orden Alfisols de régimen seco.

Los resultados mostraron mayores producciones de caña y azúcar con la variedad CC 84-75 que con la CC 85-92 en cinco sitios donde se evaluaron ambas; en dos de los cinco sitios, la CC 85-92 superó a la CC 84-75 en contenido de sacarosa. En todos los sitios, las variedades de caña mostraron mayores respuestas al N (dosis superiores a 50 kg/ha) que al K; las aplicaciones de K al suelo aumentaron en más de 5% la producción de caña en 12 sitios, el contenido de sacarosa en ocho sitios y la producción de azúcar en 13 sitios.

Calidad de la caña

Un total de 44 variedades del banco de germoplasma que se conserva en campo en la Estación Experimental de Cenicaña fueron evaluadas para las variables sacarosa, fibra, azúcar recuperable estimado, color, polisacáridos solubles totales, fosfatos, fenoles, amino-nitrógenos, azúcares reductores totales y capacidad de producción de etanol. Las determinaciones se realizaron cada mes, entre los 10 y los 15 meses de edad de las plantas, con el método de análisis directo vía húmeda.

Las variedades presentaron diferencias significativas en fibra, sacarosa, azúcar recuperable estimado, color, fosfatos y fenoles. Las diferencias no fueron significativas en los contenidos de polisacáridos y amino-nitrógenos.

Los valores de fibra, polisacáridos, fosfatos y fenoles de las variedades Cenicaña Colombia (CC) resultaron similares a los que presentan las variedades comerciales MZC 74-275 y CP 57-603.

Los niveles más altos de color se observaron en las variedades PR 61-632, V 71-51, CC 82-15, CC 82-26, CC 94-5827 y CP 38-34, mientras que se detectaron contenidos de amino-nitrógenos superiores a 100 ppm en CC 85-63, CC 92-2393 y PR 61-632.

La mayoría de las variedades resultaron aptas para la producción de azúcar y alcohol. Considerando eficiencias de 86% en fermentación y 98.5% en destilación, se estimó que con las variedades CC se requieren entre 0.82 y 1.0 toneladas de jugo para producir 100 litros de etanol. Las variedades CC 87-434, CC 91-1880, MZC 74-275, V 71-51 y Mex 52-29 presentaron contenidos altos de sacarosa y azúcares reductores.

Programa de Agronomía

Las investigaciones adelantadas por el Programa de Agronomía están dirigidas a reducir los costos de producción mediante el desarrollo de la tecnología requerida para mejorar la productividad y la calidad de la caña en la industria azucarera del valle del río Cauca. Las áreas de trabajo incluyen: manejo de aguas, nutrición vegetal y fertilización, manejo de suelos, prácticas de cultivo, control de la maduración y mecanización agrícola.

Ante el advenimiento de la cosecha de la caña sin quemar, el Programa ha venido coordinando las investigaciones requeridas por el macroproyecto de Caña Verde, el cual está enfocado a desarrollar las tecnologías de cultivo que contribuyan a mantener o reducir los costos unitarios de producción y la conservación y protección del medio ambiente. El macroproyecto se está desarrollando con el apoyo económico de Colciencias.

Con este enfoque, se está investigando un nuevo sistema de siembra denominado Surco Doble Modificado (SDM), cuyas implicaciones en el manejo del cultivo pueden resultar en una nueva tecnología para el cultivo de la caña en verde. Las cosechas de las primeras cañas plantillas sembradas con este sistema han confirmado la posibilidad de reducir los costos de producción debido a la facilidad para realizar el control mecánico de las malezas y la oportunidad de aumentar la eficiencia de riego. Los campos cosechados muestran, en la primera soca, un desarrollo más vigoroso de la caña, con población uniforme y mayor área foliar que en las siembras en surco sencillo a 1.75 m.

De forma complementaria, se ha avanzado en la definición de aspectos importantes sobre el diseño de los campos, el manejo del agua para riego y la fertilización de la caña de azúcar.

Cenicaña, en cooperación con varios ingenios y cultivadores, está evaluando el sistema de siembra en Surco Doble Modificado (SDM) como una opción para facilitar el manejo de los residuos en campos cosechados en verde.

La cosecha de las primeras cañas plantillas confirma la posibilidad de reducir los costos de producción debido a la facilidad para el control mecánico de las malezas y la oportunidad de aumentar la eficiencia del riego.

Diseño de los campos

El desempeño de los equipos de cultivo y cosecha y la eficiencia del riego y el drenaje están determinados en gran medida por el diseño de los campos.

El diseño comprende aspectos ligados con la geometría de los campos y surcos, pendiente del terreno, ubicación de los canales de riego y drenaje, ubicación y especificación de las vías de acceso. Algunas de las normas para el diseño difieren de acuerdo con la condición de humedad y por esto se hace énfasis en un diseño diferencial para las zonas secas o húmedas.

División del campo en sectores: se recomienda dividir el campo en sectores conformando áreas que tengan el mismo patrón de curvas de nivel y compartan accidentes naturales, canales de drenaje profundo, vías, otras estructuras permanentes como canales revestidos o una misma fuente de agua. Los sectores pueden comprender una o varias suertes.

Suertes y tablones: la suerte son las unidades administrativas en que se divide una hacienda y están conformadas por áreas que varían entre 5 ha y 25 ha. La subdivisión del sector en suertes se hace teniendo en cuenta que correspondan, en lo posible, a suelos homogéneos y que la topografía tenga el mismo patrón de curvas de nivel, que posea una geometría regular y esté rodeada por callejones en todo su perímetro con sus respectivos canales de riego y drenaje.

Cada suerte se subdivide en tablones que corresponden a bloques rectangulares de 500 m a 600 m de ancho, con longitudes de surco entre 90 m y 150 m. La longitud de surco en el tablón recomendada para las zonas secas varía entre 120 m y 150 m; mientras que para las zonas húmedas oscila entre 90 m y 120 m con el fin de acortar el tiempo de evacuación de los excesos de agua superficial. La subdivisión de los sectores en suertes y tablones también depende de la homogeneidad de los suelos y de la longitud de surco requerida para riego, drenaje y cosecha.

Trazado de los surcos: para las zonas secas y para las zonas húmedas se recomienda realizar el trazado inicial de los surcos siguiendo la pendiente máxima del terreno, sin sobrepasar el 1%. La dirección se debe definir para que los surcos sean colineales entre dos o tres tablones contiguos, con un cambio de dirección hasta de 15°. El ángulo de intersección de los surcos con las vías debe estar entre 80° y 100°. Se debe evitar la conformación de áreas triangulares en los extremos de los campos. Al tener tablones contiguos con surcos alineados se facilita la ejecución de las labores de cultivo y el flujo de los vagones entre tablones durante la cosecha.

Red de drenaje: primero se trazan las acequias de drenaje (drenajes terciarios, en forma de bateas planas) en la parte más baja de los tablones para evacuar los excesos de agua de los surcos. Las características de los drenes terciarios varían según se tenga de vecino un callejón secundario o terciario (Figura 20) y se recomienda construirlos con pendiente uniforme entre 0.1% y 0.5%.

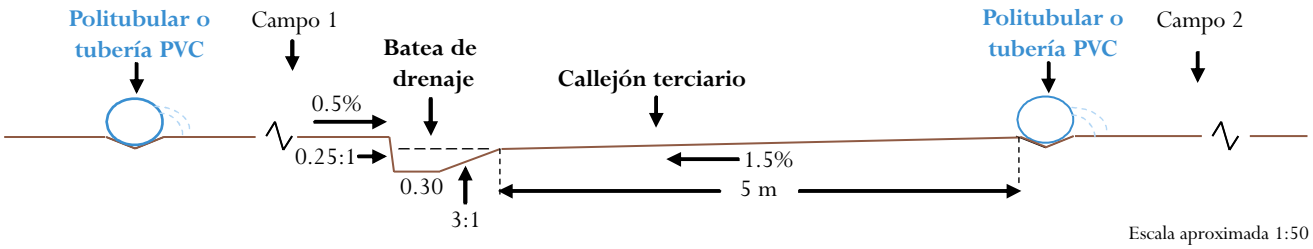


Figura 20. Vista transversal del campo mostrando los detalles de la batea de drenaje, el callejón terciario y el politubular o tubería de PVC con compuertas.

El agua de drenaje superficial debe ser entregada con descarga libre a los canales colectores secundarios que se trazan con separación de 200 m a 400 m en las zonas húmedas y separación de 300 m a 600 m en las zonas secas, en sentido paralelo a los surcos. Posteriormente se deben trazar los canales colectores primarios teniendo en cuenta los puntos de entrega de las aguas de exceso de la suerte.

En los campos que presentan problemas de drenaje interno por la presencia de niveles freáticos superficiales, el sistema de drenaje con colectores abiertos se puede complementar con una red de drenaje entubado. Todos los canales de drenaje se deben trazar, en lo posible, paralelos a la dirección de los surcos de caña; de otra manera, se debe construir un callejón intermedio para el transporte de la caña.

Red de riego: debido al régimen bimodal de la precipitación (dos temporadas secas y dos lluviosas) y a los cambios frecuentes del tiempo atmosférico en el valle del río Cauca, las normas de diseño de la red de riego se deben aplicar tanto en las zonas secas como en las húmedas.

En primera instancia se debe identificar el punto de entrega de agua a la suerte y luego localizar la posición del canal principal y los canales secundarios que conectan los puntos más altos de cada tablón con el punto de toma de agua de la suerte. Los canales de riego también se deben ubicar en dirección paralela a los surcos y deben ser independientes de los de drenaje. En las cabeceras de cada tablón y en sentido transversal a los surcos se trazan las acequias regadoras (canales terciarios) que suministran el agua directamente a los surcos. Los canales terciarios se construyen en tierra y deben tener una pendiente entre 0.1% y 0.5%; la sección es trapezoidal con ancho de boca de 1.5 m, plantilla de 0.15 m y tirante de 0.50 m.

Ante la necesidad de mejorar el desempeño de las labores de cultivo y cosecha, se recomienda sustituir las acequias regadoras por mangueras flexibles (politubulares) o por tubería rígida con compuertas, con las cuales se pueden lograr ahorros de agua entre 400 m^3/ha y 600 m^3/ha por riego. Todos los canales abiertos deben tener una

pendiente uniforme, tratando en lo posible que los cambios coincidan con el cruce de los callejones para aprovechar así la construcción de sifones invertidos para el paso del agua por debajo de las vías.

Vías de acceso: se deben definir teniendo en cuenta la dirección más apropiada para el flujo de los vehículos de transporte de caña hacia un patio de transbordo o al patio de la fábrica, mediante la localización apropiada de los callejones y las vías principales que rodean el sector.

Las vías primarias o principales se utilizan para el tránsito de las tractomulas y los sistemas de transporte en tiro directo al ingenio. La construcción se hace descapotando el terreno de la vía, luego se nivela la subrasante, se rellena y compacta el material de afirmado. La vía debe tener una pendiente transversal máxima de 1.5% hacia uno o ambos lados de la calzada, de acuerdo con la localización de las obras de drenaje y riego. El ancho de la calzada normalmente es de 9 m más 1 m adicional hasta el eje del canal de riego y 1 m hasta el eje de la cuneta de drenaje.

Las vías secundarias dividen las suertes y son de doble vía para facilitar el tránsito de los trenes cañeros y los sistemas de autovolteo hacia los patios de trasbordo o las bahías de estacionamiento. Generalmente se localizan en la misma dirección del surco y su construcción es similar a la de las vías primarias. El ancho de la calzada es de 7 m, más 1 m adicional a cada lado hasta los ejes de los canales de riego y drenaje.

Las vías terciarias o callejones separan los tablones y se trazan perpendicularmente a los surcos. Se construyen con pendiente transversal menor de 0.2% hacia la batea de drenaje, con un ancho de la calzada de 5 m como mínimo, más 1 m a partir del eje de la acequia de riego y 0.50 m de la batea de drenaje. Los callejones que poseen en ambos lados acequias regadoras se deben construir de tal forma que drenen por gravedad hacia ellas. Cada callejón terciario tiene, por lo general, un canal de riego a un lado y uno de drenaje al otro.

Nivelación del terreno: la nivelación es importante para reducir los excesos de humedad y mejorar las eficiencias de riego, cosecha y demás labores mecanizadas. Debe hacerse a precisión en dos pendientes, utilizando el método del Centroide y la tecnología de rayo láser. Es aconsejable nivelar simultáneamente los tablones que se encuentren dentro del mismo sector topográfico de manera que se establezca una pendiente continua (aunque no sea igual) en la dirección de los surcos.

Aporque de los campos: la labor de aporque consiste en colocar suelo suelto del entresurco directamente sobre el surco de caña para mejorar el anclaje de los tallos, procurando la conformación de un perfil adecuado del entresurco que facilite el manejo del riego y ayude a evacuar los excesos de agua superficial y a controlar el tráfico de los equipos dentro del campo. En las zonas húmedas se debe aporcar alto (>20 cm) mientras que en las zonas secas la altura puede oscilar entre 10 y 15 cm.

Accesorio aporcador usado por los ingenios Incauca y Mayagüez.

La labor de aporque consiste en colocar suelo suelto del entresurco directamente sobre el surco de caña para mejorar el anclaje de los tallos, procurando la conformación de un perfil adecuado del entresurco que facilite el manejo del riego y ayude a evacuar los excesos de agua superficial y a controlar el tráfico de los equipos dentro del campo.

Manejo de aguas

Riego por pulsos

En campos del Ingenio Manuelita, localizados en la zona agroecológica 6C1 (Vertisols secos con exceso de humedad inferior a 200 mm/año), se realizaron cinco evaluaciones para comparar el desempeño del riego por surco alterno aplicado por pulsos y con caudal continuo.

El volumen de agua aplicado por hectárea fue 29% inferior y el rendimiento administrativo (ha/jornal) fue el doble en el riego por pulsos (Cuadro 11). Con respecto al caudal continuo, la aplicación por pulsos permitió un ahorro de $69,268/ha (35%) en el costo del riego (incluyendo el valor del agua y la mano de obra del regador).

El riego por pulsos es una tecnología promisoria para reducir los costos del riego al aumentar la eficiencia de aplicación y mano de obra. Para obtener estos beneficios, los campos deben estar bien nivelados y aporcados.

Cuadro 11. Costos del riego de acuerdo con el sistema de aplicación del agua. Ingenio Manuelita (costo del agua = $119/ m^3; costo del jornal = $24,000).

Forma de aplicación	Volumen aplicado (m^3/ha)	Costo del agua aplicada ($/ha)	Área regada por jornal (ha/jornal)	Costo mano de obra ($/ha)	Costo del riego ($/ha)
Pulsos	814	96,866	0.8	30,240	127,106
Caudal continuo	1146	136,374	0.4	60,000	196,374
Diferencia	332	39,508	0.4	29,760	69,268

Balance Hídrico versión 3.0

El método de balance hídrico ha demostrado ser una herramienta valiosa para la programación de los riegos, que en la mayoría de los casos disminuye el número de riegos aplicado por ciclo de cultivo y los costos de producción, sin detrimento de la producción.

En abril de 2003 Cenicaña entregó a los cañicultores el Balance Hídrico v.3.0, un programa de computador diseñado en ambiente Windows, con facilidades para el registro de información, la generación del programa de riego y otros reportes de utilidad. El sistema utiliza información básica como la lámina de agua rápidamente aprovechable (LARA) del suelo y los datos diarios de precipitación y evaporación para calcular el balance de humedad en el suelo programar los riegos de acuerdo con los requerimientos del cultivo.

La nueva versión tiene en cuenta las observaciones y las inquietudes de los usuarios del sistema, y entre sus innovaciones incorpora una función matemática que cambia gradualmente el valor de LARA entre los 3.5 y los 4.5 meses de edad del cultivo.

Como parte del apoyo ofrecido por Cenicaña para la adopción del Balance Hídrico, a partir de junio se dio inicio al programa de talleres de capacitación en la Estación Experimental y a la difusión de las recomendaciones técnicas requeridas para el uso correcto de la metodología en los Grupos de Transferencia de Tecnología (GTT). Además, diariamente se actualizan en www.cenicana.org los datos diarios de evaporación y precipitación colectados para el efecto.

Número de personas capacitadas en el uso del Balance Hídrico v.3.0 entre junio y diciembre de 2003

Ingenio	Personal ingenios	Proveedores de caña	Total
Carmelita	0	3	3
Central Castilla	1	13	14
Incauca	8	5	13
Manuelita	6	35	41
María Luisa	8	5	13
Mayagüez	0	15	15
Pichichí	0	3	3
Providencia	17	45	62
Riopaila	11	3	14
Risaralda	4	15	19
Sancarlos	3	0	3
TOTAL	58	142	200

CD de instalación y Manual del Usuario

Para agricultores donantes de Cenicaña

Archivos de instalación gratis en:
www.cenicana.org/programas/agronomia/balance_hidrico.php

Uso de los politubulares y tuberías rígidas

Los politubulares y las tuberías rígidas con compuertas instalados en la cabecera de los campos se usan para conducir y aplicar el agua a los surcos en reemplazo de las acequias de riego construidas en tierra. Con estas tecnologías ha sido posible ahorrar entre 400 m^3/ha y 600 m^3/ha de agua por riego, incrementar el rendimiento del regador de 3 a 5 ha/día y aumentar el área neta de cultivo entre 2% y 8%. También se facilita el desplazamiento de los equipos de cultivo y cosecha dentro del campo, lo cual mejora el desempeño de éstos. Previamente a la decisión de instalar politubulares, se debe tener en cuenta que la superficie del suelo esté libre de grava y/o materiales que puedan perforar la manguera durante la operación; también se debe establecer una pendiente uniforme en la cabecera del campo para que no se formen cámaras de aire que dificulten la circulación del agua.

Los politubulares son tuberías flexibles que conducen caudales entre 90 y 150 l/s, a los cuales se les hacen salidas múltiples espaciadas de acuerdo con las distancias entre surcos. Usualmente se utilizan politubulares de 406 mm y 457 mm de diámetro (16 y 18 pulgadas) y, una vez con agua, se habilitan secciones de 50 m a 100 m de longitud para aplicar caudales entre 3 l/s y 6 l/s por surco y abastecer entre 15 y 30 surcos; el caudal por surco se puede ajustar de acuerdo con la abertura de las compuertas.

Debido al mayor diámetro de los politubulares es posible conducir caudales altos con cargas hidráulicas muy bajas (0.3 m-1.4 m). Para conducir un caudal equivalente a 90-150 l/s con tubería rígida de PVC de 203 mm ó 304 mm de diámetro (8 ó 12 pulgadas) se requiere una carga hidráulica que varía entre 3 y 14 m. En los sitios donde se tiene tubería rígida con compuertas y el agricultor desee instalar tubería politubular o alargar la tubería exitente, se recomienda la asesoría de una persona calificada para que determine el diámetro y las condiciones de operación.

Con el uso de politubulares ha sido posible ahorrar entre 400 y 600 m^3/ha de agua por riego, aumentar el rendimiento del regador de 3 a 5 hectáreas por día e incrementar el área neta de cultivo entre 2% y 8%.

Nutrición y fertilización

Cenicaña adelanta investigaciones encaminadas a precisar el uso eficaz de N, P y K en sistemas de producción que incluyen la presencia en el campo de los residuos de la cosecha en verde, y el manejo de fuentes orgánicas e inorgánicas de nutrimentos.

También se investiga en el aprovechamiento de subproductos del proceso azucarero (cachaza, cenizas, lodos, etc.) y alcoholero (vinazas) que usados como tal o mezclados como abonos orgánicos mejoren la fertilidad del suelo y sustituyan parcial o totalmente los fertilizantes nitrogenados y las fuentes convencionales de P, K y elementos menores.

El propósito fundamental de las investigaciones sobre nutrición y fertilización es la generación de criterios agronómicos relacionados con el suelo y con el tejido foliar que ayuden a precisar a lo largo del tiempo las recomendaciones de fertilizantes para la caña de azúcar en el área plana del valle del río Cauca.

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 a largo plazo, reducir las cantidades requeridas de fertilizantes minerales.

En un experimento con la variedad CC 85-92 en un suelo Palmeras (Inceptisols, Vertic Ustropepts) ubicado en la zona agroecológica 8C2, se evalúan tres cantidades de residuos de cosecha (sin residuos, carga sencilla y carga doble) y seis tratamientos de fertilización con N, P y K. La carga sencilla hace referencia a la cantidad normal de residuo producida por el cultivo en una cosecha y la carga doble se obtiene al adicionar a las parcelas correspondientes los residuos provenientes del tratamiento sin residuos.

Las evaluaciones en la segunda soca indicaron que la presencia de residuos afectó el macollamiento y el crecimiento de los tallos durante los primeros seis meses de desarrollo, efecto que fue mayor en las parcelas con carga doble. No obstante, las producciones de caña y azúcar más bajas correspondieron a las parcelas sin residuos.

Las parcelas con carga sencilla produjeron más caña y más azúcar que las parcelas con carga doble. Así mismo, en estas últimas se obtuvieron menores valores de sacarosa % caña que en las parcelas con carga sencilla, lo cual se relaciona con los aportes de N liberado por los residuos de cosecha a medida que avanza su proceso de descomposición y posterior mineralización.

Las producciones de caña y azúcar más altas se obtuvieron con las aplicaciones de 150 kg de N/ha, 50 kg de P_2O_5/ha y 60 kg de K_2O/ha en las parcelas con carga sencilla de residuos encallados al 2x1 (Figura 21). No se han observado cambios importantes en las propiedades del suelo después de dos ciclos de incorporación de residuos de cosecha provenientes de la plantilla y la primera soca.

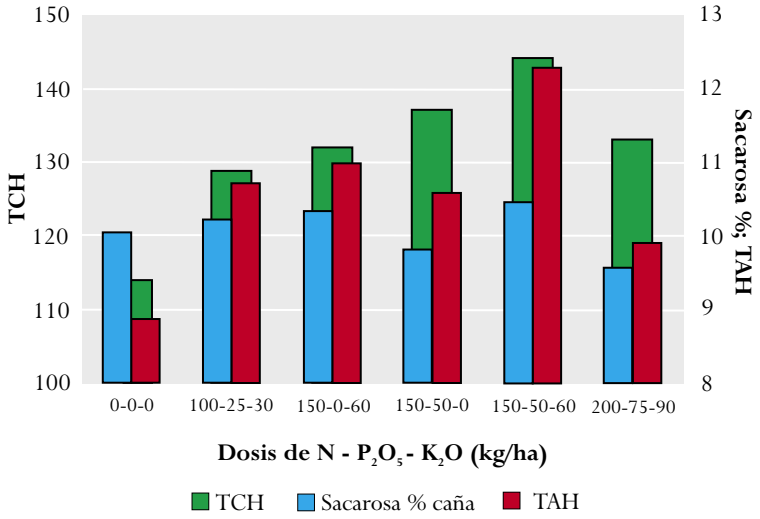


Figura 21. Respuestas de la variedad CC 85-92 (segunda soca) a las aplicaciones de nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K) en un Inceptisols de la consociación Palmeras. Estación Experimental de Cenicaña, lote 19. Edad de corte: 12.4 meses.

Dosis y formas de aplicación de nitrógeno

Con el propósito de mejorar la eficacia del nitrógeno aplicado al suelo, 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 al suelo.

En la primera soca del experimento que se lleva a cabo en un suelo Florida (Mollisols seco, Entic Haplustolls), zona agroecológica 4C1, no se observaron diferencias en el desarrollo ni en las producciones de caña y azúcar de la variedad CC 85-92 al comparar los resultados obtenidos con las tres formas de aplicación.

La respuesta al nitrógeno fue baja debido al alto contenido de materia orgánica del suelo en este sitio, donde se habían realizado aplicaciones de cachaza antes de establecer el experimento, y no se detectaron diferencias estadísticas entre las dosis de nitrógeno evaluadas que variaron entre 50 y 200 kg/ha. Las mayores producciones medias de caña y azúcar se obtuvieron con la dosis de 150 kg de N/ha.

Accesorio de cultivo y abonamiento usado por el Ingenio Mayagüez en los campos sembrados en Surco Doble Modificado.

Fertilización con nitrógeno en sitios muy húmedos

El exceso de humedad en las zonas de alta precipitación pluvial puede limitar seriamente la absorción del N aplicado a los 45 días después de la siembra o del corte, especialmente cuando ocurre durante los primeros tres o cuatro meses de desarrollo del cultivo. Para mejorar las producciones de caña y azúcar en plantaciones afectadas por las condiciones mencionadas se está evaluando la aplicación de dosis adicionales de N a los tres meses de edad del cultivo.

La experimentación se realiza con la variedad CC 85-92 en un suelo Juanchito (Entisols, Vertic Tropic Fluvaquents) de textura arcillosa, medianamente ácido y con contenidos medianos de materia orgánica, ubicado en la zona agroecológica 9C4. Se evalúan tres dosis de N (50, 100 y 150 kg/ha) aplicadas a los 45 días después de la siembra y cinco dosis de N (0, 25, 50, 75 y 100 kg/ha) aplicadas a los 90 días después de la siembra.

Los resultados de la plantilla señalaron que al aumentar la cantidad de N aplicada a los 45 días de edad del cultivo, los efectos de las dosis adicionales de N aplicadas a los tres meses de edad en el contenido de clorofila de las láminas foliares y en la longitud de los tallos tendieron a disminuir. La producción de caña aumentó notoriamente al incrementar la dosis adicional de N cuando sólo se aplicaron 50 kg de N/ha a los 45 días después de la siembra (dds). Con las aplicaciones de 100 ó 150 kg de N a los 45 dds, la respuesta a la dosis adicional de N en producción de caña fue baja; sin embargo, la mayor producción de caña en estos suelos húmedos se obtuvo con la aplicación de 150 kg de N/ha a los 45 dds y 50 kg adicionales de N/ha a los 90 dds.

Es importante destacar que las producciones de caña obtenidas con las aplicaciones de 50 kg/ha a los 45 dds más 50 ó 100 kg/ha a los 90 dds fueron similares o inferiores a las producciones obtenidas con las aplicaciones de 100 ó 150 kg/ha a los 45 dds. Los contenidos de sacarosa % caña variaron muy poco al aumentar la dosis adicional de N pero disminuyeron al pasar de 50 a 100 ó 150 kg/ha la dosis de N aplicada a los 45 dds. No obstante la alta respuesta al N que suele presentarse en este tipo de suelos de la zona agroecológica 9C4, las producciones de caña y azúcar obtenidas con las aplicaciones de 100 ó 150 kg/ha a los 45 dds fueron mayores que las obtenidas con la aplicación de 200, 225 ó 250 kg/ha a los 45 dds.

Efectos acumulados de aplicaciones sucesivas de vinaza

La vinaza con 10% de sólidos totales se ha aplicado con el agua de riego en varias haciendas de los ingenios Manuelita y Riopaila durante más de 20 años. Para estimar los efectos de estas aplicaciones sobre algunas características químicas de los suelos y su relación con la nutrición, la producción y la calidad de la caña de azúcar, y estimar el posible impacto sobre las aguas subterráneas, durante 2003 se iniciaron evaluaciones en ambos ingenios, donde se identificaron lotes o suertes pares, caracterizados por suelos similares, variedad igual, número de corte igual y edad de cosecha similar.

Aunque las dosis de vinaza aplicadas han sido muy altas, no se ha observado deterioro químico notorio del suelo a las profundidades comprendidas entre 0 y 40 cm. Lo anterior permite suponer que el riesgo de contaminar las aguas subterráneas debido a las aplicaciones de vinaza para suministrar el potasio requerido por la caña de azúcar, es bajo.

Abonos orgánicos preparados con vinazas

El Ingenio La Cabaña, con la colaboración de Cenicaña, está evaluando el abono orgánico granulado Fulvan Mic, preparado por el Ingenio a partir de cachaza, cenizas y vinaza, en comparación con las aplicaciones de N, P y K.

Las evaluaciones en el primer corte de la variedad CC 85-92 en un suelo Puerto Tejada (Inceptisols, Vertic Tropaquepts) de la zona agroecológica 9C4, arcilloso, ligeramente ácido y con contenidos medianos de materia orgánica y contenidos bajos de P disponible y K intercambiable, no mostraron diferencias estadísticas en el desarrollo, la producción de caña ni la calidad del jugo entre las dosis de Fulvan Mic, N, P y K. Los resultados en producciones de caña indican que con la aplicación de 2 t de Fulvan Mic/ha es posible sustituir un 20% de las cantidades de N, P y K recomendadas para la CC 85-92 (plantilla) en este tipo de suelos.

Manejo de los residuos de cosecha

Cenicaña está investigando un nuevo sistema de siembra denominado Surco Doble Modificado (SDM) con el objetivo de facilitar el manejo de los residuos de la cosecha en verde y, al mismo tiempo, reducir el impacto negativo del tráfico de los equipos de cosecha (tractores y vagones) sobre las cepas de caña al concentrarlo sobre el espacio amplio donde se acomodan los residuos.

El sistema de SDM se está evaluando en un área de 264 hectáreas. Durante 2003 se llevaron a cabo las cosechas de las plantillas en el Ingenio Riopaila (23 ha), la hacienda La Suiza (7 ha) y la hacienda La Italia (4 ha); en el Ingenio Mayagüez se realizó una cosecha preliminar (1 ha), con el propósito de conocer la logística requerida para la cosecha comercial de 125 ha establecidas con el sistema.

Los resultados confirman la posibilidad de reducir los costos de producción debido a la facilidad para realizar el control mecánico de las malezas y aumentar la eficiencia del riego, sin diferencias en producción en comparación con la siembra a 1.75 m. El rendimiento del corte manual en verde limpio en el Ingenio Mayagüez fue de 4 t/hombre/ día.

Los beneficios del sistema de siembra en SDM se están observando en el desarrollo de la primera soca. Las evaluaciones realizadas en el Ingenio Mayagüez a los 2.2 meses de edad, variedad MZC 84-04, muestran una población de 120,000 tallos/ha, superior en 40,000 tallos/ha con respecto a la siembra a 1.75 m. Así mismo, el índice

Figura 22. Localización de sitios para diagnóstico de residualidad de agroquímicos en suelos y aguas.

de área foliar en SDM fue de 2.8, mientras que en la caña sembrada a 1.75 m fue de 1.3. El desarrollo de las primeras socas en SDM ha sido más vigoroso debido a que no hubo tráfico de los vagones sobre los surcos de caña y los residuos no afectaron los surcos contiguos. Además, el costo del manejo de los residuos de la cosecha en verde se redujo; en el Ingenio se requirió un pase de reencalle manual, cuyo rendimiento fue de 0.75 jornales/ha.

Diagnóstico de la residualidad de agroquímicos

Con base en información colectada en los ingenios Central Castilla, Manuelita, Providencia, Sancarlos y Riopaila se identificó que entre 1999 y 2001 los agroquímicos más utilizados correspondieron a herbicidas aplicados para el control de malezas y la maduración de la caña, y a fertilizantes nitrogenados.

En la Figura 22 se localizan los sitios donde se llevará a cabo el seguimiento de los productos identificados, a fin de caracterizar los niveles de concentración de los ingredientes activos residuales en suelos y aguas.

El diagnóstico se realiza de forma cooperativa con Asocaña y la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca (CVC).

Programa de Procesos de Fábrica

Este Programa inició actividades en 1992 con la misión de contribuir al mejoramiento de los procesos fabriles del sector azucarero colombiano, en forma sostenible, involucrando aspectos tecnológicos y económicos.

Los temas prioritarios de intervención comprenden la estandarización de los sistemas de medición en procesos y el seguimiento en las estaciones de preparación, molienda, generación energética, clarificación, evaporación, cristalización, centrifugación y secado. En el marco de las estrategias institucionales, el Programa coordina las actividades relacionadas con el macroproyecto Reducción de las Pérdidas de Sacarosa.

La información destacada durante 2003 se relaciona con el avance de las evaluaciones en preparación y molienda, que incluyen actividades de seguimiento en los distintos ingenios y el desarrollo de un proyecto cooperativo agroindustrial con la Universidad del Valle y el Ingenio Manuelita para reducir el desgaste de los equipos.

Continuaron el estudio y la validación de metodologías estandarizadas de medición, así como los proyectos relacionados con la gestión ambiental, y se puso en marcha un proyecto nuevo para determinación de la materia extraña que entra a fábrica y su impacto en el proceso agroindustrial.

En el tema energético, concluyó el proyecto GEF-Asocaña sobre cogeneración industrial aplicando el enfoque de empresas de servicios energéticos.

Los temas prioritarios en fábrica comprenden la estandarización de los sistemas de medición y el seguimiento de las estaciones de preparación, molienda, energía, clarificación, evaporación, cristalización, centrifugación y secado.

Como un complemento de las investigaciones adelantadas, durante 2003 se puso en marcha un proyecto para determinar la materia extraña que entra con la caña cosechada y su impacto en el proceso.

Macroproyecto: Reducción de las pérdidas de sacarosa

En 1996 se estructuró este macroproyecto, dirigido a reducir las pérdidas de sacarosa en las etapas de cosecha, poscosecha, limpieza de caña, preparación, molienda y cristalización, identificadas como las de mayor impacto en las pérdidas totales.

Durante el cuarto trimestre de 2003 concluyeron la mayor parte de los proyectos relacionados y en el tercer trimestre de 2004 finalizarán las actividades restantes.

Los adelantos del sector productivo en el control de las pérdidas de sacarosa se presentan en los Cuadros 12 y 13. En líneas posteriores se mencionan los avances en el tema durante 2003.

Cuadro 12. Pérdidas de sacarosa (% caña) asociadas con el tiempo de permanencia de la caña poscosecha y el contenido de materia extraña en la caña moledera (procesos de corte, alce y transporte). Industria azucarera colombiana, período 1995 a 2000.

Variable	Rangos por período	
	1995 a 1998	1999 a 2000
Tiempos de permanencia (horas)	40 – 70[a]	30 – 42[b]
Materia extraña (%)	4.0 – 8.0	1.5 – 6.0
Pérdidas de sacarosa (% caña)[c]	0.9 – 2.4	0.15 – 1.0

a. Permanencia en campo y patios.
b. Permanencia en campo.
c. Unidades porcentuales de pérdidas con respecto a una base de sacarosa (% caña) de 15% (caña en pie).

Cuadro 13. Pérdidas de sacarosa % caña en el procesos fabril. Promedios anuales de la industria azucarera colombiana, 1998-2003.

Pérdidas de sacarosa % caña	1998	1999	2000	2001	2002	2003
En bagazo	0.557	0.568	0.571	0.549	0.524	0.511
En cachaza	0.100	0.113	0.120	0.099	0.089	0.096
En miel final	0.835	0.778	0.796	0.788	0.805	0.816
Indeterminadas	0.242	0.271	0.204	0.203	0.238	0.211
Totales	1.734	1.734	1.694	1.642	1.658	1.637

Sacarosa en bagazo

Los procesos de preparación y molienda que contribuyen a reducir las pérdidas de sacarosa en el bagazo se abordan con un enfoque integral, considerando los diversos aspectos que en conjunto definen la eficiencia y la confiabilidad de las estaciones correspondientes.

Evaluación de los procesos de preparación y molienda

El proceso de preparación de caña se puede caracterizar mediante el P.O.C. (pol en células abiertas, sigla en inglés) y el consumo específico de potencia en caballos de potencia por tonelada de fibra por hora (HP/TF hora). Estos indicadores dependen de la tecnología de preparación que tenga instalada el ingenio y de la ubicación de cada máquina dentro de la estación de preparación.

Con el Laboratorio Móvil se realizaron evaluaciones en tres ingenios. En el caso de un ingenio donde se instaló una picadora intermedia y se hicieron reajustes en la última picadora se logró mejorar en 11% el índice de preparación, en 12% la extracción del primer molino y en 1.5% la extracción global del tándem; no obstante, el consumo específico de potencia en la estación de preparación aumentó de 41.8 HP/TF hora a 62.4 HP/TF hora. En unidades de preparación accionadas por motores eléctricos, los estudios adelantados por Cenicaña han entregado los resultados que se muestran en el Cuadro 14.

Cuadro 14. Principales índices de operación en máquinas de preparación en ingenios azucareros colombianos.

Equipos	P.O.C.	HP/TF hora
Desfibradora liviana	85	32.6
Picadora (yunque)	78	17.6
Picadora	70	15.9

Auditoria de diseño aplicada a componentes mecánicos

Por solicitud de varios ingenios se efectuaron análisis de las condiciones de operación de estaciones de preparación y molienda, estado de carga y diseño de componentes mecánicos como cureñas, ejes de transmisiones abiertas y ejes de maza. Los estudios se fundamentan en la teoría volumétrica de molienda, técnicas experimentales de medición de esfuerzos y análisis por el método del elemento finito, y a partir de ellos se han presentado propuestas de diseño encaminadas a mejorar la resistencia mecánica de dichos elementos (Figura 23).

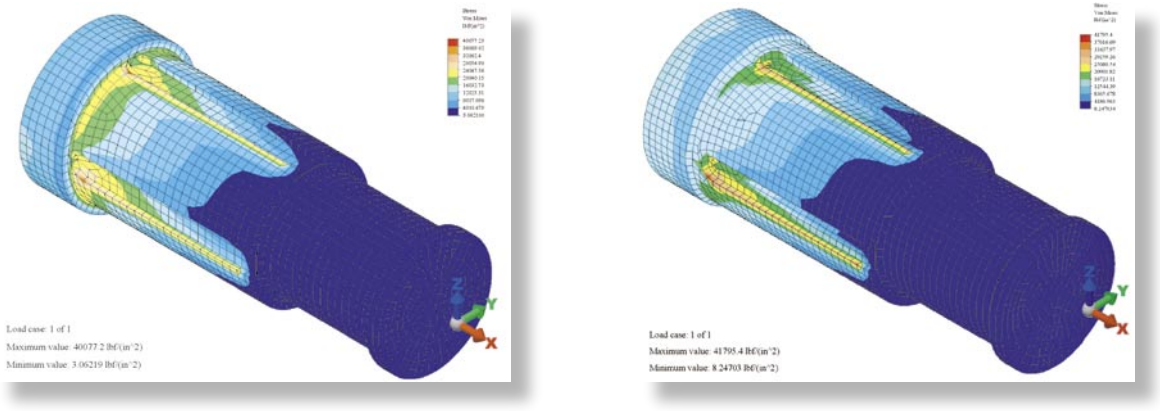


Figura 23. Concentración de esfuerzos en el cambio de sección y el chavetero de un eje de transmisión abierta (izquierda) y redistribución de esfuerzos por cambios en la geometría (derecha).

Sacarosa en miel final

Durante 2003 se prestaron servicios de seguimiento del proceso de cristalización en cuatro ingenios utilizando el cristalizador experimental, el viscosímetro y el filtro prensa Nutsch. De esta forma se han corroborado las fórmulas de agotamiento de mieles y se han mejorado los índices de azúcar remanente en las mieles finales en esos ingenios.

Determinación y efectos de la materia extraña en el proceso agroindustrial de la caña de azúcar

Con el propósito de conocer los contenidos de materia extraña asociados con los sistemas de cosecha y establecer su impacto real en el proceso industrial, Cenicaña comenzó durante 2003 el desarrollo de un proyecto que cuenta con la cofinanciación de Colciencias. Mediante el desarrollo del proyecto se espera establecer métodos de muestreo y técnicas analíticas para la evaluación de la materia extraña, identificar opciones de sistemas de cosecha en verde que contribuyan a reducir los contenidos de materia extraña en la caña moledera y medir el impacto del material extraño en los procesos de molienda y elaboración y en la calidad del azúcar.

Como un método alternativo para medir y caracterizar la materia extraña se han iniciado evaluaciones con la espectroscopia de infrarrojo cercano (NIR) y el empleo de marcadores químicos definidos como elementos, compuestos o propiedades específicas de la materia extraña vegetal y mineral. Con la información obtenida durante 2003 se puede afirmar que la espectroscopia NIR es una técnica de alto potencial para la determinación de los contenidos totales de materia extraña en la caña para molienda (Cuadro 15, Figura 24).

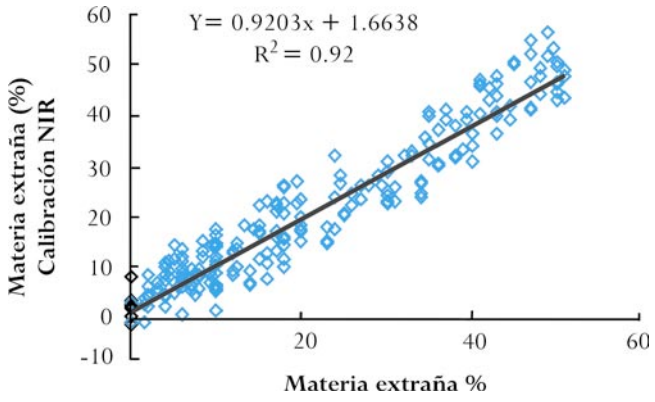


Figura 24. Resultados de la calibración del equipo de espectroscopia de infrarrojo cercano (NIR) para determinaciones de materia extraña en caña para molienda.

Los resultados anteriores son preliminares. En la segunda etapa del proyecto se especificarán las condiciones de proceso, el procedimiento de muestreo y el manejo de la muestra, a fin de comparar los resultados con patrones confiables antes de promover su adopción en los ingenios. De forma complementaria, con la cooperación del Audubon Sugar Institute de Louisiana, EEUU, han continuado los análisis de componentes de jugos mixtos para establecer la influencia de cationes y aniones en el proceso de clarificación.

Cuadro 15. Resultados de la calibración del equipo de espectroscopia de infrarrojo cercano (NIR) para determinaciones de materia extraña en caña para molienda.

Determinación	Rango (%)	Calibración	
		R	Error estándar
Caña limpia	100 – 60	0.96	2.9
Material vegetal	0 – 30	0.90	2.8
Material mineral	0 – 30	0.97	1.3
Materia extraña total	0 – 40	0.97	2.4

El plan de evaluaciones del impacto de la materia extraña incorporada durante las operaciones de corte, alce y transporte comenzó en dos ingenios con el seguimiento de caña cosechada con los sistemas de corte manual verde limpio y corte mecanizado. Los resultados señalan implicaciones en el desgaste de elementos mecánicos en molienda, aumento de color, dificultades en clarificación de jugo y, en algunos casos, aumento de la cantidad de mieles finales.

Proyecto cooperativo agroindustrial para reducir el desgaste en los equipos de preparación y molienda

Este proyecto es cofinanciado por Colciencias, y en él participan el Ingenio Manuelita como entidad beneficiaria y Cenicaña y la Universidad del Valle como entidades ejecutoras.

El objetivo es desarrollar soluciones técnico-económicas para reducir el desgaste de los equipos de preparación y molienda, así como los costos de mantenimiento que tienen incidencia importante en el costo total de producción de azúcar. Para el efecto se investigan los fenómenos de fricción, desgaste y lubricación de los pares de rozamiento.

Seguimiento del tren de molienda para determinación de los contenidos de materia extraña mineral

El seguimiento del contenido de materia extraña mineral en el tren de molienda señaló que alrededor del 60% de ésta sale con el bagazo y el 40% restante sigue con el jugo.

Análisis comparativo de chumaceras de maza superior de molinos

Con el objetivo de incrementar la confiabilidad de las chumaceras de maza superior se realizó un modelamiento por elementos finitos para caracterizar el comportamiento mecánico y térmico de la chumacera integral de bronce y la chumacera con teja de bronce y caja de acero en diferentes escenarios de operación. Los resultados muestran que los factores de seguridad disminuyen en 55% para el bronce SAE 67 y en 60% para el bronce UNSC 94300 cuando la carga no se distribuye uniformemente.

Estudio de factores que afectan la confiabilidad de los ejes de molinos
A través de este estudio se determinaron las condiciones de operación que influyen en el incremento de las roturas de los ejes.

Reducción de la tasa de desgaste de las mazas de acero
Para reducir el desgaste se analiza el uso de cascos de maza de acero y para la recuperación de dientes desgastados de los cascos, la caracterización de la aplicación de recubrimientos duros por soldadura. Con este enfoque se desarrolló un modelo por elementos finitos con el cual se puede obtener la curva de enfriamiento de puntos cercanos a la aplicación del cordón. La curva de enfriamiento puede ser comparada con el diagrama Tiempo-Temperatura-Transformación (TTT) del material base y se puede inferir sobre la microestructura que se producirá en la zona térmicamente afectada.

Gestión energética

Como una actividad complementaria a las auditorías energéticas se ha establecido el intercambio mensual de indicadores energéticos entre los ingenios Central Castilla, Incauca, La Cabaña, Manuelita, María Luisa, Mayagüez y Providencia, lo cual ha permitido afianzar la metodología desarrollada por el grupo y caracterizar los valores típicos de comportamiento de cada índice y los valores de referencia para la industria.

El objetivo del intercambio de información es establecer una base de datos que facilite el seguimiento, el control y el mejoramiento de la eficiencia energética de las fábricas azucareras. El grupo de trabajo en energía (GTE) continuará en 2004 el análisis de los indicadores energéticos, la consolidación de cifras y el establecimiento de valores confiables del poder calorífico del bagazo.

Seguimiento en ingenios piloto como estaciones generadoras y usuarias de vapor y energía eléctrica
Durante el último año se presentó el informe final del seguimiento realizado en los ingenios Incauca, Manuelita y Mayagüez como unidades generadoras de energía eléctrica y vapor, como parte del proyecto "Cogeneración industrial para el sector azucarero colombiano aplicando el enfoque ESCO" (COL/99/G41, ASOCAÑA–GEF). En el informe se documentan las actividades del seguimiento y los análisis, balances de masa y energía, costos de producción de vapor vivo, situación de consumo de energía eléctrica, manejo ambiental, conclusiones y recomendaciones para cada ingenio piloto.

Estandarización de los sistemas de medición en los ingenios

Este año se dio continuidad a las actividades del grupo de trabajo conformado por los jefes de laboratorio y control de procesos de los ingenios, con el propósito de consolidar el uso de procedimientos de medición estandarizados.

Como en los últimos años, se realizó el intercambio mensual de los indicadores de la gestión industrial a través del Sistema de Intercambio de Información Estandarizada Interingenios (ver página 11).

Metodologías para determinación de sacarosa en miel final

Como parte del proceso de estandarización se destaca el estudio de metodologías para la determinación de sacarosa en miel final utilizando diferentes mezclas clarificantes que puedan convertirse en alternativas para sustituir el subacetato de plomo de uso actual. El estudio se realizó de acuerdo con el protocolo establecido por Icumsa.

La metodología identificada como promisoria estaba en proceso de formulación al finalizar 2003, para continuar con las pruebas de validación (reproducibilidad y repetibilidad) en el laboratorio de Cenicaña y en los ingenios participantes: Central Castilla, Central Tumaco, Incauca, La Cabaña, Manuelita, Pichichí, Providencia, Riopaila, Risaralda y Sancarlos.

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

Metodologías para determinación de sacarosa en efluentes del proceso

Este estudio se desarrolló con el propósito de obtener una medición confiable de la sacarosa presente en los efluentes de fábrica, la cual se constituye en carga contaminante del efluente final y hace parte de las pérdidas indeterminadas del proceso fabril.

Se estudiaron las metodologías actualmente utilizadas por los ingenios en cada sección del proceso y se estandarizaron las condiciones de operación de acuerdo con los factores que inciden en su aplicación, específicamente los relacionados con el desarrollo y la estabilidad del color (preparación de reactivos, frecuencia de preparación de las curvas de calibración, tiempo de desarrollo del color y estabilidad del complejo coloreado).

El análisis mostró una interacción método-muestra y por tanto se revisarán los rangos de concentración de los efluentes del proceso que representen mayor interés para los ingenios.

Gestión ambiental

Cenicaña realiza estudios ambientales en temas de campo (ver residualidad de agroquímicos, página 38) y fábrica (estudio y validación de metodologías de muestreo y medición de caudales, material particulado y lavado de caña).

Evaluación de los sistemas de limpieza de caña

Las metodologías de evaluación de los sistemas de limpieza de caña en patios de fábrica fueron complementadas con la determinación del tamaño de la muestra de caña cuando se utiliza la sonda mecánica. Se concluyó que para estimar la materia extraña total (promedio) que entra a fábrica se requieren, por modalidad de cosecha manual y por día, entre 11 y 18 muestras de caña tomadas con la sonda (nivel de confianza entre 80% y 90%; error de 0.6).

También se iniciaron las pruebas de validación de las metodologías establecidas; en septiembre comenzaron las evaluaciones del sistema de limpieza en seco de caña cosechada en verde (manual y mecanizada) en época de lluvias, y en el primer trimestre de 2004 se adelantará la validación del lavado de caña en época seca.

Servicio de Análisis Económico y Estadístico

El Servicio tiene la misión de proporcionar información y metodologías de análisis económico y estadístico para apoyar la toma de decisiones en investigación y producción, a fin de mejorar la eficiencia y la rentabilidad de los procesos productivos y de desarrollo tecnológico.

El avance de los proyectos durante 2003 incluye el análisis de las diferencias en productividad entre los niveles de algunos factores dentro de grupos de suertes homogéneas y la validación de los supuestos estadísticos que debe cumplir el modelo lineal que soporta dicho análisis en el Sistema de Información para el Manejo de la Caña Específico por Sitio (SIMCES). También se dio inicio a la estandarización de los costos de producción de campo y cosecha en las empresas productivas, y se avanzó en el mejoramiento de la matriz de costos de fábrica cuya definición comenzó en 2002; la precisión acerca de los costos totales de producción es una oportunidad que ofrece ventajas para la realización de estudios de eficiencia económica en la agroindustria y una prioridad estratégica en el sector azucarero. De forma complementaria, con el concepto de optimizar el manejo del cultivo se avanzó en el conocimiento acerca del efecto de la edad de cosecha sobre la productividad mediante el seguimiento de la maduración de las variedades en pruebas regionales.

Como parte de las actividades permanentes, se prestó el servicio de análisis económico y estadístico a los investigadores de Cenicaña y a los productores de la agroindustria para el análisis de resultados comerciales y el mejoramiento específico de procesos mediante la implementación de métodos de muestreo y la comparación de tecnologías para seleccionar la mejor alternativa.

Validación de supuestos estadísticos en SIMCES

En el Sistema de Información para el Manejo de la Caña Específico por Sitio (SIMCES) se tienen unos supuestos estadísticos que fundamentan los procedimientos utilizados en el análisis de datos en cada grupo de suertes homogéneas.

Los supuestos dan confianza a las inferencias realizadas con respecto a:

(a) Las diferencias en productividad entre las variedades de caña cosechadas en cada grupo de suertes homogéneas;

(b) El efecto del clima en cuatro etapas del cultivo sobre la productividad en cada grupo de suertes homogéneas;

(c) El efecto de la edad de cosecha, el número de corte y las interacciones variedad*edad y variedad*corte sobre la productividad en cada grupo de suertes homogéneas.

Con el propósito de probar la validez estadística de tales supuestos, se verificó su cumplimiento considerando el siguiente modelo lineal:

$$Y = \text{promedio} + \text{variedad} + \text{clima I} + \text{clima II} + \text{clima III} + \text{clima IV} + \text{edad} + \text{corte} + \text{variedad*edad} + \text{variedad*corte} + \text{error},$$

Donde, *Y* (toneladas de caña por hectárea o porcentaje de rendimiento en azúcar, promedios para el grupo de suertes homogéneas), *clima I* (clima durante la cosecha anterior), *clima II* (durante los primeros dos meses de desarrollo del cultivo), *clima III* (entre 5-10 meses), *clima IV* (dos meses antes de la cosecha), *edad* (de cosecha) y *corte* (número de corte).

Para el análisis de validación de los supuestos se utilizaron 3079 datos de las cosechas realizadas durante el período 1990-2002 con cinco variedades, en cinco grupos de suertes homogéneas y tres ingenios. Las estadísticas descriptivas se presentan en el Cuadro 16.

El grupo con mejores niveles de productividad fue el 6C0_GLa, en el cual coinciden el menor costo y el mayor margen operacional. El grupo con menor productividad fue el 5C2_SFa, con el mayor costo y el menor margen operacional. Aunque el objetivo no es comparar los grupos entre sí, el análisis muestra el potencial productivo y económico de cada grupo.

Con respecto a la variedad como factor que afecta la producción, el análisis señala que CC 85-92 fue la primera opción tanto en productividad como en rentabilidad en tres de los cinco grupos de suertes, mientras que CC 84-75 y PR 61-632 lo fueron en un grupo (Cuadro 17). Las variedades con mayores coeficientes de variación en producción de caña y rendimiento dentro de cada grupo de suertes fueron CC 85-92, V 71-51 y CC 84-75; aunque las suertes pertenecen a un grupo homogéneo, el manejo conlleva diferencias en productividad y rentabilidad. El índice de margen operacional en cada grupo muestra distancias amplias de algunas variedades con respecto a la variedad de mejor margen.

Cuadro 16. Estadísticas descriptivas de productividad y rentabilidad en cinco grupos de suertes homogéneas. Análisis de validación de los supuestos estadísticos integrados al Sistema de Información para el Manejo de Caña Específico por Sitio (SIMCES). Datos de producción comercial 1990-2002 correspondientes a tres ingenios y cinco variedades de caña.

Grupo de suertes homogéneas Descripción[1]	Datos (no.)	TCH		Rendimiento (%)		Índice de costo (%)	Índice margen operacional (%)
		Promedio	C.V. (%)[2]	Promedio	C.V. (%)		
6C0_GLa Suelos Galpón, con pendiente 0-3% y permeabilidad media a alta, que pueden ser arcillosos, imperfectamente drenados y de fertilidad alta, y estar localizados en sitios con déficit de humedad.	612	129	21.8	11.5	11.0	100	100
2C1_(MN-PT)a Suelos de la asociación Manuelita-Puerto Tejada, con pendiente 0-3% y permeabilidad media a alta, que pueden ser moderadamente profundos, bien drenados y de fertilidad alta, localizados en sitios con humedad normal, excesos inferiores a 200 mm/año.	167	125	22.2	11.2	10.6	104	85
5C2_SFa Suelos San Fernando, con pendiente 0-3% y permeabilidad media a alta pero húmedos, profundos y con horizontes inferiores masivos; localizados en sitios con humedad baja, excesos entre 200 y 400 mm/año.	181	109	28.6	11.2	10.3	110	64
6C1_GLa Suelos Galpón, con pendiente 0-3% y permeabilidad media a alta, que pueden ser arcillosos, imperfectamente drenados y de fertilidad alta, y estar localizados en sitios con humedad normal, excesos inferiores a 200 mm/año.	1218	117	25.8	11.6	10.4	103	89
2C1_MNa Suelos Manuelita, con pendiente 0-3% y permeabilidad media a alta, que pueden ser moderadamente profundos, bien drenados y de fertilidad alta, y estar localizados en sitios con humedad normal, excesos inferiores a 200 mm/año.	901	119	24.2	11.5	9.9	103	88
Totales y promedios	3079	120	24.9	11.5	10.4	103	89

1. La descripción de los grupos se realiza de acuerdo con la información disponible sobre la zonificación agroecológica, tercera aproximación (Carbonell, *et al*, 2001), y la clasificación de los suelos del valle del río Cauca realizada mediante estudios semidetallados (principalmente documentados en IGAC, 1980). La nomenclatura que identifica la pertenencia de una suerte a un grupo homogéneo señala, por ejemplo, que las suertes del grupo 6C0_GLa hacen parte de la zona agroecológica 6C0 y poseen un suelo representativo de la consociación Galpón (GL).
2. Coeficiente de variación.

Cuadro 17. Estadísticas descriptivas de productividad y rentabilidad de cinco variedades de caña en cinco grupos de suertes homogéneas. Validación de supuestos estadísticos en SIMCES. Datos de producción comercial 1990-2002 correspondientes a tres ingenios.

Grupo de suertes homogéneas	Variedad	Datos (no.)	TCH		Rendimiento		Índice costo (%)	Índice margen operacional (%)
			Promedio	C.V. (%)[1]	Promedio	C.V. (%)		
6C0_GLa	MZC 74-275	201	128	19.2	11.8	10.0	112	75
	PR 61-632	68	141	18.2	11.0	11.7	115	66
	V 71-51	193	126	23.9	11.4	10.5	116	65
	CC 84-75	64	116	29.4	11.1	10.4	123	50
	CC 85-92	86	141	15.1	12.7	11.2	100	100
	MZC 74-275	88	116	22.5	11.3	10.2	109	72
	PR 61-632	37	133	20.5	10.9	10.6	107	77
2C1_(MN-PT)a	V 71-51	19	136	19.5	11.1	11.7	105	86
	CC 84-75	8	145	19.2	10.7	7.6	106	81
	CC 85-92	15	127	18.7	11.9	11.1	100	100
	MZC 74-275	79	105	27.8	11.0	10.3	107	66
	PR 61-632	24	123	20.2	11.1	7.0	100	100
5C2_SFa	V 71-51	36	118	25.4	11.1	12.8	102	93
	CC 84-75	8	84	28.6	11.7	6.0	112	45
	CC 85-92	34	101	34.5	11.5	9.9	104	79
	MZC 74-275	397	115	22.8	11.8	10.8	100	99
	PR 61-632	171	128	20.4	11.3	9.5	100	99
6C1_GLa	V 71-51	411	113	30.2	11.4	10.2	105	82
	CC 84-75	77	115	24.0	11.4	9.0	104	86
	CC 85-92	162	118	25.8	11.7	10.0	100	100
	MZC 74-275	499	116	22.7	11.6	10.1	103	89
	PR 61-632	83	126	23.7	11.1	10.8	104	84
2C1_MNa	V 71-51	133	117	26.7	11.6	9.5	103	91
	CC 84-75	55	126	23.4	11.6	9.0	100	100
	CC 85-92	131	121	26.4	11.4	9.2	103	89

1. Coeficiente de variación.

La significancia de los factores sobre las variaciones de toneladas de caña hectárea (TCH) y el rendimiento indica que los factores no influyen de igual forma en todos los grupos (Cuadro 18). La variedad influyó en las variaciones de TCH y rendimiento en dos grupos y no influyó en otros dos; el clima de la cosecha anterior influyó sobre las variaciones de TCH en tres grupos; el clima en los dos primeros meses de desarrollo de las plantas, asociado con las labores del levantamiento del cultivo, afectó las TCH y el rendimiento en todos los grupos.

Cuadro 18. Significancia de nueve factores en las variaciones de productividad de suertes clasificadas en grupos homogéneos (el asterisco indica los efectos significativos). Validación de supuestos estadísticos en el SIMCES. Datos de producción comercial 1990-2002 correspondientes a tres ingenios.

	6C0_GLa		2C1_(MN-PT)a		5C2_SFa		6C1_GLa		2C1_MNa	
Factor	**TCH**	**Rdto**	**TCH**	**Rto**	**TCH**	**Rdto**	**TCH**	**Rdto**	**TCH**	**Rdto**
Variedad de caña	*						*	*	*	*
Clima I: cosecha anterior	*				*		*			
Clima II: dos primeros meses		*	*			*	*	*	*	*
Clima III: entre 5 y 10 meses		*		*				*		*
Clima IV: dos meses antes de cosecha	*			*		*		*	*	*
Edad de corte	*		*		*		*	*	*	*
Número de corte	*						*		*	
Variedad*edad	*						*		*	*
Variedad*corte	*	*	*		*			*	*	

Las variaciones en rendimiento estuvieron influidas por el clima entre los 5 y los 10 meses de edad del cultivo (cuatro grupos) y por el clima dos meses antes de la cosecha que contribuyó en dos casos con diferencias en las TCH. La edad de cosecha y el número de corte influyeron principalmente en la producción de caña, mientras que las interacciones variedad*edad y variedad*corte mostraron tendencias combinadas entre caña y rendimiento en azúcar.

Se espera que las cosechas en condiciones de tiempo seco favorezcan la productividad del corte siguiente, lo cual es menos probable que ocurra cuando se cosecha en condiciones húmedas y se causan daños al cultivo que pueden ser importantes. La persistencia de lluvias en los dos primeros meses de edad puede afectar negativamente la productividad al impedir la realización de labores de levantamiento del cultivo, mientras el predominio de tiempo seco durante los dos meses previos a la cosecha contribuye con el incremento de la concentración de sacarosa.

Para cuantificar el efecto del clima, en el SIMCES se consideran cuatro condiciones climáticas que definen la ocurrencia de tiempo seco, semiseco, semihúmedo y húmedo. En el Cuadro 19 se presentan las diferencias significativas en TCH y rendimiento que se encontraron en cada grupo de suertes homogéneas (promedios) según las condiciones climáticas durante la cosecha anterior, el levantamiento y la maduración del cultivo (climas I, II y IV).

En general se observa que las TCH tienden a aumentar cuando persisten condiciones secas en los dos primeros meses de edad del cultivo.

Las diferencias señalan ventajas significativas, como se indica a continuación:

(a) Grupo 6C0_GLa: producción fue superior en 9.5 TCH cuando la cosecha anterior se realizó en condiciones de tiempo seco en comparación con las cosechas realizadas en condiciones semisecas. En el mismo grupo de suertes, el incremento fue de 7 TCH cuando la cosecha anterior fue en tiempo seco *versus* cosecha en tiempo semihúmedo.

(b) Grupo 2C1_(MN-PT): 24 TCH más cuando los dos primeros meses de desarrollo del cultivo coincidieron con tiempo seco *versus* tiempo húmedo; 19.5 TCH *versus* tiempo semihúmedo; y 16.5 TCH *versus* tiempo semiseco.

(c) Grupo 5C2_SFa: 14 TCH a favor cuando la cosecha anterior se realizó en tiempo semiseco *versus* tiempo semihúmedo.

(d) Grupo 6C1_GLa: 8.5 TCH más cuando la cosecha anterior se realizó en tiempo seco *versus* tiempo húmedo.

Cuadro 19. Cuantificación de las diferencias significativas en productividad registradas en grupos de suertes homogéneas al comparar los resultados obtenidos con distintas condiciones climáticas en tres etapas del cultivo. Validación de supuestos estadísticos en SIMCES. Datos de producción comercial 1990-2002 (tres ingenios y cinco variedades de caña).

Diferencias en toneladas de caña por hectárea según el clima durante la cosecha anterior (clima I) y el clima durante los dos primeros meses de desarrollo del cultivo (clima II)

Grupo de suertes homogéneas	Seco vs. Semiseco		Seco vs. Semihúmedo		Semihúmedo vs. Semiseco		Húmedo vs. Seco		Húmedo vs. Semiseco		Húmedo vs. Semihúmedo	
	Clima I	Clima II	Clima I	Clima II	Clima I	Clima II	Clima I	Clima II	Clima I	Clima II	Clima I	Clima II
6C0_GLa	9.5		7.0									
2C1_(MN-PT)a		8.2						-24.7		-16.5		-19.5
5C2_SFa					-14.8							
6C1_GLa	3.6		8.8	4.2	-5.1		-8.5	-10.2		-7.4		-6.0
2C1_MNa						-4.4		-13.0		-13.7		-9.3

Diferencias en unidades porcentuales de rendimiento según el clima durante los dos meses previos a la cosecha (clima IV)

Grupo de suertes homogéneas	Seco vs. Semiseco	Seco vs. Semihúmedo	Semihúmedo vs. Semiseco	Húmedo vs. Seco	Húmedo vs. Semiseco	Húmedo vs. Semihúmedo
	Clima IV	Clima IV	Clima IV	Clima IV	Clima IV	Clima IV
6C0_GLa						
2C1_(MN-PT)a	1.2	1.0				
5C2_SFa	0.69	0.68		-0.90	-0.21	-0.22
6C1_GLa	0.51	0.62		-0.69		
2C1_MNa	0.48	0.65	-0.17	-0.81	-0.33	

En el caso del rendimiento, el efecto del clima se observa principalmente en la etapa de maduración del cultivo, dos meses antes de la cosecha. En el grupo de suertes homogéneas 2C1_Mna las diferencias oscilaron entre 0.17 unidades porcentuales de rendimiento cuando los dos últimos meses coincidieron con un tiempo semiseco en comparación con los resultados cuando fue semihúmedo. En las suertes del grupo 2C1_(MN-PT)a se registraron hasta 1.2 unidades de rendimiento adicionales cuando la maduración coincidió con tiempo seco *versus* tiempo semiseco (Cuadro 19).

La importancia de probar la validez estadística de los modelos utilizados en el análisis radica en la confiabilidad de las diferencias encontradas entre los niveles de los factores y su integración al Sistema de Información para el Manejo de la Caña Específico por Sitio (SIMCES). Solamente en dos grupos homogéneos no se cumplió el supuesto de homogeneidad de varianzas respecto a los factores de clima en el modelo lineal considerado. Esto significa que debemos trabajar más al respecto, sin perder de vista el tipo de dato que se está analizando.

Estandarización de costos de producción

El sector azucarero tiene el reto de competir no sólo con empresas de la región sino con otros países. Por esta razón debe buscar opciones apropiadas para su mejoramiento continuo. Una forma de alcanzar este propósito es iniciar la comparación interna y externa (estándares nacionales e internacionales) con base en el costeo de labores, procesos y servicios que normalmente están involucrados en la producción.

Cenicaña ha venido apoyando el proceso de estandarización de costos en cada uno de los centros de gestión (campo, cosecha y fábrica) con la participación de ingenios y cultivadores. El proceso ha consistido en comparar y evaluar continuamente y se ha tenido la oportunidad de conocer con mayor detalle qué se hace para tener los menores costos en una práctica determinada y de esta manera generar estandares más eficientes en el sector. Hacia adelante se espera reforzar la selección de las mejores prácticas o los mejores resultados de las empresas desde el punto de vista técnico y económico, y obtener información sobre las estrategias, procesos y medidas que puedan ayudar a mejorar el desempeño.

En el corto plazo, los objetivos de este proceso son: estandarizar la matriz de costos; obtener datos confiables para esta matriz; estimar los indicadores técnicos y económicos (mano de obra, pagos a terceros, materiales e insumos, maquinaria y equipos); analizar la información mensual con el fin de comparar los indicadores; utilizar los resultados como una herramienta de mejoramiento de la eficiencia técnica y económica. A mediano y largo plazo se espera tener un procedimiento estandarizado para la comparación de costos en la agroindustria colombiana, obtener indicadores de eficiencia confiables, involucrar en los análisis de productividad los

costos de producción para llegar al análisis de rentabilidad, mejorar la rentabilidad y la competitividad del negocio agroindustrial, hacer comparaciones internacionales y priorizar las necesidades de investigación.

El análisis de las cifras comparativas de los participantes a septiembre de 2003 (diez empresas en campo, nueve en cosecha y seis en fábrica) indican que de los costos totales de producción de azúcar el 42% corresponde a campo, el 34% a cosecha y el 26% a fábrica.

En los costos de campo, el levantamiento del cultivo representa el 62% y los gastos administrativos el 16%. Las labores de levantamiento del cultivo que mayor peso tienen son riego (45%), abonamiento (23%) y control de malezas (14%). En la cosecha, el corte (48%) seguido por el transporte (35%). Y en la fábrica, los procesos y servicios de mayor participación son molienda (12%), generación de vapor (11%) y empaque de azúcar (11%); en los costos indirectos, la depreciación de la fábrica (18%).

Para comparar el costo de cada ingenio con el costo promedio del grupo se utiliza un índice que se basa en el costo promedio ponderado por tonelada de caña para campo, cosecha y fábrica. El índice para campo sitúa a cuatro de diez empresas por encima del promedio del costo de levantamiento del cultivo en 6%, 21% y 26%; las demás están por debajo en un rango entre 4% y 29%. Para cosecha este índice ubica a tres de nueve ingenios por encima del promedio ponderado del costo total en 2%, 13% y 17%; los demás están por debajo en un rango entre 3% y 8%. En fábrica el índice ubica a cuatro de seis ingenios por encima del promedio ponderado del costo total en un rango de 2% a 9%; los demás por debajo en un rango entre 12% y 16%.

La variación porcentual entre el costo mínimo y máximo en cada centro de gestión es de 31% en fábrica, 26% en cosecha y 76% en campo. Estos porcentajes muestran claramente que existen oportunidades de mejoramiento en cada centro de gestión y a través del intercambio de las cifras de costos y los indicadores de eficiencia, así como el análisis de las relaciones causa–efecto entre los factores productivos, es posible conocer y entender el comportamiento de las variables para fortalecer la competitividad y mejorar la rentabilidad del negocio agroindustrial en el mediano plazo.

Es importante que las oportunidades de mejoramiento sean evaluadas en términos de rentabilidad. La base para estos análisis la constituyen los costos de producción y las variables de productividad. En el Cuadro 20 se muestran los resultados de un análisis de sensibilidad de los costos de producción para tres escenarios:

Escenario 1: variación en costos por cambios en los resultados de productividad en términos de rendimiento, con toneladas de caña por hectárea (TCH) constantes

Escenario 2: variación en costos por cambios en las TCH, con rendimiento constante.

Escenario 3: variación en costos por cambios en TCH y rendimiento.

Costos de producción y resultados de productividad considerados para el ejemplo:

Campo ($/hectárea neta caña año): 2,420,600

Cosecha ($/tonelada de caña): 16,803

Fábrica ($/tonelada de caña): 15,412

Toneladas de caña por hectárea (TCH): 136

Rendimiento comercial (%): 12

Los resultados del análisis señalan para el escenario 1 que por cada 0.2 unidades de incremento del rendimiento los costos se disminuyen en 1.2%; para el escenario 2, por cada 1.6 toneladas de incremento de TCH los costos se disminuyen en 0.4%; para el escenario 3, por cada 0.3 unidades de rendimiento y 1.6 TCH de incremento, los costos de producción se disminuyen en 1.6%. De acuerdo con estos resultados, las variaciones en el rendimiento tienen mayor impacto en la reducción de los costos por tonelada de azúcar producida. Esta conclusión es importante para disminuir costos vía productividad.

Cuadro 20. Análisis de sensibilidad de los costos de producción ante variaciones en la productividad. Referencia de un ingenio. Cifras acumuladas a septiembre de 2003.

				Variación productividad (%)			Variación costos (%)			
Escenario	**TCH**	**Rto. (%)**	**TAH**	**TCH**	**Rto.**	**TAH**	**Campo**	**Cosecha**	**Fábrica**	**Total**
Escenario 1	136	12.0	16.4	0	0	0	0	0	0	0
	136	12.2	16.7	0	2	2	-2	-2	-2	-2
	136	12.4	16.9	0	3	3	-3	-3	-3	-3
	136	12.6	17.2	0	5	5	-5	-5	-5	-5
	136	12.8	17.5	0	7	7	-6	-6	-6	-6
Variación (%)		*0.2**					*-1.2*	*-1.2*	*-1.2*	*-1.2*
Escenario 2	136	12.0	16.4	0	0	0	0	0	0	0
	138	12.0	16.6	1	0	1	-1	0	0	-1
	140	12.0	16.9	3	0	3	-3	0	0	-1
	142	12.0	17.1	4	0	4	-4	0	0	-2
	144	12.0	17.4	6	0	6	-6	0	0	-2
Variación (%)	*1.6***						*-1.1*	*0*	*0*	*-0.4*
Escenario 3	136	12.0	16.4	0	0	0	0	0	0	0
	138	12.2	16.9	1	2	3	-3	-2	-2	-2
	140	12.4	17.4	3	3	6	-6	-3	-3	-4
	142	12.6	18	4	5	10	-9	-5	-5	-6
	144	12.8	18.5	6	7	13	-11	-6	-6	-8
Variación (%)	*1.6***	*0.2**					*-2.3*	*-1.2*	*-1.2*	*-1.6*

* Unidades porcentuales de rendimiento.

** Toneladas de caña por hectárea.

Seguimiento a la maduración de variedades en pruebas regionales, series 93 y 94

Para tener información básica adicional sobre el manejo de la edad de cosecha de las variedades como un aspecto importante del paquete tecnológico, es necesario efectuar el seguimiento de la maduración a las variedades desde las pruebas regionales; esto debido a la importancia que la edad tiene en la rentabilidad del negocio.

Con base en los datos mensuales sobre contenido de sacarosa (% caña) desde los 10 hasta los 13 meses de edad, se seleccionaron 15 variedades de la prueba regional realizada en la hacienda Cascajal del Ingenio Manuelita, series 93 y 94, y se estimó el efecto de la edad en la sacarosa % caña.

Siete variedades alcanzaron su maduración (máximo contenido de sacarosa) durante el período evaluado. Las ocho variedades restantes continuaban acumulando sacarosa % caña a la edad de 13 meses y no fue posible determinar su edad óptima de maduración.

En el Cuadro 21 se presentan los modelos cuadráticos para siete variedades, en los cuales se incluyen la sacarosa máxima que se obtiene al cosechar a la edad óptima y la tasa de disminución de la sacarosa por cada unidad de desvío de la edad de cosecha con respecto a la edad óptima al cuadrado, que son los parámetros correspondientes que mejor describen la relación funcional entre la sacarosa % caña y la edad de cosecha; adicionalmente se muestran las producciones de caña (TCH) y de sacarosa en toneladas por hectárea (TSH) cuando se cosechó a la edad de 13 meses.

Se observa que las edades óptimas fluctuaron entre 13.02 y 13.4 meses, en las cuales se consiguieron contenidos máximos de sacarosa % caña que variaron entre 15.38% y 16.70%.

En el Cuadro 22 se muestra el comportamiento de las ocho variedades que a los 13 meses continuaban acumulando sacarosa % caña, mediante el contenido inicial de sacarosa a los 10 meses (intercepto) y la tasa mensual de incremento de

Cuadro 21. Maduración de variedades de las series 93 y 94 en la prueba regional establecida en la hacienda Cascajal del Ingenio Manuelita.

Variedad	Modelo cuadrático para sacarosa	TCH	TSH
CC 85-92	$15.38 - 0.349(13.37 - \text{Edad})^2$	148	22.7
CC 93-3801	$15.57 - 0.480(13.03 - \text{Edad})^2$	141	22.0
CC 93-3811	$16.08 - 0.470(13.14 - \text{Edad})^2$	129	20.8
CC 93-4183	$16.42 - 0.420(13.02 - \text{Edad})^2$	141	23.0
CC 94-5446	$15.94 - 0.454(13.04 - \text{Edad})^2$	145	23.0
CC 94-5480	$16.70 - 0.385(13.30 - \text{Edad})^2$	138	22.8
CC 94-5827	$16.35 - 0.349(13.18 - \text{Edad})^2$	145	23.7

Cuadro 22. Maduración de variedades de las series 93 y 94 en la prueba regional establecida en la hacienda Cascajal del Ingenio Manuelita.

Variedad	Pendiente	Sacarosa 10*	Sacarosa 13**	TCH	TSH
CC 93-3458	1.8	10.4	15.9	146	22.8
CC 93-3803	1.4	11.9	16.1	147	23.6
CC 93-3817	1.3	12.6	16.6	129	20.9
CC 93-3826	1.4	13.5	17.6	141	24.6
CC 93-3895	1.4	11.4	15.7	145	22.6
CC 93-4326	1.4	13.3	17.5	133	23.1
CC 93-4418	1.2	12.6	16.4	157	25.3
CC 94-5782	1.3	12.8	16.8	138	22.9

* Sacarosa a los diez meses de edad del cultivo.
** Sacarosa a los trece meses de edad del cultivo.

sacarosa (pendiente), que son los parámetros correspondientes al modelo lineal que mejor describe la relación entre sacarosa % caña y edad de cosecha para este grupo de variedades. También se presenta el contenido de sacarosa alcanzado por cada variedad a la edad de 13 meses (sacarosa 13), la producción de caña y sacarosa por hectárea para cada una de las variedades.

Con excepción de la variedad CC 93-3458 que presentó una tasa de incremento de 1.84 unidades de sacarosa por mes, las otras siete variedades presentaron incrementos similares que variaron entre 1.24 y 1.43 unidades de sacarosa % caña por mes.

Debido a este comportamiento, es indispensable investigar edades superiores de cosecha en estas variedades, con el fin de establecer las edades óptimas desde el punto de vista productivo y económico.

Algunos indicadores de productividad y su impacto en la rentabilidad del negocio agroindustrial

Indicadores como la producción de caña y azúcar por hectárea mes (TCHM, TAHM) están en función de la edad de cosecha y son considerados en el sector azucarero como indicadores confiables para la toma de decisiones. Ambos fueron analizados en relación con diferentes variedades (CC 85-92, CC 84-75, MZC 74-275 y PR 61-632), zonas agroecológicas (1C0, 2C0, 2C1, 9C1) y épocas de cosecha (semestres 1 y 2) a distintas edades de cosecha (8.5 meses a 18.5 meses).

Se observa que las toneladas de caña por hectárea mes (TCHM) tienen una relación inversa con la edad de cosecha, es decir que a medida que se incrementa la edad el valor del indicador disminuye; sin embargo, la variedad CC 85-92 en la zona agroecológica 1C0 y en el segundo semestre presenta una relación directa (Figura 25) determinada

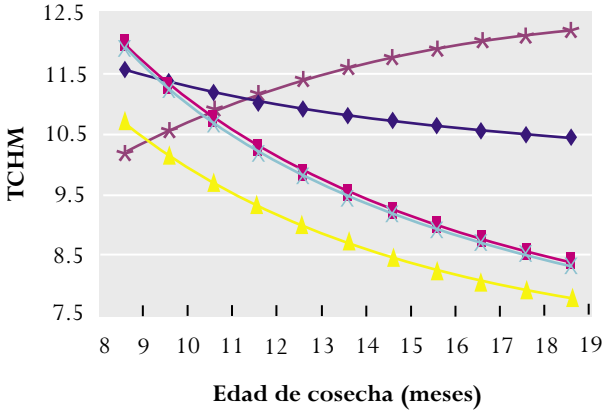


Figura 25. Toneladas de caña por hectárea mes (TCHM) en función de la edad de cosecha.

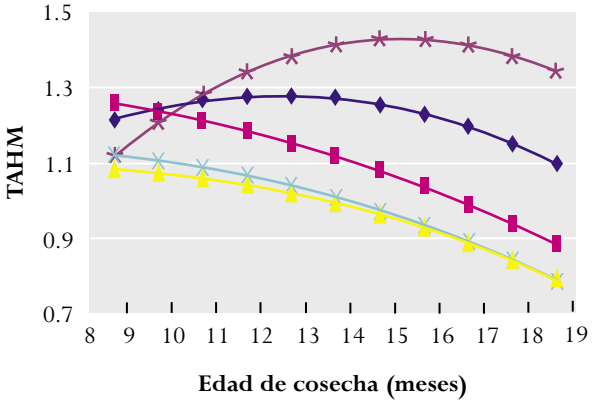


Figura 26. Toneladas de caña por hectárea mes (TAHM) en función de la edad de cosecha.

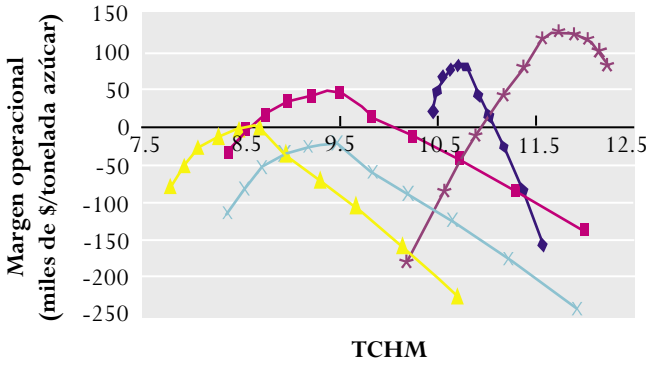
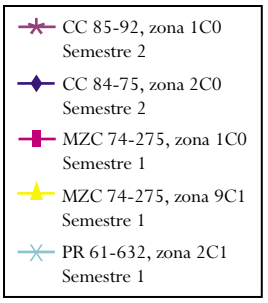


Figura 27. Margen operacional en función de las toneladas de caña por hectárea mes (TCHM).



básicamente por la mayor tasa de producción de caña mensual de la variedad en esa condición (coeficiente de regresión lineal de 14 TCH). Por su parte, las toneladas de azúcar por hectárea mes (TAHM) presentan un comportamiento cuadrático en función de la edad, similar al del rendimiento (Figura 26). De acuerdo con lo anterior se concluye que estos indicadores no pueden utilizarse como criterio único para adoptar o no una tecnología sino que es necesario evaluar el resultado conjunto de costos y margen operacional.

Las variables que maximizan el margen operacional en la toma de decisiones son la producción total de azúcar (TCH, rendimiento y edad de cosecha) con sus respectivos costos de producción y de oportunidad (manejo del cultivo, operación de cosecha y fábrica, cosechar *n* meses antes o después, dejar de percibir ingresos hoy, entre otros), y no los resultados de los indicadores por mes.

Por ejemplo, en la Figura 27 se observa que los valores de TCHM a la edad económica (edad en la que se alcanza el máximo margen operacional) estuvieron por debajo de los que se alcanzan cuando se cosecha a edades menores. Sin embargo, las mayores producciones no presentaron las rentabilidades más altas, excepto en el caso de las cosechas en la edad productiva (edad en la que

se alcanza la máxima acumulación de sacarosa). Lo anterior se debe básicamente a que hay mayor producción total a la edad productiva y económica y los costos de producción son más bajos vía mayor productividad (TCH y rendimiento).

Otros aspectos para considerar son los resultados en toneladas de azúcar por hectárea mes (TAHM) obtenidos a edades de 8.6 meses y 15.6 meses, cuando las TAHM son prácticamente iguales (1.22 y 1.23 TAHM). Sin embargo, a 8.6 meses se presenta un margen operacional negativo por valor de -158,000 $/tonelada de azúcar, mientras que a 15.6 meses el margen operacional es positivo (77,000$/tonelada de azúcar) (Figura 28). Estos resultados muestran que es necesario incluir criterios económicos para la adopción de cualquier tecnología, adicionales a los indicadores por hectárea mes.

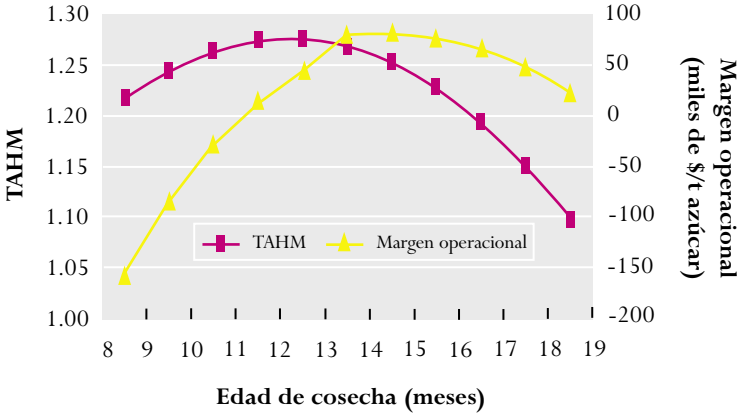


Figura 28. Toneladas de azúcar por hectárea mes (TAHM) y margen operacional en función de la edad de cosecha

Servicio de Cooperación Técnica y Transferencia de Tecnología

La misión del Servicio es asegurar la adopción de las nuevas tecnologías generadas e identificadas como promisorias en el proceso de investigación, a través de la caracterización de la demanda tecnológica, la validación de las recomendaciones a escala comercial, el desarrollo de programas integrales de comunicación y el seguimiento dinámico del cambio técnico en el sector productivo. El Servicio coordina el macroproyecto Mercadeo de Tecnología y las actividades de difusión de información relacionadas con la producción de material divulgativo, el apoyo para la realización de eventos y la atención de visitantes en la Estación Experimental.

Durante 2003 se dio énfasis al fortalecimiento de la red de grupos de transferencia de tecnología (GTT) y al desarrollo del sistema interactivo de información en Web con el enfoque de agricultura específica por sitio.

En este informe se presentan los avances en los objetivos propuestos con los GTT; los resultados en las fincas piloto donde se validan recomendaciones de diseño de campo, variedades de caña y manejo del cultivo para condiciones de alta humedad en el suelo; la estructura general y los servicios de información del nuevo sitio Web de Cenicaña y la reseña de las publicaciones editadas. En el Anexo, páginas 83 a 91, se relacionan las actividades de transferencia realizadas por los investigadores del Centro en diferentes eventos.

Uno de los objetivos estratégicos de Cenicaña es fortalecer la transferencia de tecnología mediante el desarrollo de programas integrales de comunicación con la participación de investigadores, técnicos y cultivadores de caña.

Así, durante 2003 se conformaron 14 Grupos de Transferencia de Tecnología (GTT) en los ingenios Central Castilla, Incauca, Mayagüez y Pichichí, los cuales se suman a los nueve grupos existentes en los ingenios Manuelita, Providencia y Risaralda.

Red de Grupos de Transferencia de Tecnología (GTT)

El proyecto comenzó en 2001 con el objetivo de establecer un programa de comunicación articulado entre Cenicaña y sus clientes para impulsar la innovación tecnológica en las fincas de ingenios y cañicultores.

Durante 2003 se conformaron 14 grupos nuevos mediante convenios de cooperación con los ingenios Central Castilla, Incauca, Mayagüez y Pichichí, los cuales se suman a los nueve grupos establecidos entre 2001 y 2002 con los ingenios Manuelita, Providencia y Risaralda. Así, al finalizar el año, 23 grupos GTT integrados por 650 cañicultores de siete ingenios azucareros hacían parte de este proceso grupal de transferencia de tecnología impulsado y liderado por Cenicaña.

Programa de eventos

De acuerdo con la metodología de trabajo, en los ingenios Central Castilla, Incauca, Mayagüez y Pichichí se realizaron 11 talleres de diagnóstico y caracterización de base con el objetivo de establecer indicadores sobre el uso y la adopción de tecnologías antes de iniciar el programa de eventos, identificar las percepciones de los cañicultores sobre la tecnología y sus necesidades de información de acuerdo con la problemática que enfrentan en el manejo del cultivo. A manera de ejemplo se presentan los resultados de la caracterización de base acerca de los sistemas de programación de riego utilizados por los GTT del Ingenio Mayagüez (Figura 29).

Posteriormente, en cada ingenio se llevaron a cabo reuniones de análisis y concertación sobre las prácticas y el paquete tecnológico por promover en cada grupo según las zonas agroecológicas de influencia en las unidades productivas.

El programa de eventos adelantado en los siete ingenios participantes se resume en el Cuadro 23. La información divulgada se orientó a promover el desarrollo de la agricultura específica por sitio y las mejores prácticas utilizadas por los ingenios y los cañicultores desde el punto de vista técnico, ambiental, económico y de control de calidad. Además de las actividades programadas, en todos los grupos se promovió la participación de los cañicultores en el proyecto de levantamiento de suelos a escala detallada (ver página 73).

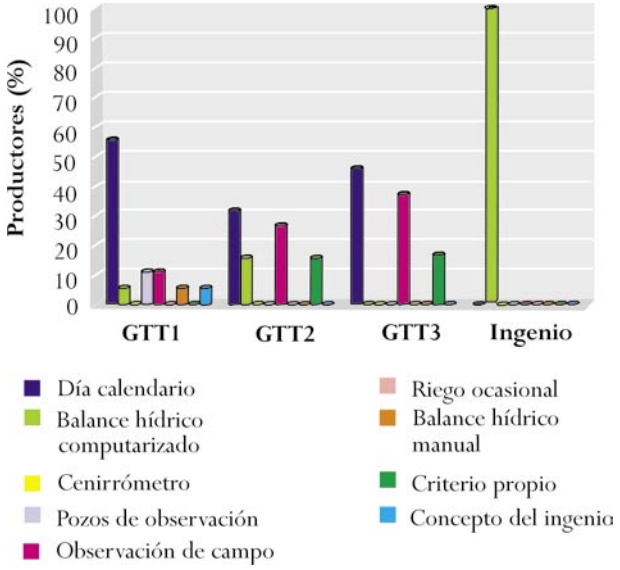


Figura 29. Caracterización de base sobre el uso de sistemas de programación de riego en las fincas de los productores GTT del Ingenio Mayagüez, julio 2003.

Cuadro 23. Actividades realizadas en los Grupos de Transferencia de Tecnología (GTT) durante 2003.

Ingenio Central Castilla **82 productores, tres grupos GTT**
▪ **Taller de diagnóstico:** Caracterización de base ▪ **Conferencias plenarias:** Zonificación agroecológica; Resultados caracterización de base ▪ **Día de campo y mesa redonda:** Variedades de caña y semilleros
Incauca **157 productores, seis GTT**
▪ **Taller de diagnóstico:** Caracterización de base
Ingenio Manuelita **82 productores, tres GTT**
▪ **Días de campo y mesas redondas:** Manejo de aguas; Cosecha y compactación; Manejo de residuos y prácticas de cultivo; Nutrición y fertilización; Maduradores; Variedades de caña. ▪ **Taller de capacitación:** Principios y uso del Balance Hídrico v.3.0
Ingenio Mayagüez **95 productores, tres GTT**
▪ **Taller de diagnóstico:** Caracterización de base ▪ **Conferencias plenarias:** Zonificación agroecológica; Resultados caracterización de base ▪ **Días de campo y mesas redondas:** Manejo de aguas; Manejo de residuos y prácticas de cultivo
Ingenio Pichichí **44 productores, dos GTT**
▪ **Taller de diagnóstico:** Caracterización de base ▪ **Conferencias plenarias:** Zonificación agroecológica; Resultados caracterización de base
Ingenio Providencia **124 productores, tres GTT**
▪ **Días de campo y mesas redondas:** Manejo de aguas; Variedades de caña; Manejo de residuos y prácticas de cultivo; Nutrición y fertilización; Maduradores
Ingenio Risaralda **54 productores, tres GTT**
▪ **Días de campo y mesas redondas:** Plagas y enfermedades; Labores manuales de cultivo; Labores mecánicas de cultivo; Sistema de cultivo en Surco Doble Modificado (SDM); Cosecha con SDM; Variedades de caña para zonas húmedas ▪ **Conferencias:** Cultivo de hongos comestibles en residuos de cosecha de caña; Balance hídrico automatizado; Curvas de isoproductividad; Estudio detallado de suelos; Daño económico por *Diatraea;* Avances sobre surco doble modificado; Sistema interactivo en web para la agricultura específica por sitio

Estudios de adopción

Se realizaron entrevistas directas con los productores de caña que integran los grupos GTT del Ingenio Risaralda, a fin de obtener información primaria sobre el uso y la adopción de tecnologías e identificar los cambios en los indicadores establecidos en la caracterización de base, fuente de información científica para evaluar el impacto de la estrategia.

Los resultados indicaron un incremento en adopción y difusión de las tecnologías divulgadas después de dos años de trabajo grupal y 56 eventos de transferencia (Cuadro 24). Los cañicultores compartieron información técnica en temas que van desde la siembra de la caña hasta la producción de azúcar en la fábrica, e intercambiaron experiencias sobre las mejores prácticas utilizadas por los cañicultores más innovadores y por el Ingenio en sus áreas de manejo directo. Además conocieron directamente de los investigadores de Cenicaña los avances realizados en el proceso de investigación que adelanta el Centro.

Cuadro 24. Nivel de adopción de tecnologías en los Grupos de Transferencia de Tecnología (GTT) del Ingenio Risaralda en 2001 y 2003.

Tecnología	Porcentaje de productores que adoptan					
	GTT-1		GTT-2		GTT-3	
	2001	2003	2001	2003	2001	2003
Distancia entre surcos: 1.65 m	0	40	0	0	5	50
Distancia entre surcos: 1.75 m	0	20	0	50	0	23
Surco doble modificado (SDM)	0	12	0	16	0	0
Servicio de diagnóstico de enfermedades (Cenicaña)	16	50	7	72	11	50
Densidad de siembra: 10 m	80	62	42	0	100	50
Densidad de siembra: 11 m	0	13	0	0	0	0
Densidad de siembra: 12 m	10	13	42	65	0	75
Densidad de siembra: 14 m	0	13	13	16	0	0
Balance hídrico computarizado	0	45	8	50	0	56
Riego por aspersión	75	82	79	92	84	100
Politubulares, surco alterno	4	6	0	24	11	56
Análisis de suelo	51	85	91	100	70	90
Definición de dosis de fertilizantes según niveles críticos de nutrimentos (Cenicaña)	29	82	16	74	16	68
Fraccionamiento de la fertilización nitrogenada	89	100	84	81	78	67
Uso de computadora	78	84	92	94	65	100
Sistematización de costos	6	46	0	50	4	54
Sistematización de presupuestos	0	48	0	66	0	42

El trabajo de transferencia de tecnología con los GTT del Ingenio Risaralda ha sido un modelo para la industria azucarera (Isaacs, *et al*, 2003). Los resultados principales son:

- Mayor intercambio de información técnica acerca de las mejores prácticas.
- Generación de cultura de manejo agronómico específico por sitio.
- Fortalecimiento de las relaciones, la comunicación y la integración entre cañicultores, técnicos del ingenio e investigadores.
- Más capacitación y mejor conocimiento sobre las nuevas tecnologías.
- Más capacitación de los mandos medios y de los contratistas para el control de la calidad de las labores de cultivo.
- Práctica de los profesionales de campo del ingenio en el uso de metodologías grupales de transferencia de tecnología.
- Documentación técnica sobre los avances de la investigación y las prácticas de cultivo.

Fincas piloto

Desde 1995 Cenicaña fomenta el establecimiento de fincas piloto para la validación de tecnología en campos de los productores de caña como una estrategia de cooperación técnica y transferencia que contribuye a aumentar la velocidad de adopción y el aprovechamiento de los nuevos desarrollos.

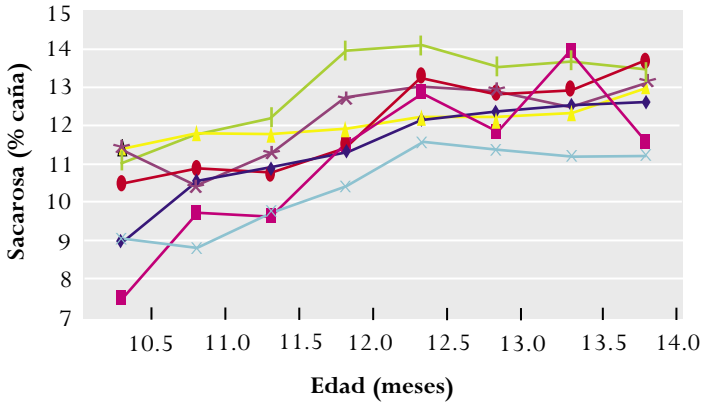
Al finalizar 2003 se contaba con tres fincas piloto en los ingenios Incauca y Riopaila, donde se validan variedades y tecnologías de manejo agronómico para condiciones de alta humedad en el suelo.

A continuación se presentan las curvas de maduración de las variedades y los resultados de las cosechas en primer corte. La documentación sobre el trabajo en las fincas comprende además la caracterización de las variedades antes, durante y después de la cosecha en verde, los ajustes requeridos en el sistema de balance hídrico para la programación de los riegos y las adaptaciones de equipos para labores de cultivo y alce de caña en el sistema de surco doble modificado. Durante el año se llevaron a cabo 11 días de campo con los integrantes de los comités técnicos de las fincas y dos días de campo con proveedores de los ingenios de influencia.

Incauca: haciendas Cachimbalito y El Naranjo

En la hacienda Cachimbalito (zonas agroecológicas 9C4 y 5C3) se cosecharon manualmente en verde las plantillas de las variedades CC 87-505, CC 92-2198, CC 93-7510, CC 93-4208, CC 93-4223 a los 14 meses de edad.

Las curvas de maduración señalan que todas las variedades alcanzaron su máximo contenido de sacarosa % caña alrededor de los 12.5 meses de edad (Figura 30).



	may 14 (32 mm)	may 28 (141 mm)	jun 11 (67 mm)	jun 25 (66 mm)	jul 9 (0 mm)	jul 23 (6 mm)	ago 6 (85 mm)	ago 25 (17 mm)
CC 84-75	8.94	10.53	10.88	11.30	12.15	12.36	12.55	12.62
CC 93-7510	7.48	9.72	9.65	11.53	12.89	11.84	13.94	11.60
CC 87-505	11.4	11.82	11.78	11.89	12.23	12.24	12.33	13.00
CC 92-2198	9.05	8.79	9.73	10.42	11.57	11.38	11.20	11.20
CC 93-4208	11.37	10.42	11.31	12.75	13.04	12.92	12.49	13.10
CC 85-92	10.48	10.88	10.74	11.45	13.28	12.84	12.95	13.70
CC 93-4223	11.01	11.79	12.23	13.97	14.10	13.55	13.68	13.50

Figura 30. Curva de maduración en términos de sacarosa (% caña) de las variedades cosechadas en la hacienda Cachimbalito, finca piloto de Incauca.

Las mayores producciones de caña se obtuvieron con las variedades CC 84-75, CC 87-505 y CC 93-7510 y el mayor rendimiento, con la variedad CC 93-4208 (Cuadro 25). La cantidad más baja de residuos en el campo después de la cosecha se registró con la variedad CC 93-7510 y la más alta, con CC 85-92.

Cuadro 25. Producción de variedades en la hacienda Cachimbalito, finca piloto de Incauca. Edad de cosecha: 14 meses (septiembre de 2003).

Variedad	Área (ha)	Zona Agroec.	TCH	TCHM	Rendimiento (%)		TAHM
					Teórico	Real	
CC 84-75	7.0	9C4	152	10.6	13.2	11.7	1.4
CC 85-92*	2.4	5C3	123	8.8	14.1	13.0	1.2
CC 85-92	2.8	9C4	120	8.5	14.0	13.0	1.2
CC 87-505	1.4	9C4	131	901	13.1	11.9	1.2
CC 93-7510	0.7	9C4	127	9.1	13.3	11.2	1.0
CC 92-2198	0.6	9C4	115	8.2	13.5	12.3	1.1
CC 93-4223	2.2	5C3	98	7.0	13.8	13.6	1.0
CC 93-4208	1.5	9C4	96	6.9	15.0	14.0	1.0

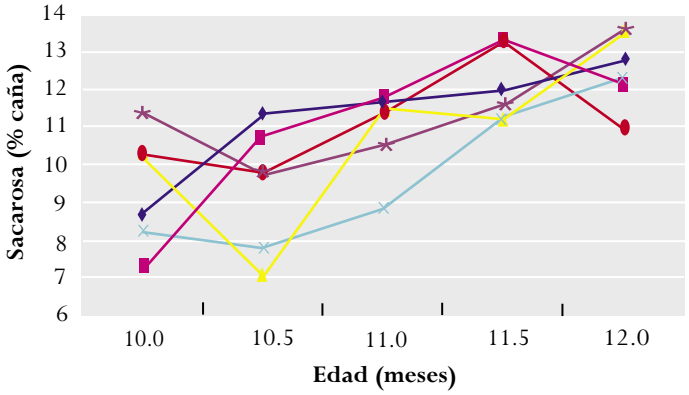
* Esta variedad fue sembrada con distancia entre surcos de 1.75 m; las demás variedades, con 1.50 m.

En la hacienda El Naranjo, ubicada en la zona agroecológica 9C3, se sembraron las variedades CC 85-92, CC 84-75 y CC 93-744 con el sistema de surco doble modificado y distancias entre surcos de 1.40 m y 1.75 m. Al finalizar 2003 las variedades tenían 16 meses de edad y no habían sido cosechadas según lo programado debido a lluvias y aspectos de logística. Para la fertilización de los campos con surco doble se llevaron a cabo adaptaciones del implemento correspondiente.

Ingenio Riopaila: hacienda Valparaíso

En la hacienda Valparaíso (zona agroecológica 7C3) se cosecharon manualmente en verde las plantillas de las variedades CC 92-2198, CC 93-7510 y CC 84-75 establecidas con el sistema de surco doble modificado y con distancias entre surcos de 1.75 m; en ambos casos la siembra se realizó en el lomo con el fin de proteger el cultivo de los excesos de humedad.

Aunque las curvas de maduración de la mayoría de las variedades señalan que se podía esperar una maduración mayor, la cosecha se realizó alrededor de los 12 meses de edad para evitar que la temporada lluviosa coincidiera con las labores de levantamiento de la soca (Figura 31). Las variedades con mejor producción de caña fueron CC 93-7510 y CC 84-75 (Cuadro 26).



	Jun 26 (4 mm)	Jul 11 (64 mm)	Jul 25 (53 mm)	Ago 8 (117 mm)	Ago 30 (0 mm)
CC 84-75 (SDM*)	8.69	11.34	11.73	11.95	12.76
CC 84-75 (1.75 m)	7.32	10.75	11.84	13.32	12.17
CC 92-2198 (SDM)	10.29	7.04	11.47	11.19	13.5
CC 92-2198 (1.75 m)	8.19	7.76	8.82	11.26	12.37
CC 93-7510 (SDM)	11.41	9.76	10.55	11.6	13.61
CC 93-7510 (1.75 m)	10.29	9.78	11.39	13.23	10.90

* Surco doble modificado

Figura 31. Curva de maduración en términos de sacarosa (% caña) de las variedades cosechadas en la hacienda Valparaíso, finca piloto del Ingenio Riopaila, 2003.

Cuadro 26. Producción en la hacienda Valparaíso, zona agroecológica 7C3, Ingenio Riopaila. Edad de cosecha: 12 meses (septiembre de 2003).

Variedad	Área (ha)	Sistema de siembra	TCH	TCHM
CC 84-75	10.2	SDM*	112	9.1
CC 84-75	7.5	1.75 m	103	8.5
CC 92-2198	7.6	SDM*	87	7.4
CC 92-2198	7.8	1.75 m	104	8.6
CC 93-7510	4.7	1.75 m	107	8.7

* SDM: surco doble modificado

Dadas las condiciones de suelo en Valparaíso, se están llevando a cabo evaluaciones de la capacidad de retención de humedad y la fluctuación del nivel freático con el propósito de ajustar los valores de la lámina de agua rápidamente aprovechable para la correcta aplicación del balance hídrico y la programación de los riegos.

En los campos con surco doble modificado se adaptaron implementos para la roturación del suelo y la fertilización.

Agricultura específica por sitio (AEPS)

El jueves 20 de noviembre de 2003 se llevó a cabo el lanzamiento oficial del sitio Web de Cenicaña, www.cenicana.org, un espacio de información técnica diseñado para apoyar el desarrollo de la agricultura específica por sitio y el mejoramiento continuo de la industria azucarera colombiana.

Este sistema interactivo de información en Web es producto de la segunda fase del proyecto Agricultura Específica por Sitio, cofinanciado por Colciencias y Cenicaña, desarrollado con los objetivos de disponer en línea información técnica completa y actualizada sobre los avances de la investigación adelantada por Cenicaña y facilitar la gestión de información en las empresas productoras de caña y azúcar mediante herramientas de consulta a las bases de datos disponibles en el Centro.

La información técnica está organizada de acuerdo con las áreas de trabajo de cada programa de investigación y cada servicio de apoyo adscrito a Cenicaña, con facilidades de acceso a publicaciones de referencia y otros contenidos relacionados.

Para las consultas a las bases de datos de mapas, clima, producción comercial, documentación y publicaciones técnicas se ofrecen herramientas interactivas que facilitan la búsqueda de información con criterios personalizados por el usuario.

De acuerdo con las políticas de difusión de información de Cenicaña y con el fin de garantizar la protección de las bases de datos, la mayor parte de las páginas tienen acceso restringido. Los permisos de ingreso están reservados para los propietarios de cultivos y personal de los ingenios donantes, representantes de las instituciones del sector e investigadores de Cenicaña.

Sistema de información en Web

con el enfoque de Agricultura Específica Por Sitio

www.cenicana.org

Agroindustria | **Clima** | **Info comercial** | **Agricultura Específica por Sitio** | **Documentación**

- Cifras.
- Organización gremial.
- Enlaces con las empresas e instituciones del sector.
- Documentación y artículos de referencia.

- Sistema de consulta a la base de datos de la Red Meteorológica Automatizada.
- Mapas con la distribución de las variables meteorológicas.
- Datos diarios de la red de tanques de evaporación para el cálculo del balance hídrico.

- Sistema de consultas a la base de datos comerciales.
- Análisis especiales.

Herramientas de información para la adopción de la AEPS:

- Servidor de mapas: cartografía básica de haciendas y suertes en combinación con mapas temáticos.
- Software Balance Hídrico.
- Sistema Experto de Fertilización.
- Consultas a las bases de datos de meteorología y producción comercial.
- Zonificación agroecológica.

- Textos completos de los documentos editados por Cenicaña, clasificados por temas.
- Base de datos bibliográfica y servicios de información de la biblioteca.
- Colección de las series impresas en versión digital.

Cenicaña define la agricultura específica por sitio como el arte de realizar las prácticas agronómicas requeridas por una especie vegetal de acuerdo con las condiciones espaciales y temporales del sitio donde se cultiva, para obtener de ella el máximo rendimiento potencial.

Con esta filosofía estructura un sistema de información integrado por utilidades automatizadas que facilitan la consulta a las bases de datos disponibles, el cual puede ser utilizado por los donantes del Centro vía Internet.

La estrategia es tener disponible para los agricultores, los técnicos y los propietarios de la agroindustria, la mejor información sobre el clima, el desarrollo tecnológico, la eficiencia productiva, técnica y económica, y el conocimiento agroecológico del cultivo y la región, a fin de apoyar e incentivar la gestión tecnológica en las unidades productivas.

Publicaciones editadas, 2003

Carta Trimestral

ISSN 0121-0327

v.25, No. 1, 40p.

- Balance Hídrico v.3.0
- Cifras de la agroindustria azucarera colombiana, 2002 (Calero, L.M.)
- Variedades importadas en cuarentena (Victoria, J.I., *et al*)
- Foro: Impacto de la materia extraña en el proceso agroindustrial de la caña de azúcar (Larrahondo, J.E.)
- Floculantes naturales para la clarificación de jugos de caña de azúcar (Larrahondo, J.E., *et al*)
- Aplicaciones de modelamiento por el método de elementos finitos en la industria azucarera (Gómez, A.L., *et al*)
- Aproximación a los costos de cogeneración de energía en ingenios azucareros. Análisis comparativo Colombia-Nicaragua (Posada, C.)
- Evaluación de variedades de caña de azúcar para cosecha mecanizada (Victoria, J.I.; *et al*)
- Fincas piloto en Incauca S.A. y Riopaila S.A. (Gutiérrez, J.Y.)
- Tecnologías transferidas en los GTT de Manuelita y Providencia durante el primer trimestre de 2003 (Isaacs, C.H.; Uribe, P.T.)
- Boletín climatológico, primer trimestre de 2003. Red meteorológica automatizada (Cortes, E.)

v.25, No. 2 y 3, 28p.

- Cifras de la agroindustria azucarera colombiana, primer semestre de 2003 (Calero, L.M.)
- VI Congreso Colombiano de Tecnicaña
- Hacia la agricultura específica por sitio. Estudio detallado de suelos en el valle del río Cauca
- Taller internacional de biotecnología molecular y biotecnología de la caña de azúcar (Ángel, F.)
- Proyectos de investigación sobre uso y manejo de vinazas (Quintero, R.)
- Detección simultánea de la enfermedad de Fiji, el mosaico y el síndrome de la hoja amarilla en caña de azúcar utilizando métodos moleculares (Cadavid, M.; *et al*)
- Efecto de la temperatura sobre el pH de jugos y meladuras (Gil,N.)
- Simulación dinámica para un clarificador sin bandejas (Briceño, C.O.; Zambrano, F.)
- Comportamiento del clima en el valle del río Cauca durante el segundo trimestre y el primer semestre de 2003 (Cortes, E.)

v.25, no.4, 24p.

- Un nuevo lenguaje para acercarnos a la información técnica www.cenicana.org (Isaacs, C.H.; Carrillo, V.)
- Resultados comerciales de la agroindustria azucarera colombiana, septiembre de 2003 (Palma, A.; Posada, C.)
- Sistema de intercambio de información estandarizada interingenios. Cifras de diez ingenios a septiembre de 2003 (Calero, L.M.)
- Caracterización y mejoramiento de procesos fisicoquímicos en estaciones de clarificación y filtración (Briceño, C.O.)
- Avances en la evaluación integral de los procesos de preparación y molienda en ingenios colombianos (Carvajal, A.; *et al*)
- Polilla habana ataca lotes de caña en el valle del río Cauca (Gutiérrez, Y.; Gómez, L.A.)
- Proyecto nacional de oxigenación de gasolinas en Colombia (Calero, C.X.; Briceño, C.O.)
- Comportamiento del clima en el valle del río Cauca durante el tercer trimestre de 2003 (Cortes, E.)

Serie Informativa

ISSN 0120-3827

No.20, 46p.

Comportamiento comercial de la caña de azúcar cosechada en el valle del río Cauca y censo de variedades, 2002.
Posada Contreras, C.;
Palma Zamora, A.

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

Documentación y publicaciones:

www.cenicana.org/documentacion/index.htm

Serie Técnica
ISSN 0121-5846

No.31, 88p.

Catálogo de variedades. Segunda edición.
Rangel, H.; Viveros, C.; Amaya E., A.; Gómez, L.A.; Victoria, J.I.; Angel, J.C.

En esta segunda edición del catálogo de variedades se presentan las características morfológicas estables y algunas agronómicas básicas de 34 variedades denominadas con las siglas CC (Cenicaña Colombia), CCSP (Cenicaña Colombia, Sao Paulo), Mex (México), PR (Puerto Rico), RD (República Dominicana) y V (Venezuela), así como información sobre los resultados de producción en las pruebas regionales sembradas a escala experimental.
Las variedades fueron evaluadas en su comportamiento ante las enfermedades del carbón (*Ustilago Scitaminea* Sydow), la roya (*Puccinia melanocephala* H. Sydow y P. Sydow), el mosaico (virus del mosaico común de la caña de azúcar, ScMV), la escaldadura de la hoja (*Xanthomonas albilineans* [Asby] Dowson), el raquitismo de la soca (*Leifsonia xyli* subs. *xyli*) y el síndrome de la hoja amarilla (ScYLV); y al ataque de los insectos *Diatraea* spp. y pulgón amarillo *Sypha flava* (Homoptera: Aphididae).

No.32, 66p.

Maduradores en caña de azúcar. Manual de procedimientos y normas para su aplicación.
Villegas T., F; Arcila A., J.

La aplicación de maduradores en caña de azúcar es una práctica usual en muchas zonas azucareras del mundo, especialmente en el valle del río Cauca donde las condiciones edáficas y climáticas permiten obtener una buena respuesta. La mayoría de los productos maduradores actúan como reguladores de crecimiento y como consecuencia de este efecto primario se incrementa el contenido de sacarosa en los tallos, lo cual contribuye al mejoramiento de la productividad. En este documento se establecen los pasos que se deben seguir para la correcta aplicación de maduradores con el objetivo de incrementar los rendimientos en kilogramos de azúcar por tonelada de caña cosechada, y se dan a conocer las normas existentes para su uso en el cultivo de la caña en el valle del río Cauca.

Serie Divulgativa
ISSN 0121-6457

No.8, 8p.

Manejo del riego en campos con residuos de la cosecha
Cruz V., R.; Torres, J.S.

Ocho páginas en las que se ilustran las formas de aplicación del riego por surcos en cultivos de caña de azúcar (plantilla y socas) considerando las opciones de acomodo de los residuos en el campo y adaptando los fundamentos del riego por surco alterno para las aplicaciones en épocas secas y en épocas con alta probabilidad de lluvias.
Se proponen formas de aplicación del riego para campos con espaciamientos de 1.50 m y 1.75 m entre surcos y en cada caso se estiman el ahorro potencial de agua y los beneficios económicos. Finalmente se comentan algunos aspectos referentes a los factores clave que se deben tener en cuenta para mejorar la eficiencia en el uso del agua y disminuir los costos de la labor.

Informe Anual 2002
ISSN 0120-5854

Memoria de las actividades de investigación y transferencia tecnológica adelantadas por Cenicaña durante 2002, cuando se celebraron 25 años de fundación de la institución. Se incluye un análisis de la producción comercial de caña y azúcar en el valle del río Cauca, el comportamiento del clima en la región, los avances en los macroproyectos Alta Sacarosa Estable, Caña Verde, Reducción de las Pérdidas de Sacarosa y Mercadeo de Tecnología, el desarrollo de los servicios de Tecnología Informática, Información y Documentación, Cooperación Técnica y Transferencia de Tecnología, y Laboratorios de Análisis. Reseña de los productos relevantes en los diez años de funcionamiento del Programa de Procesos de Fábrica.

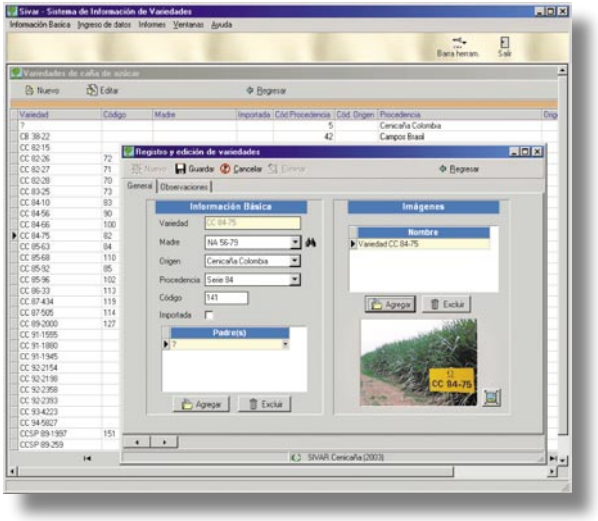
Balance Hídrico v.3.0
Manual del Usuario

Servicio de Tecnología Informática

Durante 2003 el Servicio de Tecnología Informática brindó apoyo institucional en el mantenimiento y el funcionamiento de la infraestructura de hardware y software, y contribuyó en la planeación y el desarrollo del nuevo sitio Web de Cenicaña.

Las diferentes soluciones implementadas en el sitio utilizan una plataforma informática única. Para garantizar el tratamiento y el acceso confidencial de la información contenida en las bases de datos y en las páginas Web se diseñó una estrategia de seguridad, y para identificar preferencias de consulta se diseñó un sistema de registro de acceso por usuario.

El Servicio avanzó en el desarrollo del Sistema de Información de Variedades (SIVAR), software aplicado a la administración y el seguimiento de los procesos del programa de mejoramiento genético y selección de las variedades Cenicaña Colombia. Apoyó los procesos de instalación, configuración y puesta en marcha del nuevo Servidor de Mapas con la herramienta ARCIms, y prestó asistencia y asesoría a ingenios y cultivadores en la implementación del software Balance Hídrico v3.0, cuyo lanzamiento se llevó a cabo en abril de 2003 (ver página 32).



Sistema de Información de Variedades (SIVAR)

Servicio de Información y Documentación

La misión del Servicio de Información y Documentación es mantener actualizado al sector azucarero en las metodologías y avances tecnológicos referentes al cultivo y procesamiento de la caña de azúcar mediante el acceso a la documentación bibliográfica.

Así, durante 2003 se reforzó la capacitación del personal de Cenicaña en la formulación de búsquedas en la base de datos SNICA disponible en Internet y se dio continuidad a los servicios de adquisiciones, préstamos, bibliografías, distribución de publicaciones y fotocopias.

En general, la dinámica de los servicios se mantuvo estable con respecto al año anterior. Se registró un ligero incremento en las adquisiciones (1019 *versus* 1085 documentos recibidos) en beneficio de las colecciones especializadas, particularmente la de revistas, de las cuales se recibieron en suscripción, canje y donación 1029 números correspondientes a los diferentes títulos.

En 2003 fueron registrados y analizados 726 documentos sobre caña de azúcar, y el total de documentos sobre el cultivo ofrecidos al público ascendió a 27,365. Los registros en la colección general con temas agronómicos, administrativos y tecnológicos, sumaban 4296 documentos al finalizar el año.

Con respecto a la divulgación de información, se distribuyeron 24 boletines internos de páginas de contenido, dos números de Carta Trimestral, dos de Serie Técnica, y uno de Serie Informativa, Serie Divulgativa e Informe Anual.

En sala de lectura se atendieron 2680 usuarios, se realizaron 5042 préstamos entre documentos y equipos, se despacharon 100 solicitudes de fotocopias y se donaron 632 documentos. Gracias a estos servicios se mantiene una comunicación constante con los usuarios, se establecen prioridades de adquisición y se afirman lazos de cooperación con otras bibliotecas y centros de información.

Estadísticas del Servicio, 2003

Adquisiciones	
Documentos recibidos	1085
Colección caña	31
Colección general	25
Revistas	1029
Videos	1
Mapas	2
Registro y análisis	
Colección caña	
Base de datos CAÑA	726
Total general	***27,365***
Colección general	
Base de datos LIBROS	54
Total general	***4296***
Hemeroteca	
Base de datos PEPE	5
Total general	***644***
Mapas catalogados	11
Total general	***300***
Revistas registradas	718
Resúmenes elaborados	189
Analíticas revistas	491
Registros computador	726
Fichas elaboradas	908
Divulgación de información	
Publicaciones distribuidas	
Páginas de contenido internas	24
Carta Trimestral	2
Serie Técnica	2
Serie Informativa	1
Serie Divulgativa	1
Informe Anual	1
Servicios a los usuarios	
Usuarios atendidos en sala	2680
Préstamos	5042
En sala de lectura	3234
A domicilio	1808
Distribuidos en:	
Revistas	1821
Documentos	2793
Equipos	428
Solicitud fotocopias	100
Páginas fotocopiadas	6350
Publicaciones donadas	632

Superintendencia de la Estación Experimental

La Superintendencia presta el apoyo logístico en personal y equipos para el desarrollo de los experimentos de variedades y agronomía realizados por Cenicaña, al tiempo que coordina los proyectos y las actividades concernientes al desarrollo y la administración del Sistema de Información Geográfica (SIG) y la Red Meteorológica Automatizada (RMA) de la agroindustria azucarera.

Durante 2003 prestó sus servicios en la Estación Experimental de San Antonio de los Caballeros (Florida, Valle del Cauca) y en tierras de ingenios y cañicultores donde se llevan a cabo experimentos cooperativos. Se destacan la adquisición de dos máquinas sembradoras de plántulas y su adaptación para la siembra simultánea de dos surcos, así como el suministro de 432,010 plántulas de nuevas variedades a ocho ingenios azucareros (cantidad para el establecimiento de 52 ha de semilleros básicos).

En cuanto al SIG los recursos fueron dedicados a apoyar el proyecto de levantamiento detallado de suelos en el sector azucarero, la verificación de la nueva cartográfica digital del norte del departamento del Cauca, la adecuación de las bases de datos para la generación de mapas temáticos y la puesta en marcha del Servidor de Mapas disponible en la Extranet de Cenicaña.

Las actividades en meteorología y climatología estuvieron dirigidas al desarrollo y la validación del Sistema de Consultas a la Red Meteorológica Automatizada, disponible también en Extranet, y a las tareas permanentes de administración y suministro de información generada a partir del análisis de los datos registrados en las estaciones.

Estudio detallado de suelos en las áreas sembradas con caña

En 2002 Cenicaña formuló el proyecto “Levantamiento detallado de suelos, estudio de capacidad de uso de tierras y cartografía básica en las áreas sembradas con caña de azúcar en el valle del río Cauca” y en 2003 comenzaron las actividades, adelantadas mediante contratación con el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), entidad rectora de los estudios de suelos en Colombia.

El objetivo del estudio detallado es obtener una carta de suelos con unidades suficientemente homogéneas en su contenido edafológico y en las características internas y externas que inciden significativamente en la productividad de la caña de azúcar. El levantamiento se realiza en escala 1:10,000 e incluye estudios de edafología, geomorfología, geología, clima y uso de las tierras con caña. Abarca un área aproximada de 205,000 hectáreas en la parte plana del valle del río Cauca y en algunos sitios del piedemonte de la cordillera Central, actualmente vinculada con 13 ingenios azucareros.

La logística del trabajo de campo comprende dos etapas de colección de información, definidas por la división del área en dos partes. En la primera etapa (septiembre-diciembre 2003) se propuso cubrir 72,000 hectáreas vinculadas con los ingenios Carmelita, Manuelita, Mayagüez, Pichichí, Providencia y Sancarlos, comprendidas desde la vía Cali-Palmira hasta los predios del Ingenio Sancarlos en el norte del departamento del Valle del Cauca. En la segunda etapa se cubrirán las áreas de los ingenios Incauca, La Cabaña, María Luisa y áreas faltantes del Ingenio Mayagüez. Los ingenios Central Castilla, Central Tumaco, Riopaila y Risaralda poseen estudios detallados previos, los cuales se tienen en cuenta en el estudio global pero no en el programa de trabajo de campo.

A diciembre de 2003 se había realizado el levantamiento detallado de información en 58,235 hectáreas. (Figura 32). Para el desarrollo del trabajo Cenicaña suministró la cartografía básica actualizada y georrefenciada de las haciendas con manejo directo de los ingenios y con manejo de proveedores (escala 1:10,000) vinculadas con los seis ingenios cubiertos.

Para adelantar la segunda etapa se avanza en la actualización de la cartografía básica de los ingenios programados, incluyendo la verificación de las planchas digitales en escala 1:10,000 de 70,000 hectáreas del norte del departamento de Cauca, generadas por una firma especializada mediante trabajo de restitución cartográfica a partir de fotografías aéreas y levantamientos con GPS (sistema de posicionamiento global) realizados en 2003.

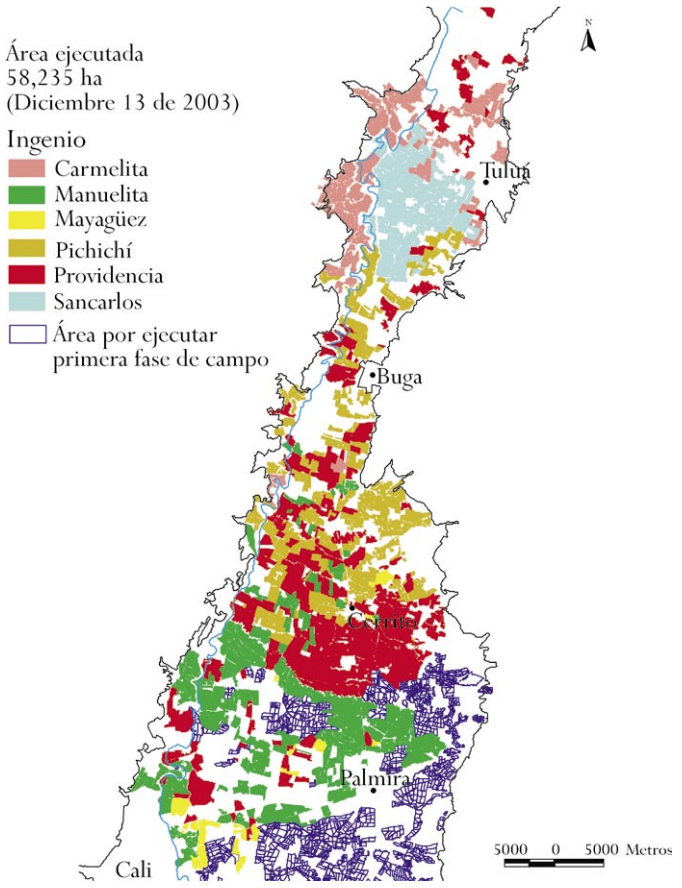


Figura 32. Avances de la primera etapa (septiembre-diciembre 2003) del proyecto de levantamiento detallado de suelos en las áreas sembradas con caña de azúcar en el valle del río Cauca.

Laboratorios de análisis

Patología

Durante 2003, en el Servicio de Diagnóstico de patógenos se realizaron evaluaciones para la detección de las enfermedades raquitismo de la soca (RSD), escaldadura de la hoja (LSD), virus 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 8873 evaluaciones correspondientes a muestras de semilleros y suertes comerciales remitidas por los ingenios azucareros y los proveedores de caña (3184 evaluaciones), el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) desde zonas paneleras (2270) y los investigadores de Cenicaña para análisis de los campos experimentales (3419) (Cuadro 27).

Cuadro 27. Número de evaluaciones realizadas para el diagnóstico de enfermedades según procedencia de las muestras. Cenicaña, 2002-2003.

Procedencia	Número de evaluaciones por año		Diferencia 2002-2003 (no.)
	2002	2003	
Ingenios y proveedores caña	2735	3184	449
Zona panelera (ICA)	175	2270	2095
Experimentos Cenicaña	4553	3419	-1134
Total	7463	8873	1410

Ingenios azucareros y proveedores de caña

Del total de muestras remitidas por los ingenios y los cultivadores de caña donantes, 1088 fueron para detectar raquitismo de las socas (RSD), 1110 para escaldadura de la hoja (LSD) y 986 para el virus de la hoja amarilla (ScYLV). Los resultados de incidencia en las variedades con mayor número de muestras analizadas se presentan en el Cuadro 28.

Se observó un leve incremento de la incidencia de escaldadura de la hoja en suertes comerciales de la variedad CC 85-92, pasando de 2.4% en 2002 a 3.7% en 2003, no obstante, en semilleros ocurrió una reducción de 3.9% a 2.4%. Esta enfermedad ha permanecido con bajos niveles de incidencia tanto en semilleros como en suertes comerciales, lo que ha sido posible gracias al manejo integral que incluye medidas preventivas como la limpieza con Vanodine al 2% de los machetes utilizados en el corte de semilleros y en la cosecha de caña.

La incidencia de la hoja amarilla aumentó principalmente en la variedad CC 84-75, que presentó un promedio en suertes comerciales de 18.6% y en semilleros de 16.9%.

Cuadro 28. Servicio de diagnóstico de patógenos en las variedades más evaluadas en suertes comerciales y semilleros de ingenios y proveedores. Cenicaña, 2003.

Variedad	Raquitismo de las socas (RSD)		Escaldadura de la hoja (LSD)		Hoja amarilla (ScYLV)	
	Muestras (no.)	Incidencia (%)	Muestras (no.)	Incidencia (%)	Muestras (no.)	Incidencia (%)
Suertes comerciales						
CC 85-92	169	0	178	3.7	165	0.2
CC 84-75	65	0	66	0	69	18.6
V 71-51	25	0	25	0.4	25	1.0
MCZ 84-04	17	0	17	0	17	0
CCSP 89-43	11	0	11	0	11	3.2
MZC 74-275	7	0	7	0	7	0
PR 61-632	10	0	10	0	9	3.3
Otras	171	0	174	0.2	171	5.1
Subtotal	475	0	488	1.4	474	5.3
Semilleros						
CC 85-92	269	0	271	2.4	199	0.9
CC 84-75	110	0	117	<0.1	133	16.9
V 71-51	94	0	94	0.3	66	10.6
PR 61-632	38	0	38	0	20	1.3
MZC 84-04	16	0	16	0	16	0
MZC 74-275	12	0	12	0.4	2	0
CC 87-505	4	0	4	0	17	44.1
POJ 2878	2	0	2	0	2	27.5
CC 92-2376	1	0	1	0	4	35.0
CC 87-434	4	0	4	0	2	0
Otras	64	0	64	0	53	8.6
Subtotal	613	0	622	1.1	512	8.7

La variedad CC 85-92, que fue la más evaluada, sigue siendo la más resistente y la de más baja incidencia de esta enfermedad (0.2%) en suertes comerciales, aunque se observó un ligero incremento en semilleros con 0.9%. El raquitismo de la soca no se detectó en las muestras analizadas, debido a la utilización de semilla tratada con agua caliente.

Los ingenios que más utilizaron el Servicio de Diagnóstico de Cenicaña fueron Sancarlos, Mayagüez y Central Castilla, además de un grupo significativo de proveedores (Cuadro 29).

Cuadro 29. Servicio de diagnóstico de patógenos por ingenios y proveedores en suertes comerciales y semilleros. Cenicaña, 2003.

Ingenio	Raquitismo de las socas (RSD)		Escaldadura de la hoja (LSD)		Hoja amarilla (ScYLV)	
	Muestras (no.)	Incidencia (%)	Muestras (no.)	Incidencia (%)	Muestras (no.)	Incidencia (%)
Suertes comerciales						
Sancarlos	178	0	178	1.2	178	6.3
Mayagüez	122	0	125	1.4	121	1.1
C. Castilla	64	0	65	0.2	71	17.3
Riopaila	55	0	55	0.1	55	0.2
Proveedores	20	0	20	0.8	13	1.9
María Luisa	19	0	19	0.5	19	0
Carmelita	16	0	16	0	16	0
Pichichí	0	-	9	30.6	0	-
Subtotal	475	0	488	1.5	474	5.3
Semilleros						
Proveedores	269	0	269	0.5	121	3.3
Riopaila	129	0	129	0.5	129	2.2
C. Castilla	98	0	105	0.3	98	10.5
Risaralda	52	0	52	1.4	52	9.8
Sancarlos	31	0	31	8.0	32	14.2
Mayagüez	22	0	22	0	13	3.1
Providencia	0	-	2	60.0	57	30.4
C. Tumaco	6	0	6	0	6	0
María Luisa	4	0	4	0	4	3.8
ICA Antioquia	2	0	2	0	2	0
Subtotal	613	0	622	1.1	512	8.7

Se observó un ligero aumento de la escaldadura de la hoja especialmente en los cultivos de los ingenios Sancarlos, Pichichí, Providencia y Mayagüez, y el virus de hoja amarilla en los ingenios Central Castilla, Providencia y Sancarlos.

Después de 18 años de funcionamiento del Servicio de Diagnóstico de Cenicaña, se observa un ligero aumento de la escaldadura de la hoja especialmente en suertes comerciales, mientras que el virus de la hoja amarilla ha aumentado tanto en suertes comerciales como en semilleros, en comparación con los años anteriores.

Caña para panela

Mediante convenio con el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), en el Laboratorio de Fitopatología de Cenicaña se realizan evaluaciones de muestras de caña para panela cultivada en Antioquia y el Valle del Cauca.

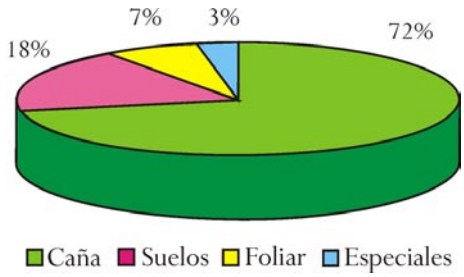
En el departamento de Antioquia se hicieron 2270 evaluaciones durante el año, con los siguientes resultados de incidencia: RSD (0.5%), LSD (0.2%), ScBV (0%), ScMV (0%). En la variedad CC 84-75 se detectó por primera vez la presencia de ScYLV, para una incidencia general de 1.0%.

En el departamento del Valle del Cauca se llevaron a cabo 395 evaluaciones. Igual que en Antioquia no se registró incidencia de ScBV ni ScMV, mientras que para RSD la incidencia fue de 2.1%, para LSD de 0.8% y para ScYLV de 2.0%.

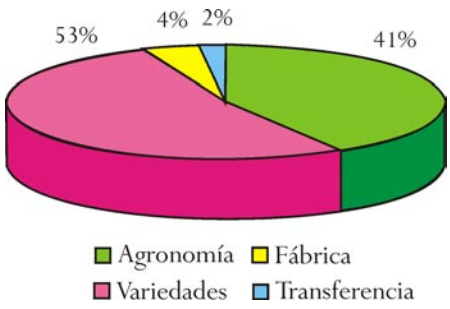
Química

Durante 2003, en el Laboratorio de Química de Cenicaña se efectuaron 12,741 análisis de muestras provenientes de investigaciones institucionales, ingenios azucareros y cultivadores de caña, distribuidos de la manera siguiente: 9124 muestras de caña, 2291 muestras de suelos para análisis químico y físico, 438 muestras de distintos materiales para análisis especiales de polisacáridos, fenoles, dextranas, almidones, amino-nitrogenados, fosfatos, HPLC, y 888 muestras de tejido foliar para análisis químico.

Porcentaje de muestras por tipo de análisis



Porcentaje de muestras por programa de investigación



I. Documentos registrados en la base de datos bibliográfica, 2003

Amaya Estévez, A. **Sala general. Informe de Gestión del Director General.** Cali, Cenicaña, 2003. 15 p. (Documento de Trabajo, no.516)

Amú, L.G. Informe final del contrato Estudiante en Práctica. **Informes de evaluación de la máquina picadora de residuos CLAAS-CENICAÑA.** Cali, Cenicaña, 2003. 41 p; disquete.

Amú, L.G.; Manyoma, P.C.; Briceño Beltrán, C.O.; Torres, J.S. **Modelo para obtención de costos unitarios y simulación del proceso de manejo de residuos de cosecha de caña de azúcar con fines energéticos.** En: Congreso de la Asociación Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar, 6, Cali, 24-26 septiembre, 2003. Memorias. Cali, Tecnicaña, 2003. v.2, p.303-314.

Ángel Sánchez, J.C.; Avellaneda Barbosa, M.C.; Victoria Kafure, J.I.; Guzmán Romero, M.L. **Síndrome de la hoja amarilla de la caña de azúcar en variedades sembradas en Colombia.** En: Congreso de la Asociación Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar, 6, Cali, 24-26 septiembre, 2003. Memorias. Cali, Tecnicaña, 2003. v.1, p.181-189.

Auseche Rizo, C.M. Informe final del contrato de Estudiante en Práctica. **Estandarización de la técnica RT-PCR para la detección del virus del síndrome de la hoja amarilla (ScYLV) en insectos vectores.** Cali, Cenicaña, 2003. 23p.

Briceño Beltrán, C.O. **El bioetanol como oxigenante de la gasolina automotor: aún una expectativa en Colombia.** Cali, Cenicaña, 2003. 5 p. (Documento de trabajo, no.515)

Calero Salazar, L.M.; Moreno Gil, C.A.; Girón Romero, J. **Determinación del tamaño de muestra para estimar la materia extraña usando la sonda mecánica.** En: Congreso de la Asociación Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar, 6, Cali, 24-26 septiembre, 2003. Memorias. Cali, Tecnicaña, 2003. v.2, p.11-15.

Carbonell González, J.; Ortiz Uribe, B.V. **De la agricultura específica por sitio a la agricultura de precisión.** En: Congreso de la Asociación Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar, 6, Cali, 24-26 septiembre, 2003. Memorias. Cali, Tecnicaña, 2003. v.1, p.19-29.

Carbonell González, J.; Moreno Gil, C.A.; Cortés Betancourt, E. **El índice climático y su comportamiento en el valle del río Cauca.** En: Congreso de la Asociación Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar, 6, Cali, 24-26 septiembre, 2003. Memorias. Cali, Tecnicaña, 2003. v.1, p.421-431.

Carrillo J., A.L. **Informe de las actividades desarrolladas en el período 2002 al 2003 en el convenio Cenicaña-Monsanto, proyecto de labranza mínima.** Cali, Cenicaña, 2003. 41 p.

Castrillón, L.M. **Informes elaborados durante la pasantía realizada entre abril del 2002 y julio de 2003 en la institución, para el Programa de Fábrica.** Cali, Cenicaña, 2003. 62 p.

Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia. Cali. **Macroproyecto de caña verde. Cuarto Informe Técnico. Avances y resultados.** Contrato Colciencias-Cenicaña código: 2214-07-755-98. Cali, CENICAÑA, 2003. 207 p.

Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia. Cali. **Proyecto cogeneración industrial en el sector azucarero colombiano introduciendo y aplicando el enfoque ESCO. Seguimiento a los ingenios piloto (Manuelita, Mayagüez e Incauca) como unidades generadoras de energía eléctrica y vapor.** (Contrato GEF/ASOCAÑA. PNUD/COL/99 G41). Cali, Cenicaña, 2003. 5 unidades y disquete con hojas de cálculo utilizadas en la evaluación. CD-ROM.

Cortés Betancourt, E.; Carrillo Camacho, V.E.; Carbonell González, J.; Caicedo, J.; Anderson Acuña, E.; Osorio, C.A.; Ortiz Uribe, B.V.; Isaacs Echeverry, C.H. **Obtención y aplicación de la información generada por la Red Meteorológica Automatizada para la agricultura específica por sitio.** En: Congreso de la Asociación Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar, 6, Cali, 24-26 septiembre, 2003. Memorias. Cali, Tecnicaña, 2003. v.1, p.410-420.

Cruz Valderrama, R.; Torres, J.S. **Manejo del riego en campos con residuos de la cosecha.** Cali, Cenicaña, 2003. 7 p. (Serie Divulgativa, no.8)

Cruz Valderrama, R.; Posada Contreras, C.; Lemos, R.D.; Valdés, A. **Comparación entre politubulares y tuberías de PVC con compuertas para riego por surcos.** En: Congreso de la Asociación Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar, 6, Cali, 24-26 septiembre, 2003. Memorias. Cali, Tecnicaña, 2003. v.1, p.122-133.

Cruz Valderrama, R.; Álvarez, L.; Prada, M.A.; Sluga, L. **El riego por pulsos: un paso más hacia la reducción de los costos de riego en caña de azúcar.** En: Congreso de la Asociación Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar, 6, Cali, 24-26 septiembre, 2003. Memorias. Cali, Tecnicaña, 2003. v.1, p.134-142.

Gómez, A.L.; Peñaranda, C.E.; Ramírez, D.; Gordillo, D. **Determinación de los contenidos de materia extraña mineral en trenes de molienda.** En: Congreso de la Asociación Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar, 6, Cali, 24-26 septiembre 2003. Memorias. Cali, Tecnicaña, 2003. v.2, p.16-24.

Gómez, A.L.; Carvajal López, A.; Peñaranda, C.E.; Castrillón, L.M. **Metodologías alternas para la evaluación de la eficiencia de extracción por molinos.** En: Congreso de la Asociación Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar, 6, Cali, 24-26 septiembre 2003. Memorias. Cali, Tecnicaña, 2003. v.2, p.25-35.

Gómez, A.L.; Castrillón, L.M. **Análisis económico del desgaste producido en elementos intercambiables de picadoras y desfibradoras de caña.** En: Congreso de la Asociación Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar, 6, Cali, 24-26 septiembre, 2003. Memorias. Cali, Tecnicaña, 2003. v.2, p.98-113.

Gómez, A.L.; Peñaranda, C.E. **Aproximación al efecto del desgaste de maza en la extracción de un primer molino usando la teoría volumétrica australiana.** En: Congreso de la Asociación Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar, 6, Cali, 24-26 septiembre, 2003. Memorias. Cali, Tecnicaña, 2003. v.2, p.114-124.

Gómez, L.A.; Ramírez Quintero, D.; Lastra Borja, L.A. **Las crisopas: Una alternativa potencial para el control biológico del pulgón amarillo de la caña de azúcar.** En: Congreso de la Asociación Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar, 6, Cali, 24-26 septiembre, 2003. Memorias. Cali, Tecnicaña, 2003. v.1, p.166-173.

Gutiérrez, D.F.; Ángel Sánchez, J.C.; Guzmán Romero, M.L. Informe final del Contrato Estudiante en Práctica. **Determinación de otros posibles vectores y hospedantes del virus del síndrome de la hoja amarilla (ScYLV).** Cali, Cenicaña, 2003. 21 p.

Guzmán Romero, M.L.; Ángel Sánchez, J.C.; Rivas, A.C.; Arévalo Cardona, L.F.; Suárez Sarmiento, L. **Producción de hongos comestibles en residuos de caña de azúcar.** En: Congreso de la Asociación Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar, 6, Cali, 24-26 septiembre, 2003. Memorias. Cali, Tecnicaña, 2003. v.1, p.323-331.

Isaacs Echeverry, C.H.; Uribe Jaramillo, P.T.; Gutiérrez, J.Y. **Efectividad e impacto de fincas piloto en la adopción y uso de tecnología para el cultivo de la caña de azúcar.** En: Congreso de la Asociación Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar, 6, Cali, 24-26 septiembre, 2003. Memorias. Cali, Tecnicaña, 2003. v.1, p. 341-362.

Isaacs Echeverry, C.H.; Gaviria, D.A.; Uribe Jaramillo, P.T. **Principios e impacto de los grupos de transferencia de tecnología en el Ingenio Risaralda.** En: Congreso de la Asociación Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar, 6, Cali, 24-26 septiembre, 2003. Memorias. Cali, Tecnicaña, 2003. v.1, p.363-383.

Larrahondo, J.E. **Proyecto determinación y efectos de la materia extraña en el proceso agroindustrial de la caña de azúcar.** Primer Informe Técnico. Código 2214-07-12357 Colciencias-Cenicaña. Contrato 268-2002. Cali, Cenicaña, 2003. 18 p.

Osorio Córdoba, J. Informe final del contrato pasantía Joven Investigador. Convenio Colciencias-Cenicaña. **Caracterización de variedades de caña de azúcar por producción de residuos.** Cali, Cenicaña, 2003. 34 p.

Larrahondo, J.E. **Sugar losses from field to final products.** En: Simposio Internacional STAB-SUL Perdas de acúcares: do Campo ao produto final, 2, Aguas de Sao Pedro, 17-20 Marco, 2003. [Trabajos presentados]. Piracicaba, STAB, 2003. CD-ROM.

Larrahondo, J.E. **Determination of extraneous matter and its relationship to different harvesting system in the colombian sugar agro-industry.** En: Simposio Internacional STAB-SUL Perdas de Acúcares: do Campo ao produto final, 2, Aguas de Sao Pedro, 17-20 Marco, 2003. [Trabajos presentados]. Piracicaba, STAB, 2003. CD-ROM.

Larrahondo, J.E.; Victoria Kafure, J.I.; Briceño Beltrán, C.O. **Caracterización de variedades de caña de azúcar para la producción de azúcar y alcohol.** En: Congreso de la Asociación Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar, 6, Cali, 24-26 septiembre 2003. Memorias. Cali, Tecnicaña, 2003. v.2, p.42-48.

Moreno Gil, C.A.; Posada Contreras, C. **Impacto de la edad de cosecha de la caña de azúcar en el margen operacional del negocio agroindustrial.** En: Congreso de la Asociación Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar, 6, Cali, 24-26 septiembre, 2003. Memorias. Cali, Tecnicaña, 2003. v.2, p.315-332.

Ortiz Uribe, B.V. **La geoestadística como herramienta para analizar la variabilidad espacial de las propiedades del suelo.** En: Congreso de la Asociación Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar, 6, Cali, 24-26 septiembre, 2003. Memorias. Cali, Tecnicaña, 2003. v.1, p.67-80.

Osorio, C.A.; Ortiz Uribe, B.V.; Carbonell González, J.; Caicedo, J.; Anderson Acuña, E.; Isaacs Echeverry, C.H. **Sistema de información geográfica interactivo: componente esencial para el sistema de agricultura específica por sitio.** En: Congreso de la Asociación Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar, 6, Cali, 24-26 septiembre, 2003. Memorias. Cali, Tecnicaña, 2003. v.1, p.446-454.

Palma Zamora, A.E.; Posada Contreras, C. **Evaluación integral del desempeño para la toma de decisiones en el sector azucarero.** En: Congreso de la Asociación Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar, 6, Cali, 24-26 septiembre, 2003. Memorias. Cali, Tecnicaña, 2003. v.2, p.333-343.

Palma Zamora, A.E.; Posada Contreras, C. **Comportamiento comercial de la caña de azúcar cosechada en el valle del río Cauca y censo de variedades, 2002.** Cali, Cenicaña, 2003. 46 p. (Serie Informativa, no.20)

Pantoja, J.E.; Torres, J.S. **Susceptibilidad de los suelos a la compactación.** En: Congreso de la Asociación Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar, 6, Cali, 24-26 septiembre, 2003. Memorias. Cali, Tecnicaña, 2003. v.1, p.54-66.

Peña Quiñones, A.J.; Cortés Betancourt, E. **Incidencia de los fenómenos El Niño y La Niña sobre las condiciones climáticas en el valle del río Cauca.** En: Congreso de la Asociación Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar, 6, Cali, 24-26 septiembre, 2003. Memorias. Cali, Tecnicaña, 2003. v.1, p.432-445.

Posada Contreras, C.; Palma Zamora, A.E. **Hacia la estandarización de costos de producción en el sector azucarero.** En: Congreso de la Asociación Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar, 6, Cali, 24-26 septiembre, 2003. Memorias. Cali, Tecnicaña, 2003. v.2, p.249-259.

Quintero Durán, R. **Resultados preliminares y proyecciones acerca del uso de la vinaza en Colombia.** Cali, Cenicaña, 2003. 10 p. (Documento de Trabajo, no.517)

Quintero Durán, R**. Determinaciones indirectas de clorofila para recomendar nitrógeno.** En: Congreso de la Asociación Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar,6, Cali, 24-26 septiembre, 2003. Memorias. Cali, Tecnicaña, 2003. v.1, p.240-246.

Rangel Lema, M.P.; Gómez, L.A.; Tabares, E.; Lentini, Z.; Tohne, J.; Mirkov, E.; Victoria Kafure, J.I.; Ángel Sánchez, F. **Resistencia transgénica al síndrome de la hoja amarilla.** En: Congreso de la Asociación Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar, 6, Cali, 24-26 septiembre, 2003. Memorias. Cali, Tecnicaña, 2003. v.1, p.174-180.

Ranjel Jiménez, H.; Viveros Valens, C.A.; Amaya Estévez, A.; Gómez L., L.A.; Victoria Kafure, J.I.; Ángel Sánchez, J.C. **Catálogo de variedades. 2 ed.** Cali, Cenicaña, 2003. 81 p. (Serie Técnica, no.31)

Ranjel Jiménez, H.; Moreno Gil, C.A.; Viveros Valens, C.A.; Amaya Estévez, A. **Selección de variedades de caña de azúcar para ambientes específicos. Uso del modelo AMMI.** En: Congreso de la Asociación Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar, 6, Cali, 24-26 septiembre, 2003. Memorias. Cali, Tecnicaña, 2003. v.1, p.30-39.

Ranjel Jiménez, H.; Moreno Gil, C.A.; Torres, J.S.; Gómez, J.; Ortiz Uribe, B.V. **Agricultura de precisión para identificar la tolerancia de la caña de azúcar a sales y sodio.** En: Congreso de la Asociación Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar, 6, Cali, 24-26 septiembre, 2003. Memorias. Cali, Tecnicaña, 2003. v.1, p.40-53.

Riascos Arcos, J.J.; Ángel Sánchez, F. **Evaluación de la diversidad genética de variedades de caña de azúcar cultivadas en Colombia usando marcadores moleculares. Versión actualizada.** Cali, Cenicaña. 2003. 19 p.

Rivas M., J.S.; Rodríguez P., S.A.; Ortiz, J.J.; Vélez L., C.A.; Gómez, A.L. **Estudios de los factores que afectan la confiabilidad de los ejes de molinos de caña.** En: Congreso de la Asociación Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar, 6, Cali, 24-26 septiembre, 2003. Memorias. Cali, Tecnicaña, 2003. v.2, p.137-149.

Sánchez Arcos, C.F.; Larrahondo, J.E.; Briceño Beltrán, C.O.; Victoria Kafure, J.I. **Floculantes naturales para la clarificación de jugos en la producción de azúcar orgánica.** En: Congreso de la Asociación Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar, 6, Cali, 24-26 septiembre 2003. Memorias. Cali, Tecnicaña, 2003. v.2, p.36-48.

Suárez Sarmiento, L. Informe final del Contrato Estudiante en Práctica. **Degradación de residuos de caña de azúcar mediante el cultivo de hongos comestibles y de microorganismos celulolíticos.** Cali, Cenicaña, 2003. 33 p.

Torres, J.S.; Madriñán, C.A. **Requerimientos de equipos y mano de obra para la cosecha en verde.** En: Congreso de la Asociación Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar, 6, Cali, 24-26 septiembre, 2003. Memorias. Cali, Tecnicaña, 2003. v.1, p.81-93.

Torres, J.S.; Villegas T., F.; Durán, A. **Manejo del cultivo después de la cosecha en verde.** En: Congreso de la Asociación Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar, 6, Cali, 24-26 septiembre, 2003. Memorias. Cali, Tecnicaña, 2003. v.1, p.280-287.

Valderrama G., C.A.; Gómez, A.L.; Vélez L., C.A.; Ortiz, J.J. **Hacia un modelo de investigación en desgaste de elementos de máquina de preparación.** En: Congreso de la Asociación Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar, 6, Cali, 24-26 septiembre, 2003. Memorias. Cali, Tecnicaña, 2003. v.2, p.125-136.

Victoria Kafure, J.I.; Ranjel Jiménez, H.; Viveros Valens, C.A. **Variedades de caña de azúcar para las zonas agroecológicas del valle geográfico del río Cauca.** En: Congreso de la Asociación Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar, 6, Cali, 24-26 septiembre, 2003. Memorias. Cali, Tecnicaña, 2003. v.1, p.1-8.

Villegas T., F.; Arcila Arias, J. **Maduradores en caña de azúcar. Manual de procedimientos y normas para su aplicación.** Cali, Cenicaña, 2003. 65 p. (Serie Técnica, no.32)

Villegas T., F.; Torres, J.S.; Besosa Tirado, R. **Caracterización de nuevos productos maduradores para la caña de azúcar.** En: Congreso de la Asociación Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar, 6, Cali, 24-26 septiembre, 2003. Memorias. Cali, Tecnicaña, 2003. v.1, p.143-160.

Viveros Valens, C.A.; Cassalett Dávila, C.; Amaya Estévez, A.; Victoria Kafure, J.I.; Ranjel Jiménez, H.; Ángel Sánchez, J.C. **Selección de variedades con alto contenido de sacarosa y TCH. Análisis de 20 años de investigación en Cenicaña.** En: Congreso de la Asociación Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar, 6, Cali, 24-26 septiembre, 2003. Memorias. Cali, Tecnicaña, 2003. v.1, p.9-18.

II. Actividades de comunicación técnica y transferencia de tecnología, 2003*

Actividad, lugar y fecha	Tema	Asistentes – participantes
Variedades de caña de azúcar y semilleros		
Días de campo. Ingenio Providencia. Feb.23, abr.30	Variedades de caña de azúcar	75 cañicultores GTT Ingenio Providencia; 10 profesionales Ingenio y Cenicaña. Expositores: R. Besosa (Ingenio); H. Ranjel, J.C. Ángel, J.I. Victoria (Cenicaña)
Día de campo y reunión Comité de Variedades. Ingenio Manuelita. Mar.6	Evaluación de variedades para cosecha mecanizada	35 profesionales (Comité de variedades, técnicos de ingenios y proveedores de caña) Coordinadores: Ingenio Manuelita; Cenicaña (J.I. Victoria)
Día de campo y reunión Comité de Variedades. Ingenio Mayagüez. Abr.3	Cosecha de prueba regional de variedades de la serie 92.	35 profesionales (Comité de variedades, técnicos de ingenios y proveedores de caña) Coord.: Ingenio Mayagüez; Cenicaña (C.A. Viveros)
Conferencia. VII Sugarcane Breading Workshop. International Society of Sugar Cane Technologists (ISSCT). Durban, Sudáfrica. May.4–9	Variety selection for specific environment using the principal component of AMMI model.	Asistentes al Workshop. Conferenciante: H. Ranjel
Día de campo. Ingenio Sancarlos. Jun.12	Desarrollo de variedades para las condiciones del Ingenio Sancarlos.	51 técnicos de ingenios y proveedores de caña Coord.: Ingenio Sancarlos; Cenicaña (C.A. Viveros)
Conferencias. VIII Congreso de la Asociación Colombiana de Fitomejoramiento y Protección de Cultivos. Bogotá, Colombia. Jul.2–5	- Selección de variedades de caña de azúcar para ambientes específicos. Uso del modelo AMMI. - Selección de variedades con alto contenido de sacarosa y TCH: análisis de 20 años de investigación en Cenicaña. - Cinética del deterioro de la caña - Potencial de variedades de caña para la producción de etanol	Asistentes al Congreso. Conf.: H. Ranjel, C.A. Viveros, J.E. Larrahondo
Conferencia. Ingenio Risaralda. Ago.27	Variedades para las nuevas zonas agroecológicas definidas a partir de estudios detallados de suelos	Cañicultores GTT Ingenio Risaralda. Conf.: C.H. Isaacs
Día de campo y conferencia. Ingenio Pichichí. Sep.5	- Prueba regional de variedades de la serie 92 - Metodología y resultados del experimento sobre paquete tecnológico en el Ingenio Providencia con la variedad CC 85-505.	90 técnicos de ingenios y proveedores de caña. Coord.: Ingenio Pichichí; Cenicaña (C.A. Viveros) Conf.: C.A. Viveros; C.A. Moreno
Días de campo. Ingenio Manuelita. Nov.13, 19 y 27	Variedades de caña de azúcar y selección de semilleros libres de patógenos	57 cañicultores GTT Ingenio Manuelita; 11 profesionales Ingenio y Cenicaña. Exp.: J. Gómez (Ingenio); H. Ranjel, J.C. Ángel, M.L. Guzmán (Cenicaña)
Días de campo. Ingenio Central Castilla. Nov.17, 18 y 25	Variedades de caña de azúcar y selección de semilleros libres de patógenos	48 cañicultores GTT Ingenio Central Castilla; 7 profesionales Ingenio y Cenicaña. Exp.: O. Ochoa, O. López, J.E. Castro (cañicultores); L.E. Cuervo (Ingenio); C.A. Viveros, J.C. Ángel (Cenicaña)
Biotecnología		
Conferencia. IV Sugarcane Molecular Biology Workshop. International Society of Sugar Cane Technologistis (ISSCT). Montpellier, Francia. Abr.7–11	Transgenic plants of CC 84–75 resistant to yellow leaf syndrome	Asistentes al Workshop. Confer.: F. Ángel

* Los títulos de las conferencias presentadas por Cenicaña en el VI Congreso Colombiano de la Asociación de Técnicos de la Caña de Azúcar (Cali, Colombia, sep.24–26. Tecnicaña) y publicadas en las memorias del evento se presentan en el Anexo I, páginas 80-82.

Actividad, lugar y fecha	Tema	Asistentes – participantes
BIOTECNOLOGÍA		
Conferencia. VII Sugarcane Breading Workshop. International Society of Sugar Cane Technologists (ISSCT). Durban, Sudáfrica. May.4–9	Working on biotechnology at Cenicaña	Asistentes al Workshop. Conferenciante: H. Ranjel
Conferencia. III Encuentro Internacional sobre Transgénicos. Bogotá, Colombia. Oct.30–31.	Investigación aplicada y biotecnología en el cultivo de la caña de azúcar	Asistentes al Encuentro. Conf.: F. Ángel
SANIDAD VEGETAL: PATOLOGÍA Y ENTOMOLOGÍA		
Días de campo. Ingenio Risaralda. Feb.4 y 18	Reconocimiento y manejo integrado de plagas	44 cañicultores GTT Ingenio Risaralda; 9 profesionales Ingenio y Cenicaña. Expositores: R. Usaga (cañicultor); F. Vázquez (Ingenio); J.R. Cruz, L.A Gómez (Cenicaña)
Días de campo. Ingenio Risaralda. Mar.4 y 8	Reconocimiento y manejo integrado de enfermedades	41 cañicultores GTT Ingenio Risaralda; 9 profesionales Ingenio y Cenicaña. Expositores: G. Grajales, C.E. Arango (cañicultores); F. Vázquez (Ingenio); J.C. Ángel (Cenicaña)
Reunión técnica. Abr.4	Patología caña	Representantes de centros de investigación de Colombia. Coord.: J.C. Ángel; M.L. Guzmán
Entrenamiento. Estación Experimental Cenicaña. May.8	Diagnóstico de enfermedades en caña de azúcar	Estudiante de maestría en Fitopatología de la Universidad de Caldas. Entrenadores: M.L. Guzmán; J.C. Ángel
Conferencias. VII Sugarcane Pathology Workshop. International Society of Sugar Cane Technologists (ISSCT). Baton Rouge, Estados Unidos. May.11–16	- Resistance of different varieties of sugarcane to the virus that causes the yellow leaf syndrome - Transgenic plants of CC 84-75 resistant to the virus associated whit sugarcane yellow leaf syndrome - Yield effect caused by the virus associated to sugarcane the yellow leaf syndrome on commercial fields in the Colombian sugar industry	Asistentes al Workshop. Conf.: J.I. Victoria
Conferencias. XXIV Congreso de la Asociación Colombiana de Fitopatología y Ciencias Afines (Ascolfi). Armenia, Colombia. Jun. 25–27	- Detección simultánea de los virus de la enfermedad de Fiji (FDV), mosaico de la caña (ScMV) y síndrome de la hoja amarilla (ScYLV) en variedades de caña de azúcar mediante RT-PCR múltiple - Evaluación de la resistencia al virus del síndrome de la hoja amarilla en plantas transformadas de caña de azúcar	Asistentes al Congreso. Conf.: M. Cadavid; L. Gómez; M.L. Guzmán; J.C. Ángel
Conferencia. Simposio Internacional sobre Genómica de Microorganismos y Vectores del Trópico. Universidad Militar Nueva Granada. Bogotá, Colombia. Ago.13–16	Síndrome de la hoja amarilla en la caña de azúcar en Colombia	Asistentes al Simposio. Conf.: F. Ángel
Entrenamiento. Estación Experimental Cenicaña. Sep.29–30	Uso de técnicas moleculares para el diagnóstico de patógenos en caña de azúcar	Fitopatólogo del Centro Nacional de Investigaciones y Desarrollo de la Caña de Azúcar de Ecuador (Cincae). Entr.: J.C. Ángel
Conferencias. Ingenio Risaralda. Nov.11	Poblaciones de *Diatraea* en el Ingenio Risaralda *Diatraea* y su daño económico	46 cañicultores GTT Ingenio Risaralda; 6 profesionales Ingenio y Cenicaña. Exp.: F. Vázquez, A. Vasco (Ingenio); L.A. Gómez (Cenicaña)
CULTIVO DE HONGOS COMESTIBLES		
Conferencia. Ingenio Risaralda. Abr.8	Cultivo de hongos comestibles sobre residuos de caña	46 cañicultores GTT Ingenio Risaralda; 13 profesionales Ingenio y Cenicaña. Conf.: M.L. Guzmán
Entrenamiento. Estación Experimental Cenicaña. Jun.3	Cultivo de hongos comestibles	Funcionarios de la Alcaldía de Balboa, Risaralda. Entr.: M.L. Guzmán

Actividad, lugar y fecha	Tema	Asistentes – participantes
Cultivo de hongos comestibles		
Conferencia. XXIV Congreso de la Asociación Colombiana de Fitopatología y Ciencias Afines (Ascolfi). Armenia, Colombia. Jun. 25–27	Cultivo de hongos comestibles	Asistentes al Congreso. Conf.: M.L. Guzmán
Cosecha, manejo de residuos y labores de cultivo		
Días de campo. Ingenio Manuelita. Mar.13, 20 y 27	Cosecha	50 cañicultores GTT Ingenio Manuelita; 14 profesionales Ingenio y Cenicaña. Exp.: J.A. Vallejo, J.M. Botero, J. Borrero (cañicultores); J.M. Pinzón, D. Galvis, C.E. Osorio (Ingenio); J.R. Cruz (Cenicaña)
Días de campo. Ingenio Manuelita. May.15, 22 y 29	Manejo de residuos de la cosecha en verde y labores de cultivo para el levantamiento de las cepas	50 cañicultores GTT Ingenio Manuelita; 11 profesionales Ingenio y Cenicaña. Exp.: J. Jaramillo, V. Echeverri, J.F. Puccil (cañicultores); L. Sluga, A. García, M. Prada (Ingenio); J. Torres (Cenicaña)
Días de campo. Ingenio Risaralda. May.16 y 20	Labores manuales del cultivo de la caña de azúcar	49 cañicultores GTT Ingenio Risaralda; 9 profesionales Ingenio y Cenicaña. Exp.: L.E. Emura, S. Fernández (cañicultores); M. Flórez, J.J. Uribe (Ingenio)
Días de campo. Ingenio Providencia. Jun.4, 11 y 25	Manejo de residuos de la cosecha en verde y labores de cultivo para el levantamiento de las cepas	73 cañicultores GTT Ingenio Providencia; 12 profesionales Ingenio y Cenicaña. Exp.: M. Lince, G. Rebolledo, C. Echeverry (cañicultores); J. Olarte, L. Cardona, A. Tobar (ingenio); J. Torres (Cenicaña)
Días de campo. Ingenio Risaralda. Jun.17	Labores mecánicas del cultivo de la caña de azúcar	43 cañicultores GTT Ingenio Risaralda; 10 profesionales Ingenio y Cenicaña. Exp.: G. Durán (cañicultor); A. Villegas (Ingenio); J.R. Cruz (Cenicaña)
Días de campo. Ingenio Mayagüez. Nov.12, 19 y 26	Manejo de residuos de la cosecha en verde y labores de cultivo para el levantamiento de las cepas	50 cañicultores GTT Ingenio Mayagüez; 13 profesionales Ingenio y Cenicaña. Exp.: A.C. Vega, O. Ochoa, O. Meza (cañicultores); J. Pantoja (Ingenio); J. Torres (Cenicaña)
Manejo de aguas		
Días de campo. Ingenio Manuelita. Ene.16, 23 y 30	Manejo de aguas	48 cañicultores GTT Ingenio Manuelita; 10 profesionales Ingenio y Cenicaña. Exp.: G. Cadena, J.C. Osorio, F. Lourido, R. Villegas (cañicultores); L. Sluga, A.A. García, M. Prada (Ingenio); J.R. Cruz (Cenicaña)
Días de campo. Ingenio Providencia. Feb.5, 19 y 26	Manejo de aguas	72 cañicultores GTT Ingenio Providencia; 11 profesionales Ingenio y Cenicaña. Exp.: C. Nishi, S. Durán, L.F. Carvajal (cañicultores); J.R. Rojas, L. Martínez (Ingenio); J.R. Cruz (Cenicaña)
Días de campo. Ingenio Mayagüez. Sep.10, 17 y 24	Manejo de aguas	63 cañicultores GTT Ingenio Mayagüez; 8 profesionales Ingenio y Cenicaña. Exp.: L.F. Carvajal, J. Borrero, G.M. López (cañicultores); G. Medina (Ingenio); J.R. Cruz (Cenicaña)
Lanzamiento y conferencia. Ingenio Risaralda. Abr.8	- Software Balance Hídrico v3.0 - Evaluación impacto económico del balance hídrico en cultivos de proveedores de caña	46 cañicultores GTT del Ingenio Risaralda; 13 profesionales Ingenio Manuelita y Cenicaña. Exp.: J.R. Cruz;,J.H. Caicedo, C. Posada (Cenicaña)
Agricultura de precisión		
Curso. Cenicaña. Abr.7–11	Introducción al análisis espacial de recursos, con énfasis en suelos como un componente de la agricultura de precisión	24 técnicos de ingenios y Cenicaña. Conf.: F. Ovalles Coord.: B.V. Ortiz; J. Carbonell

Actividad, lugar y fecha	Tema	Asistentes – participantes
Maduración de la caña		
Días de campo. Ingenio Manuelita. Sep.11 y 18; oct.2	Maduración de la caña de azúcar y uso de maduradores	34 cañicultores GTT Ingenio Manuelita; 15 profesionales Ingenio y Cenicaña. Exp.: C.E. Osorio (Ingenio); J. Torres (Cenicaña)
Días de campo. Ingenio Providencia. Oct. 8; nov.5 y 12	Maduración de la caña de azúcar y uso de maduradores	62 cañicultores GTT Ingenio Providencia; 14 profesionales Ingenio y Cenicaña. Exp.: F. Gaviria (Ingenio); J. Torres, A. Durán (Cenicaña)
Nutrición y fertilización		
Días de campo. Ingenio Manuelita. Jul.10; ago.5 y 12	Fertilización y nutrición	49 cañicultores GTT Ingenio Manuelita; 8 profesionales Ingenio y Cenicaña. Exp.: R. Villegas, J.L. López, O. Ochoa (cañicultores); J. Gómez, J.P. Raigosa (Ingenio); R. Quintero (Cenicaña)
Días de campo. Ingenio Providencia. Ago.13, 20 y 27	Fertilización y nutrición	69 cañicultores GTT Ingenio Providencia; 13 profesionales Ingenio y Cenicaña. Exp.: J. Barona, J. Dorronsoro, J.M. Botero, V. Borrero (cañicultores); R. Besosa, C. Penagos (Ingenio); R. Quintero (Cenicaña)
Zonificación agroecológica – Estudio de suelos		
Reuniones técnicas. Ingenios Pichichí y Manuelita, jul.28; Central Castilla, jul.29	Presentación de los objetivos, alcances, metodología, productos a entregar y apoyo por parte de los ingenios al trabajo del IGAC en el estudio del levantamiento detallado de suelos	Directivos y técnicos de ingenios. Confer.: N. Ordóñez; M. Garzón; A. Cortes; J. Carbonell
Conferencia. Ingenio Risaralda. Jul.29	Zonificación agroecológica según el estudio detallado de suelos	33 cañicultores GTT Ingenio Risaralda; 9 profesionales Ingenio y Cenicaña. Exp.: R. Quintero, B. Ortiz (Cenicaña); A. García (contratista levantamiento detallado suelos)
Conferencias. Ingenio Central Castilla, mar.8, jul.25. Ingenio Mayagüez, ago.21	Presentación de proyecto sectorial para la realización de estudios detallados de suelos en toda el área de influencia del cultivo	Directivos, técnicos y proveedores de caña de ingenios Confer.: J. Carbonell
Sistemas de información geográfica		
Reunión técnica. Estación Experimental Cenicaña. Feb.7	Presentación de trabajos ejecutados, proyecciones y posibles áreas de investigación con interés común	Cenipalma, Cenibanano, Ceniacua, Cenicafé, Cevipapa, Ciat, Cenicaña Coord.: J.H. Cock (Ciat); J. Carbonell (Cenicaña)
Conferencia. Cenipalma. Bogotá, Colombia. Mar.11	Uso del SIG en el sector azucarero	Junta directiva de Cenipalma Confer.: J. Carbonell
Reuniones técnicas. Estación Experimental Cenicaña	Temas varios relacionados con SIG	Grupo de SIG del sector azucarero. Coord.: J. Carbonell; B. V. Ortiz
Estadística y economía		
Reuniones técnicas. Cenicaña, Asocaña. Mar.26; abr.25; may.22; jun.25; jul.28; ago.29; oct.29	Matriz de costos de cosecha y análisis comparativo de cifras	Grupo de trabajo. Coord.: N. Pérez; A. Palma; C. Posada
Reuniones técnicas. Cenicaña, Asocaña. Abr.28; may.29; jul.7; ago.14; oct.30	Matriz de costos de fábrica y análisis comparativo de cifras	Grupo de trabajo. Coord.: N. Pérez; A. Palma; C. Posada
Reuniones técnicas. Cenicaña, Asocaña. May.21; jun.11; jul.2, 30; ago.26; oct.14; nov.11	Matriz de costos de campo y análisis comparativo de cifras	Grupo de trabajo. Coord.: N. Pérez; A. Palma; C. Posada
Reuniones técnicas. Cenicaña. Ago.21; sep.4, 18; oct.1	Evaluación de programas de costos usados actualmente por los proveedores de caña	Proveedores de caña. Coord.: N. Pérez; A. Palma; C. Posada
Reuniones técnicas. Cenicaña, Asocaña. Sep.16; oct.2	Matriz de costos de maquinaria agrícola y análisis comparativo de cifras	Grupo de trabajo. Coord.: C. Posada
Reuniones técnicas. Ingenios Castilla y Riopaila, oct.7; Incauca, oct.21; Manuelita, nov.14	Estandarización de costos de producción de campo, cosecha y fábrica	Directivos, técnicos y personal operativo de ingenios Coord.: N. Pérez; C. Posada

Actividad, lugar y fecha	Tema	Asistentes – participantes
Aplicaciones de tecnología informática		
Lanzamiento. Cenicaña. Abr.24	Balance hídrico v.3.0	100 directivos y técnicos de ingenios y proveedores de caña. Coord: C.H. Isaacs Conf.: J.R. Cruz; J.H. Caicedo; C.H. Isaacs
Capacitación. Cenicaña. Abr.-dic.	Balance hídrico v.3.0	200 técnicos de ingenios y proveedores de caña. Capac.: J.Y. Gutiérrez; J.R. Cruz; J.H. Caicedo
Medio ambiente		
Reuniones técnicas. Ingenios Central Castilla, ago.14; Riopaila, ago.22; Sancarlos, sep.23; Providencia, oct.29	Diagnóstico de la residualidad de agroquímicos más utilizados por la industria azucarera	Técnicos de campo de los ingenios. Coord: L.M. Calero
Presentación. Asocaña. Ago.15	Avances del proyecto sobre residualidad de agroquímicos	Miembros Comité de Campo. Expositor: L.M. Calero
Reunión técnica. Cenicaña. Mar.4	Efecto del lavado de caña en la preparación	Técnicos Ingenio Riopaila. Coord.: C.O. Briceño
Reuniones técnicas. Cenicaña. Mar.28; abr.28, 29; jun.4; ago.5; sep.1, 8, 22; oct.22	Diagnóstico comparativo de los sistemas de limpieza de caña en patios	Técnicos Ingenio Providencia. Coord.: L.M. Calero; C.A. Moreno
Reuniones técnicas. Cenicaña. May.20; jun.10, 18	Términos de referencia del estudio de impacto ambiental de las aplicaciones sucesivas de vinaza al suelo	Técnicos Asocaña, Sucromiles, Cenicaña. Coord.: C.X. Calero
Reuniones técnicas. Cenicaña. Jul.21, 24; ago.1, 22, 25; sep.10, 16, 22	Estudio de impacto ambiental de las aplicaciones sucesivas de vinaza al suelo	Técnicos Asocaña, Ingenio Manuelita, Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca (CVC) y Cenicaña. Coord.: L.M. Calero
Reducción de pérdidas de sacarosa en fábrica		
Conferencia. XXII Congreso Colombiano de Ingeniería Química. Bucaramanga, Santander. Ago.13–15	Impacto de la reducción de pérdidas de sacarosa en el proceso agroindustrial de la caña de azúcar	Asistentes al Congreso. Conf.: J. Larrahondo
Procesos analíticos – Estandarización de mediciones en fábrica		
Reuniones técnicas. Cenicaña. Feb.21; mar.20; abr.24; jul.30; sep.18; oct.30	Estandarización de los sistemas de medición en ingenios azucareros	Grupo de trabajo. Coord.: L.M. Calero
Reuniones técnicas. Cenicaña. Abr.10; may.15; ago.15	Metodologías alternas para análisis de sacarosa en mieles	Grupo de trabajo. Coord.: L.M. Calero
Reunión técnica. Cenicaña. Mar.11	Análisis de indicadores de fábrica: pérdidas indeterminadas, Ingenio Manuelita	Técnicos Ingenio Manuelita y Cenicaña. Coord.: L.M. Calero
Asistencia técnica. Ingenio Carmelita. Jun.5	Evaluación de preparación y extracción del tándem de molinos. Seguimiento de sacarosa entre campo y fábrica.	Técnicos Ingenio Carmelita. Coord.: C.O. Briceño
Reunión técnica y conferencia. Cenicaña. Jul.9	Balance de color	Técnicos de fábrica de ingenios y Cenicaña. Conf.: N.J. Gil Coord.: C.O. Briceño
Asistencia técnica. Ingenio La Cabaña. Oct.16	Seguimiento de la clarificación y pérdidas asociadas.	Técnicos Ingenio La Cabaña. Coord.: C.O. Briceño
Alcohol		
Reuniones técnicas. Feb.25, mar.31, abr.24, may.26, jun.10, 12 y 20	Alcohol carburante	Grupo de trabajo en alcohol carburante
Conferencia. Workshop. International Society of Sugar CAne Techonologistis (ISSCT). Brasil. Jul.12-25	El bioetanol como oxigenante de la gasolina automotor: aún una expectativa en Colombia	Asistentes al Workshop. Conf.: C.O. Briceño
Seminario-taller. Producción de etanol. Sena–Asocaña. Palmira, Valle del Cauca (Sucromiles). Oct. 6–10	Producción de etanol	Asistentes al Seminario. Coord.: C.O. Briceño

Actividad, lugar y fecha	Tema	Asistentes – participantes
MATERIA EXTRAÑA		
Conferencias y mesa redonda. Foro Materia extraña: su impacto y control en el proceso de la caña de azúcar. Cenicaña. Ene.22	- Control integral de proceso en la producción de sacarosa (O. Ospina) - Calidad de la materia prima: seguimiento de la maduración (J. Arcila) - Departamento de control de calidad. Evaluación de materia extraña (G. Jiménez) - Sonda mecánica para muestreo de caña (T. Calderón; A. Villegas) - Experiencias Ingenio Sancarlos (C. Fernández) - Pérdidas de sacarosa entre cosecha y molienda: tiempo de permanencia; materia extraña (J. Larrahondo) - Materia extraña: estado actual en el sector (J. Larrahondo) - Estación de limpieza en seco (J. Girón) - Calidad en el corte de caña en el Ingenio Providencia (F. Gaviria) - Evaluación de la materia extraña (F. Figueroa; J. Rincón; L.M. Calero; C.A. Moreno) - Impacto de la reducción de pérdidas de sacarosa entre cosecha y molienda (E. Osorio) - Mesa redonda: metodologías de determinación de materia extraña en la industria azucarera colombiana.	60 técnicos de ingenios y proveedores de caña. Coord.: J. Larrahondo.
Reuniones técnicas. Estación experimental Cenicaña. Feb.12, jun.11	Unificación de criterios de evaluación de la materia extraña	Grupo de trabajo integrado por 15 técnicos de los ingenios. Coord.: J. E. Larrahondo
Conferencia. II Simposio Internacional de la Sociedad de Técnicos Azucareros y Alcoholeros de Brasil (STAB). Aguas de San Pedro, Brasil. Mar.17–21	Pérdidas de sacarosa entre corte–molienda. Impacto de la materia extraña	Asistentes al Simposio Conf.: J.E. Larrahondo
Reunión técnica y conferencia. Cenicaña. Mar.25 y 26	- Reunión y discusión de la oferta de investigación sobre materia extraña. - Efectos de la materia extraña en el color de los jugos	Técnicos de fábrica de ingenios y Cenicaña. Conf.: M. Saska; C.A. Moreno Coord.: C.O. Briceño
Reuniones técnicas. Cenicaña. Abr.25–20, may.28, sep.4	Análisis comparativo de los sistemas de cosecha (manual verde limpio y mecanizada) y sus efectos sobre la materia extraña	Técnicos de fábrica de ingenios y Cenicaña. Coord.: J. Larrahondo
AZÚCAR Y NUTRICIÓN		
Conferencia. Reunión anual de la World Sugar Research Organization (WSRO). Londres, Inglaterra. Oct.20–23	Tendencias alimentarias en Colombia y estudios de dietas mixtas de azúcares y lípidos	Investigadores internacionales. Comunidad Económica Europea y países asiáticos. Conf.: J.E. Larrahondo
Conferencia. VI Congreso del Occidente en Seguridad, Salud y Ambiente. Cali, Colombia. Oct.29–31	Tendencias alimentarias en Colombia y su relación con la salud ocupacional.	Profesionales de la salud y de áreas afines en seguridad industrial. Conf.: J.E. Larrahondo
AGROINDUSTRIA AZUCARERA		
Conferencia. Congreso Nacional de Ingeniería Química. Bucaramanga, Santander. Ago.11–16	El sector azucarero: factor dinámico de la región y el país	Asistentes al Congreso Conf.: C.O. Briceño
REUNIÓN BIENAL: AVANCES DE INVESTIGACIÓN		
Conferencias. Ingenio La Cabaña, may.16; Providencia e Incauca, may.3; Mayagüez, jun.26; Central Castilla, jul.15; Pichichí, jul.24; Manuelita, ago.28; Riopaila, ago.29; Carmelita, sep.17; Sancarlos, oct.1, Risaralda, oct.17	Temas varios.	Personal administrativo y técnico de los ingenios. Conf.: investigadores de Cenicaña y técnicos de los ingenios. Coord.: C.H. Isaacs

III. Atención de estudiantes, investigadores, técnicos y productores agropecuarios en la Estación Experimental, 2003

Fecha	Organización y Número de visitantes	Tema (responsable)
Ene. 8	Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de "The Fiji Sugar Corporation Ltd". Gerente de Investigación.	Programa de variedades de Cenicaña (H. Ranjel)
Ene. 14–16	Centro de Investigación en Palma de Aceite (CENIPALMA). Equipo del programa de transferencia de tecnología. Cuatro profesionales.	Estudio del cliente de la tecnología de Cenicaña : censo, tipificación, caracterización y seguimiento. Fincas piloto. Grupos de transferencia de tecnología (C.H. Isaacs; J.Y. Gutiérrez; P.T. Uribe).
Ene. 30	Universidad Nacional de Colombia. Medellín, Antioquia. Facultad de Ciencias Agropecuarias, programas de pregrado en Ingeniería Agronómica y posgrado en Biotecnología. 15 estudiantes y un profesor.	- Aplicaciones de biotecnología en el mejoramiento de la caña de azúcar (F. Ángel) - Uso y manejo de invernaderos (C.A. Viveros)
Feb. 19	Universidad Nacional de Colombia. Medellín, Antioquia. Facultad de Ciencias Agropecuarias, programa de pregrado en Ingeniería Agronómica. 20 estudiantes y un profesor.	Sanidad vegetal en caña de azúcar (J.C. Ángel; M.L. Guzmán)
Mar. 7	Instituto Nacional de Investigaciones de la Caña de Azúcar (INICA). Cuba. Dos investigadores.	- Programa de Variedades (J.I. Victoria) - Colección de variedades; caracterización de germoplasma; cruzamientos; selección zona semiseca (C.A. Viveros) - Selección zonas húmedas y piedemonte (H. Ranjel) - Biotecnología (F. Ángel) - Entomología (L.A. Gómez) - Patología y semilleros (M.L. Guzmán)
Mar. 20	Secretaría de Desarrollo Agropecuario y Fomento Económico del Departamento del Cauca. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Popayán, Cauca. Programa de desarrollo campesino para reactivación de producción de caña panelera en 12 municipios del departamento del Cauca. Ocho técnicos y directivos del programa.	- Selección y comportamiento de variedades de caña de azúcar en zona de piedemonte (H. Ranjel) - Manejo de semilleros (J.C. Ángel)
Mar. 20 y 27	Universidad Nacional de Colombia. Palmira, Valle del Cauca. Facultad de Ciencias Agropecuarias, programa de pregrado en Ingeniería Agronómica. 20 estudiantes y dos profesores.	- Mejoramiento genético de variedades (C.A. Viveros) - Manejo de semilleros (M.L. Guzmán) - Fitopatología (J.C. Ángel) - Manejo de aguas (J.R. Cruz)
Abr. 7	Universidad EAFIT. Medellín, Antioquia. Escuela de Ingeniería, programa de pregrado en Ingeniería de Procesos. 15 estudiantes y dos profesores.	Proyectos de investigación del Programa de Procesos de Fábrica de Cenicaña (J.E. Larrahondo)
Abr. 21	Universidad Nacional de Colombia. Palmira, Valle del Cauca. Facultad de Ciencias Agropecuarias, programa de pregrado en Ingeniería Agronómica. 16 estudiantes y un profesor.	Enfermedades de la caña de azúcar (J.C. Ángel; M.L. Guzmán)
May. 2	Universidad Nacional de Colombia. Palmira, Valle del Cauca. Facultad de Ciencias Agropecuarias, programa de pregrado en Ingeniería Agronómica. 14 estudiantes y un profesor.	- Enfermedades de la caña de azúcar (J.C. Ángel; M.L. Guzmán)) - Climatología y meteorología (E. Cortés)
May. 2	Universidad Tecnológica de Pereira. Pereira, Risaralda. Facultad de Tecnología, Escuela de Química, programa de tecnología en Química. 30 estudiantes y un profesor.	Aplicaciones de la química y la tecnología química en investigaciones y procesos productivos de la industria azucarera. Visita al laboratorio (L.M. Calero)
May. 7	Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Sogamoso, Boyacá. Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas, programa de pregrado en Contaduría Pública. 45 estudiantes y un profesor.	Aspectos contables de la investigación (N. Pérez) Criterios económicos en la definición de un plan contable (C. Posada)
May. 8	Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Cundinamarca. Facultad de Ciencias Agropecuarias, programas de pregrado en Ingeniería Agronómica e Ingeniería Agrícola. 15 estudiantes y un profesor.	- Programa de selección de variedades (C.A. Viveros) - Diseño de campo y manejo de aguas ((J.R. Cruz) - Maduración de la caña (A. Durán) - Labranza reducida (A.L. Carrillo)

Fecha	Organización y Número de visitantes	Tema (responsable)
May. 20	Universidad de la Amazonia. Florencia, Caquetá. Facultad de Ingeniería, programa de pregrado en Ingeniería Agroecológica. 26 estudiantes y un profesor.	- Enfermedades de la caña de azúcar (J.C. Ángel; M.L. Guzmán) - Plagas de la caña (L.A. Gómez)
May. 20	Universidad Francisco de Paula Santander. San José de Cúcuta, Norte de Santander. Facultad de Ciencias Agrarias y del Ambiente, programa de pregrado en Ingeniería de Producción Biotecnológica. 23 estudiantes y un profesor.	Aplicaciones de biotecnología en caña de azúcar (F. Ángel)
May. 28	Universidad de Caldas. Manizales, Caldas. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Departamento de Sistemas de Producción, programa de pregrado en Ingeniería Agronómica. 25 estudiantes y un profesor.	Enfermedades de la caña de azúcar (J.C. Ángel; M.L. Guzmán)
Jun. 2	Asociación de Cañicultores y Paneleros del Municipio de Mocoa (ASCÁPAM). Asociación de Paneleros de Rumiyaco (ASPAR). Beneficiarios de proyecto de capacitación del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural–Pronatta. San Miguel de Ágreda de Mocoa, Putumayo. 25 pequeños productores.	Investigaciones en agronomía y variedades de caña (P.T. Uribe)
Jun. 4	Universidad de Cundinamarca. Bogotá, Cundinamarca. Programa de pregrado en Ingeniería Agronómica. 36 estudiantes y un profesor.	- Agroecología, suelos y fertilización de la caña de azúcar (R. Quintero) - Manejo de aguas (J.R. Cruz)
Jun. 4	Universidad Nacional de Colombia. Palmira, Valle del Cauca. Programas de pregrado en Ingeniería Agrícola e Ingeniería Ambiental y maestría en Suelos. 20 estudiantes y un profesor.	- Manejo de aguas y mecanización agrícola en caña (J.R. Cruz) - Empleo de sistemas de información geográfica en la industria azucarera (B.V. Ortiz)
Jun. 9	Universidad de los Llanos. Villavicencio, Meta. Facultad de Ciencias Agropecuarias, programa de pregrado en Ingeniería Agronómica. 27 estudiantes y dos profesores.	- Selección y mejoramiento (C.A. Viveros) - Manejo sanitario del cultivo (J.C. Ángel; M.L. Guzmán)
Jun. 11	Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Cundinamarca. Facultad de Ciencias Agropecuarias, programas de pregrado en Ingeniería Agronómica e Ingeniería Agrícola. 28 estudiantes y un profesor.	- Selección de variedades de caña de azúcar (C.A. Viveros) - Proyectos de biotecnología en Cenicaña (P. Rangel; C. Avellaneda)
Jun. 12	Universidad Nacional de Colombia. Palmira, Valle del Cauca. Facultad de Ciencias Agropecuarias, programa de pregrado en Ingeniería Agrícola. 42 estudiantes y un profesor.	- Empleo de sistemas de información geográfica en la agroindustria azucarera (B.V. Ortiz) - Ingeniería agrícola y administración de estaciones experimentales (J. Carbonell)
Ago. 1	Universidad de Caldas. Manizales, Caldas. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Departamento de Sistemas de Producción, programa de pregrado en Ingeniería Agronómica. 30 estudiantes y un profesor.	Programa de selección y mejoramiento de variedades de caña (H. Ranjel)
Ago. 5	Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga, Santander. Programa de pregado en Ingeniería Química. 25 estudiantes y un profesor.	Proceso de elaboración de azúcar (L.M. Calero)
Ago. 12	Universidad Nacional de Colombia. Medellín, Antioquia. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Un profesor honorario, curso Procesos Agrícolas.	- Programa de mejoramiento varietal (C.A. Viveros) - Sanidad vegetal (M.L. Guzmán) - Fertilización (R. Quintero) - Manejo de aguas (J.R. Cruz)
Ago. 15	Organización Zonal Indígena (OZIP) y Unión Temporal CECOIN–CORFAS. San Miguel de Ágreda de Mocoa, Putumayo. Programa “Raíz por raíz: sustitución de cultivos ilícitos de coca en el departamento de Putumayo”. 40 líderes indígenas de siete etnias indígenas originarias o con asentamiento en el Putumayo y cinco profesionales no indígenas.	Información general sobre el cultivo de la caña de azúcar y sobre las áreas de intervención de Cenicaña (C.H. Isaacs)
Ago. 28	Universidad Nacional de Colombia. Medellín, Antioquia. Facultad de Ciencias Agropecuarias, programas de pregrado en Ingeniería Agronómica y posgrado en Biotecnología. 10 estudiantes y dos profesores.	- Aplicaciones de biotecnología en mejoramiento de caña de azúcar (F. Ángel) - Uso y manejo de invernaderos (C.A. Viveros)

Fecha	Organización y Número de visitantes	Tema (responsable)
Sep. 15	Centro Agropecuario del Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA). Buga, Valle del Cauca. Programa de Técnico Profesional en Gestión de Recursos Naturales. 20 estudiantes y un profesor.	- Manejo de aguas y uso de aforadores (J.R Cruz) - Red meteorológica automatizada (E. Cortés)
Sep. 19	Universidad del Valle. Cali, Valle del Cauca. Facultad de Ciencias, Departamento de Biología, programa de pregrado en Biología. 10 estudiantes y un profesor.	Entomología (G. Vargas)
Sep. 19	Universidad Nacional de Colombia. Palmira, Valle del Cauca. Facultad de Ciencias Agropecuarias, programa de pregrado en Ingeniería Agronómica. 15 estudiantes y un profesor.	- Entomología (G. Vargas) - Red meteorológica automatizada (E. Cortés)
Oct. 1	Universidad del Cauca. Popayán, Cauca. Facultad de Ingeniería Civil, programa de pregrado en Ingeniería Ambiental. 24 estudiantes y dos profesores.	Red meteorológica automatizada (E. Cortés)
Oct. 2	Universidad Nacional de Colombia. Palmira, Valle del Cauca. Facultad de Ciencias Agropecuarias, programa de pregrado en Ingeniería Agronómica. 15 estudiantes y dos profesores.	- Plagas de la caña y su manejo (G. Vargas) - Enfermedades de la caña y manejo de semilleros (J.C. Ángel; M.L. Guzmán)
Oct. 3	Universidad del Valle. Cali, Valle del Cauca. Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería de Recursos Naturales y del Ambiente, programa de tecnología en Manejo y Conservación de Suelos y Aguas. 25 estudiantes y dos profesores.	- Características y funcionamiento de la red meteorológica automatizada (E. Cortés)
Oct. 15	Universidad de Caldas. Manizales, Caldas. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Departamento de Sistemas de Producción, programa de pregrado en Ingeniería Agronómica. 30 estudiantes y un profesor.	- Enfermedades de la caña de azúcar (M.L. Guzmán) - Entomología (G. Vargas)
Oct. 16	Universidad Nacional de Colombia. Palmira, Valle del Cauca. Programa de pregrado en Ingeniería Agrícola. 45 estudiantes y un profesor.	- Manejo de aguas (J.R. Cruz) - Ingeniería agrícola (J. Carbonell)
Oct. 30	Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Sogamoso, Boyacá. Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas, programa de pregrado en Contaduría Pública. 20 estudiantes y un profesor.	- Aspectos contables de la investigación (N. Pérez) - Criterios económicos en la definición de un plan contable (C. Posada)
Oct. 31	Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Cundinamarca. Facultad de Ciencias Agropecuarias, programas de pregrado en Ingeniería Agronómica. 25 estudiantes y un profesor.	- Manejo de aguas (J. R. Cruz) - Maduración de la caña (A. Durán) - Labranza reducida (A.L. Carrillo)
Nov. 5	Universidad de La Salle. Bogotá, Cundinamarca. Programa de pregrado en Administración de Empresas Agropecuarias. 20 estudiantes y un profesor.	Diagnóstico y manejo de enfermedades (M.L. Guzmán)
Nov. 11	Universidad Nacional de Colombia. Palmira, Valle del Cauca. Programa de pregrado en Ingeniería Ambiental. 50 estudiantes y un profesor.	Red meteorológica automatizada (E. Cortés)
Nov. 19	Universidad Nacional de Colombia. Palmira, Valle del Cauca. Facultad de Ciencias Agropecuarias, programa de pregrado en Ingeniería Agronómica. 12 estudiantes y un profesor.	Manejo integral de insectos plaga en caña (L.A. Gómez)
Nov. 21	Universidad de los Llanos. Villavicencio, Meta. Facultad de Ciencias Agropecuarias, programa de pregrado en Ingeniería Agronómica. 33 estudiantes y un profesor.	Selección y mejoramiento de variedades (C.A. Viveros)
Nov. 25	Universidad Francisco de Paula Santander. San José de Cúcuta, Norte de Santander. Facultad de Ciencias Agrarias y del Ambiente, programa de pregrado en Ingeniería de Producción Biotecnológica. 24 estudiantes y un profesor.	Aplicaciones de biotecnología en caña de azúcar (P. Rangel; C. Avellaneda)

Fecha	Organización y Número de visitantes	Tema (responsable)
Dic. 1	Universidad Nacional de Colombia. Medellín, Antioquia. Facultad de Ciencias Agropecuarias, programa de posgrado en Ciencias Agrarias. Cinco estudiantes y un profesor.	Programa de variedades de Cenicaña (H. Ranjel) Biotecnología (F. Ángel)
Dic. 3	Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Cundinamarca. Facultad de Ciencias Agropecuarias, programas de pregrado en Ingeniería Agronómica. 25 estudiantes y un profesor.	- Manejo de aguas (J. R. Cruz) - Agroecología de suelos y fertilización (R. Quintero) - Red meteorológica automatizada (E. Cortés)
Dic. 4	Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Cundinamarca. Facultad de Ciencias Agropecuarias, programa de pregrado en Ingeniería Agronómica. 48 estudiantes y un profesor.	Programa de selección de variedades (C.A. Viveros)

IV. Participación del personal en actividades de inducción y capacitación, 2003

Actividad	Asistencia
Seminario Internacional de Alcohol Carburante. Asocaña–Tecnicaña. Cali, Colombia, jun.17 y 18	J. Larrahondo, C.O. Briceño
VI Congreso Colombiano de la Asociación de Técnicos de la Caña de Azúcar. Tecnicaña. Cali, Colombia, sep.24–26	Veinte profesionales de Cenicaña
Seminario Reuniones Eficaces Anibal Álvarez, Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). Cali, Colombia, abr.3–8	Veinte profesionales de Cenicaña
Curso Termodinámica del Petróleo para Procesos del Petróleo (Andrés Llano). Congreso Nacional de Ingeniería Química. Bucaramanga, Colombia, ago.11–16	C.O. Briceño
Visita técnica al Ingenio San Antonio, Nicaragua (Tito Silva). Objetivo: conocer equipos y procesos relacionados con el consumo de vapor. Chichigalpa, Nicaragua, oct.27–30	C.O. Briceño (Cenicaña), A. Vivas, G. Caicedo, R. Uchima, E. Galindo (Incauca y Providencia)
Seminario El Efecto Invernadero. Protocolo de Kyoto: una alternativa de ingresos para Colombia. Cali, Colombia, may.28	L.M. Calero
Encuentro Nacional sobre Uso Racional de Energía. Bogotá, Colombia, jul.17 y 18	A. Carvajal
Curso Generación y Uso Racional de Energía. Asocaña. Cali, Colombia, oct.22–24	A. Carvajal
Curso Operación y Diseño de Calderas Bagaceras. Asocaña. Cali, Colombia, nov.10–14	A. Carvajal
Visita Técnica a las Estaciones Experimentales de BSES y CSIRO. Australia, may.10–19	H. Ranjel
Taller Internacional de DSSAT v.4.0 Bogotá, Colombia, jul.7–11	J. Carbonell, J. Torres, J.I. Victoria
Curso LINUX (Fernando Velásquez). SISA S.A. Cali, Colombia, jul.	J.L. Rivas, W. Berrío
Curso-Taller Divulgación de la Ciencia y la Tecnología. Asociación Colombiana de Periodismo Científico (ACPC). Bogotá, jul.9-11	H.F. Silva, V. Carrillo

V. Ingresos de Cenicaña 1998-2003 en términos constantes

Año	Cuotas causadas nominales (millones Col$)	IPC 2003[1]	Factor conversión Col (2003)$	Cuotas causadas (millones Col (2003)$)
1998	5400	16.70	1.60	8622
1999	4990	9.23	1.37	6827
2000	5558	8.75	1.25	6962
2001	8258	7.65	1.15	9511
2002	8545	6.99	1.07	9142
2003	8747	6.49	1.00	8747

1. Índice de precios al consumidor

Fuente: Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) <www.dane.gov.co>

En 26 años el sector azucarero ha invertido $166,000 millones en investigación y desarrollo tecnológico a través de Cenicaña.

VI. Capital humano

Para el desarrollo de las actividades de investigación durante el año 2003 el Centro contó con cuarenta personas de nivel profesional, cuarenta y tres personas de apoyo en investigación y servicios, y sesenta y dos trabajadores de campo. En desarrollo de trabajo de grado y pasantía se contó con trece estudiantes de distintas disciplinas.

VII. Jóvenes investigadores

Colciencias creó el Programa Jóvenes Investigadores con el objetivo de propiciar un primer acercamiento de jóvenes talentos con el quehacer de la ciencia mediante su vinculación a grupos de investigación y desarrollo tecnológico de reconocida trayectoria, a través de becas-pasantía de "aprender-haciendo".

A través del Programa, a finales de 2003 se acordó la vinculación de cuatro jóvenes investigadores a Cenicaña, dos en el Programa de Variedades y dos en el Programa de Procesos de Fábrica, para comenzar actividades en 2004. Para el efecto se firmaron los convenios 111-2003, 112-2003 y 113-2003. La cofinanciación de Colciencias corresponde al 40%.

VIII. Personal profesional (a diciembre de 2003)

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.

Germán Andrés Vargas Orozco
Entomólogo
Ingeniero Agrónomo

Fernando Ángel Sánchez
Biotecnólogo
Microbiólogo, Ph.D.

María Paola Rangel Lema[1]
Investigadora temporal, Biotecnología
Bióloga

Programa de Agronomía

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

Fernando Villegas Trujillo[2]
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[3]
Ingeniero de Mecanización Agrícola
Ingeniero Agrónomo

Silvio Fernando Cadena Saucedo
Ingeniero Proyectos Vinazas
Ingeniero Agrónomo, M.Sc.

Ayda Lucía Carrillo Joaqui[1]
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[2]
Ingeniero de Procesos Químicos
Ingeniero Químico

Adolfo León Gómez Perlaza[4]
Ingeniero Mecánico
Ingeniero Mecánico, M.Sc.

Arbey Carvajal López
Ingeniero de Procesos Mecánicos
Ingeniero Mecánico

Diego Edison Ramírez Domínguez[1]
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
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

Hernán Felipe Silva Cerón[1]
Administrador Web
Comunicador Social

Diego Alberto Gaviria Mejía[1]
Grupos de Transferencia de Tecnología
Ingeniero Agrónomo

Paula Tatiana Uribe Jaramillo[1]
Grupos de Transferencia de Tecnología
Ingeniera Agrónoma

Paula Marcela Valencia Ramírez[1]
Grupos de Transferencia de Tecnología
Ingeniera Agrónoma

Margarita Franco Plata[1]
Grupos de Transferencia de Tecnología
Ingeniera Agrónoma

José Yesid Gutiérrez Viveros[1]
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 V. Ortiz Uribe[1]
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
Técnico Mercadeo Agrícola

1. Contrato a término fijo.
2. En licencia de estudios de posgrado
3. Reemplazo temporal de Fernando Villegas T.
4. Contrato con la Universidad del Valle, medio tiempo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Cadavid O., M.; Ángel S., J.C.; Ángel S., F.; Victoria K., J.I. 2003. Detección simultánea de la enfermedad de Fiji, el mosaico y el síndrome de la hoja amarilla en caña de azúcar utilizando métodos moleculares. Carta Trimestral. Cenicaña (Colombia). v.25, nos.2-3. p.11-15

Carbonell G., J.; Amaya E., A.; Ortiz U., B.V.; Torres A., J.S.; Quintero D., R.; Isaacs E., C,H. 2001. Zonificación agroecológica para el cultivo de la caña de azúcar en el valle del río Cauca. Tercera aproximación. Cali, Cenicaña, 59p. (Serie Técnica, no.29)

Gutiérrez H., Y.; Gómez L., L.A. 2003. Polilla habana ataca lotes de caña en el valle del río Cauca. Carta Trimestral. Cenicaña (Colombia). v.25, no.4. p.12-13

Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Bogotá (Colombia). 1980. Estudio semidetallado de suelos del valle geográfico del río Cauca. Bogotá, IGAC, 582p. (Anexo 22 mapas)

Isaacs E., C..; Gaviria M., D.A.; Uribe J., P.T. 2003. Principios e impacto de los grupos de transferencia de tecnología en el Ingenio Risaralda. En: Congreso de la Asociación Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar, 6, Cali, 24-26 septiembre, 2003. Memorias. Cali, Tecnicaña. v.1, p.363-383

Victoria K., J.I.; Torres A., J.S.; Gómez, J.; Pinzón, J.M. 2003. Evaluación de variedades de caña de azúcar para cosecha mecanizada. Carta Trimestral. Cenicaña (Colombia). v.25, no.1. p.20-25

De entidades y grupos

Ascapam: Asociación de Cañicultores y Paneleros del Municipio de Mocoa
Ascolfi: Asociación Colombiana de Fitopatología y Ciencias Afines
Asocaña: Asociación de Cultivadores de Caña de Azúcar de Colombia
BSES: Bureau of Sugar Experiment Stations
Ceniacua: Centro de Investigación de la Acuicultura de Colombia
Cenibanano: Centro de Investigaciones del Banano
Cenicafé: Centro Nacional de Investigaciones de Café
Cenicaña: Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia
Cenipalma: Centro de Investigación de la Palma de Aceite
Cevipapa: Centro Virtual de Investigación de la Cadena Agroalimentaria de la Papa
Ciamsa: Sociedad de Comercialización Internacional de Azúcares y Mieles S.A.
Ciat: Centro Internacional de Agricultura Tropical
Cincae: Centro Nacional de Investigaciones y Desarrollo de la Caña de Azúcar de Ecuador
Colciencias: Instituto Colombiano para el Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología "Francisco José de Caldas"
CSIRO: Commonwealth Scientific & Industrial Research Organisation
CVC: Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca
Dane: Departamento Administrativo Nacional de Estadística
GEF: 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)
Icumsa: Comisión Internacional para Métodos Uniformes de Análisis de Azúcares (sigla en inglés)
IGAC: Instituto Geográfico Agustín Codazzi
IICA: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura
INICA: Instituto Nacional de Investigación de la Caña de Azúcar
ISCTT: International Society of Sugar Cane Techonologists
Procaña: Asociación Colombiana de Productores y Proveedores de Caña de Azúcar
Sena: Servicio Nacional de Aprendizaje
SPRI: Sugar Processing Research Institute Inc.
STAB: Sociedad de Técnicos Azucareros y Alcoholeros de Brasil
Tecnicaña: Asociación Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar
WSRO: Word Sugar Research Organization

De variedades de caña de azúcar

CC: Cenicaña Colombia
CCSP: Cenicaña Colombia - Sao Paulo
Co: Coimbatore
CP: Canal Point
Mex: México
MZC: Mayagüez Colombia
POJ: Profstation Öost Java
PR: Puerto Rico
RD: República Dominicana
V: Venezuela

Otras

ADN: Ácido dexoxirribonucleico
AEPS: Agricultura específica por sitio
ESCO: Empresa de servicios energéticos
FVD: Enfermedad de Fiji
GPS: Sistema de posicionamiento global
IMO: Índice de margen operacional
LSD: Escaldadura de la hoja
NIR: Espectroscopia de infrarrojo cercano
O.R.: Overall recovery
pb: Pares de bases
POC: Pol en células abiertas
RMA: Red meteorológica automatizada
RT-PCR: Trascripción reversa seguida de reacción en cadena de la polimerasa
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 de la hoja amarilla
SDM: Surco doble modificado
SEF: Sistema experto de fertilización
SIG: Sistema de información geográfica
SIMCES: Sistema para el manejo de caña específico por sitio
SIVAR: Sistema de información de variedades
TAH: Toneladas de azúcar por hectárea
TAHM: Toneladas de azúcar por hectárea por mes
TBIA: Tissue-blot
TCH: Toneladas de caña por hectárea
TCHM: Toneladas de caña por hectárea por mes
TSHM: Toneladas de sacarosa por hectárea por mes
TTT: (diagrama) tiempo-temperatura-transformación

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 2004 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, 2004

Cita Bibliográfica

Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia. Cali. 2004.
Informe Anual 2003. Cali, Cenicaña. 106 p.