



INFORME ANUAL 2001



Publicación CENICAÑA
ISSN 0120-5854

CENTRO DE INVESTIGACIÓN DE LA CAÑA DE AZÚCAR DE COLOMBIA. CALI.
2002. Informe Anual 2001. Cali, CENICAÑA. 80 p.

Calle 58 norte N° 3BN-110
Cali, Colombia
www.cenicana.org
buzon@cenicana.org

1250 ejemplares
Impreso en Colombia



Contenido

- v Junta Directiva 2001
- vi Reflexiones para el sector frente a CENICAÑA
- viii Palabras del Director General

VALLE DEL RÍO CAUCA

- 1 Análisis de la producción de caña y azúcar, 2001
- 6 Comportamiento del clima, 2001

MACROPROYECTOS

- 9 Alta sacarosa estable
- 17 Caña verde
- 25 Reducción pérdidas de sacarosa
 - Proyectos complementarios en fábrica
- 33 Modelos de decisión
- 39 Mercadeo de tecnología

Carátula

CENICAÑA concibe la investigación y el desarrollo tecnológico como procesos de dinámica participativa sustentados en el conocimiento científico y práctico de los productores y las instituciones relacionadas con la actividad azucarera. De acuerdo con esta orientación promueve la formación de redes de comunicación y cooperación técnica en los distintos niveles y áreas de intervención, estrategias de acción para mejorar la eficiencia de la gestión tecnológica y administrativa en la agroindustria.

Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia, entidad privada y sin ánimo de lucro fundada en 1977 por iniciativa de la Asociación de Cultivadores de Caña de Azúcar de Colombia. Miembros donantes en 2001: ingenios azucareros Central Castilla, Central Tumaco, Incauca, La Cabaña, Manuelita, María Luisa, Mayagüez, Pichichí, Providencia, Riopaila, Risaralda, Sancarlos y Sicarare, y sus proveedores de caña.



MERCADERO DE TECNOLOGÍA, PAG. 39



SERVICIOS DE APOYO

- 50 Tecnología informática
- 52 Información y documentación
- 53 Cooperación técnica y transferencia de tecnología
- 58 Laboratorios de análisis

ANEXOS

- I. Documentos de trabajo, 2001.
- II. Actividades de comunicación técnica y transferencia de tecnología.
- III. Atención de estudiantes y técnicos del sector agropecuario.
- IV. Participación del personal en actividades de inducción, capacitación y cooperación técnica.
- V. Convenios interinstitucionales.
- VI. Proyectos cofinanciados por COLCIENCIAS.
- VII. Ingresos de CENICAÑA 1996-2001 en términos constantes.
- VIII. Capital humano.
- IX. Jóvenes investigadores.
- X. Personal profesional, 2001.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

SIGLAS Y ABREVIATURAS

Cenicaña 2001

JUNTA DIRECTIVA

JUAN JOSÉ LÜLLE SUÁREZ
Presidente

PRINCIPALES

JUAN JOSÉ LÜLLE SUÁREZ
Presidente
Incauca S.A.

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

ADOLFO LEÓN VÉLEZ VÉLEZ
Gerente General
Manuelita S.A. - División Azúcar

DARÍO VALENCIA SOTO
Gerente General
Ingenio Pichichí S.A.

RICARDO VILLAVECES PARDO
Presidente
ASOCAÑA

RODRIGO VILLEGAS TASCÓN
Representante de los cultivadores
afiliados a ASOCAÑA

JOSÉ VICENTE IRIURITA RIVERA
Presidente Junta Directiva
PROCAÑA

SUPLENTES

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

ALBERTO POTES POTES
Gerente de Operaciones
Ingenio 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
RICARDO FRANCO ARANGO
Gerente de Campo
Ingenio Mayagüez S.A.

COSECHA

Presidente
PEDRO JOSÉ CABAL DUQUE
Jefe División de Cosecha
Ingenio Mayagüez S.A.

FÁBRICA

Presidente
JALME HERNÁN CARDONA RUIZ
Gerente de Fábrica
Manuelita S.A. - División Azúcar

Reflexiones para el sector frente a Cenicaña



*Santiago Salcedo Borrero,
Gerente General del Ingenio
Central Tumaco.*

Lo constante en la historia de la humanidad es el cambio; lo que ha variado es la tasa a la cual el cambio tiene lugar como consecuencia de un factor exponencial en función del tiempo, derivado del incremento del conocimiento y la velocidad de su difusión por el desarrollo de las comunicaciones.

Siempre se ha dicho que el sector tiene ventajas comparativas por condiciones ambientales propicias, y competitivas por tener una clase empresarial tesonera y austera.

Imperceptiblemente en el diario vivir, la tecnología y la evolución de hechos económicos, ambientales o sociales han neutralizado en buena parte las ventajas comparativas: zafras muy ampliadas por tecnología de variedades en otras latitudes; limitaciones a las quemas por condiciones ambientales y alto costo de la cosecha manual en “verde”, lo que acabará imponiendo la mecanización de la cosecha y semizafra; incremento exponencialmente creciente del costo de la irrigación por la competencia por el agua superficial con los asentamientos humanos, y la profundidad cada día mayor de los acuíferos posibles de ser explotados mediante pozos, simultánea con el crecimiento geométrico de las tarifas eléctricas para moverlos, son sólo algunos ejemplos de este hecho.

De igual manera, ya la industria no pertenece ni tiene como gestores al puñado de emprendedores natos y austeros de 24 horas diarias dedicadas a su emprendimiento, sino a centenares de accionistas que contratan por obvias razones a gestores capaces y preparados pero que no tienen, también por obvias razones, la dedicación, entrega y compromiso de los pioneros, aunque sí traen las más modernas prácticas de gestión.

La posición relativa del sector respecto a sus homólogos en otras latitudes ha evolucionado desfavorablemente en términos económicos; se ha avanzado muchísimo, pero ellos, no todos, lo han hecho más rápido. Tailandia, Brasil y Guatemala son ejemplos muy obvios de este aserto (costos de producción entre un 55% y un 70% del colombiano).

Australia es por excelencia un ejemplo de la dinámica que se debe tomar como modelo, sin caer en la imprudente sobresimplificación de copiar. Se debe tomar de ellos su disciplina para cuestionar permanentemente lo que hacen y cómo lo hacen, con metodologías basadas en análisis de hechos y datos, generando cada día nuevas y mejores formas y tecnologías para mantenerse competitivos (han bajado sus costos totales unitarios en aproximadamente un 25% en siete años).

CENICAÑA puede y debe liderar el proceso del cambio acelerado, entendido no solamente como tecnología pura aplicable sino como el ajuste permanente indispensable para mantener el sector competitivo al nivel internacional, de lo cual hoy está bastante apartado. Los logros tecnológicos son tantos que sería abrumador enumerarlos, pero los hechos económicos se han encargado de hacer evidente su insuficiencia.

El sector puede mostrar con orgullo los frutos de su gestión gremial tanto al nivel nacional como al internacional, pero aceptando como hechos sobrevinientes la evolución de una serie de variables fuera de su control (subsidios en los países desarrollados, evolución de la tasa de cambio, ineficiencia de la economía colombiana como un todo, entre otros) debe ser capaz y suficientemente anticipativo para sobrevivir competitivamente en ese escenario.

El sector agroindustrial de la caña de azúcar debe tomar conciencia de la imperativa necesidad de incrementar el porcentaje de sus ingresos que destina a CENICAÑA y además proveer cuanto antes información más detallada, confiable, oportuna y estandarizada para que esta institución pueda acometer con solidez las tareas que le corresponden, todas conducentes al apremiante logro de la posición económicamente competitiva que el sector debe tener permanentemente.

A su vez, el equipo humano de CENICAÑA tiene que atender y aceptar que el reto es inmediato y requiere de él logros más contundentes y acelerados, eficientes y eficaces. Buena parte de la tarea estará en conseguir que la adopción de las nuevas tecnologías y prácticas sea más veloz y específica para cada caso y situación, y que las experiencias individuales enriquezcan a todos pues la competencia no es interna sino frente al mundo.

La historia del sector y de CENICAÑA invita a creer que ambos, trabajando cada vez más de la mano, están en capacidad de superar el reto, cumpliendo simultáneamente con las respectivas responsabilidades sociales y ambientales.

Debemos sentirnos orgullosos del legado de quienes nos precedieron y cumplir el compromiso que tenemos con quienes nos sucederán.

A handwritten signature in black ink, consisting of several stylized, overlapping loops and strokes, located at the bottom left of the page.

Palabras del Director General



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

El desarrollo tecnológico con responsabilidad social y ambiental es uno de los principios de acción de la agroindustria azucarera nacional con miras a lograr una productividad rentable y sostenible que le permita mejorar continuamente la competitividad.

En torno a este principio, los cultivadores de caña y los ingenios azucareros han hecho un esfuerzo conjunto a través de CENICAÑA para planear y llevar a término los proyectos tecnológicos pertinentes de acuerdo con la evolución de sus metas empresariales y productivas.

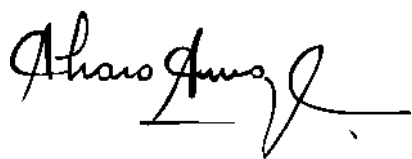
Durante el año 2001 el sector registró ganancias apreciables en productividad, en parte debido a la siembra y el cultivo de nuevas variedades de caña de azúcar manejadas con criterios de ingeniería agrícola y agronómica menos estandarizados y más adecuados a las características agroecológicas de las áreas vinculadas, y en parte al mejoramiento de equipos y procesos para reducir las pérdidas de sacarosa en cosecha y fábrica. Se estima que las variedades CENICAÑA COLOMBIA (CC) aportaron al sistema agroindustrial 6.0 toneladas de caña por hectárea más que el promedio general (todas las variedades incluyendo las CC), equivalentes a 0.76 toneladas de azúcar adicionales por hectárea en razón de un rendimiento industrial que superó en 0.8 unidades porcentuales el promedio.

Los sistemas de coordinación dentro de los procesos productivos y financieros y entre ellos demandan sistemas específicos de medición en campo, cosecha y fábrica. CENICAÑA ha investigado y promovido la adopción de tecnologías de registro y base analítica en las tres áreas de medición, incluyendo procesos biológicos, físicos, químicos y mecánicos. Estamos avanzando en el diseño y estructuración de un servicio de información sobre tecnología específica por sitio con el fin de ofrecer a cañicultores e ingenios las herramientas disponibles para la administración técnica de las unidades productivas y obtener de retorno información sobre sus avances.

La competitividad presente y futura depende, entre otros factores, de reducir los costos de producción y tener una productividad que sea rentable. No es una tarea fácil y para acometerla desde la perspectiva de la investigación es indispensable que la capacidad científica y tecnológica de la agroindustria se traduzca en capacidad de gestión empresarial y sectorial. La información pertinente durante el desarrollo de los programas de investigación, la difusión oportuna de los resultados aplicables a la producción y la cooperación técnica en los procesos de adopción son compromisos de CENICAÑA. El éxito de la gestión estará dado por la capacidad de integración del sector para identificar las necesidades comunes y prioritarias que demandan soluciones tecnológicas, y por el control de las eficiencias técnicas y económicas de su implementación a escala comercial.

Los gremios de ingenios y cañicultores iniciaron un ejercicio de análisis estratégico que en el año 2002 dará guías para la acción coordinada del sector en los años por venir. Los programas de investigación y desarrollo tecnológico se están revisando y las áreas prioritarias de intervención del Centro quedarán definidas en consecuencia con los lineamientos que se establezcan. En este sentido, para el cumplimiento de los compromisos acordados se requiere certidumbre sobre la disponibilidad de recursos en horizontes de corto, mediano y largo plazo, así como actitud creativa para organizar de manera ordenada y coherente los proyectos específicos y utilizar eficientemente el conocimiento conseguido.

CENICAÑA, como el centro de investigación de la industria azucarera colombiana, es el resultado de una iniciativa que se comenzó a gestar en 1964 en el seno de la Asociación de Cultivadores de Caña de Azúcar de Colombia —ASOCAÑA— y que fructificó en 1977 cuando el doctor Rodrigo Escobar Navia ejercía la presidencia ejecutiva. En febrero de 2002, durante la edición de este informe, recibimos la noticia del fallecimiento del doctor Escobar Navia, personaje ilustre que apoyó por convicción el establecimiento del Centro y se destacó por ser un seguidor fiel de su desarrollo tecnológico. En su memoria y como un homenaje a su visión y al espíritu de conciliación y progreso que siempre lo caracterizaron, presentamos estas páginas con los avances más significativos de la investigación durante 2001.





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.

Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia

Análisis de la Producción de Caña y Azúcar, 2001

De acuerdo con los datos suministrados por once de los trece ingenios azucareros localizados en el valle del río Cauca¹, durante 2001 la agroindustria cosechó 166,744 hectáreas de caña, molió 17,035,497 toneladas y produjo 2,037,386 toneladas de azúcar. Con un porcentaje de azúcar recuperado (rendimiento real con base en 99.7°) de 11.96% —el más alto en la última década— este año se requirieron 8.4 toneladas de caña para producir una tonelada de azúcar².

Mientras las toneladas de caña por hectárea disminuyeron en 2.7% con respecto al año precedente (106 *versus* 103 TCH) y el rendimiento en azúcar aumentó en 3.5% (11.56% *vs* 11.96%), las toneladas de azúcar por unidad de área fueron superiores en 0.7% (12.26 *vs* 12.35 TAH). El promedio de edad de la caña al corte fue de 12.14 meses, 9% menos que los 13.34 meses del año anterior, con lo cual las diferencias de la productividad mensual resultaron favorables en 5.7% para caña (8.09 *vs* 8.55 TCHM) y en 9.2% para azúcar (0.94 *vs* 1.02 TAHM).

En resumen, se cosecharon 14,831 hectáreas menos, las toneladas de caña disminuyeron en tres unidades por hectárea y en azúcar se recuperaron 0.1 toneladas adicionales por hectárea; en el año 2001 la producción total de caña fue inferior en un millón 741 mil toneladas y la de azúcar en 170 mil toneladas en comparación con 2000 (Cuadro 1).

Cuadro 1. Indicadores de producción de la agroindustria azucarera colombiana en los años 2000 y 2001. Datos de once ingenios.

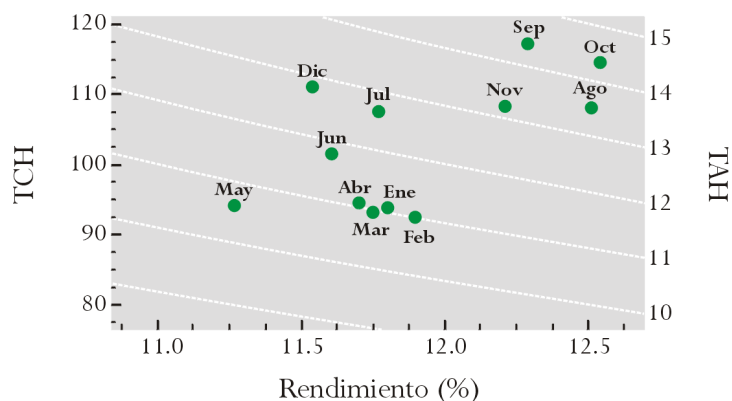
Indicador	2000	2001	Diferencia (%)
Area neta cosechada (ha)	181,575	166,744	-8.2
Area sembrada (ha) ¹	186,743	192,567	3.1
Edad de corte (meses)	13.34	12.14	-9.0
Número de corte (promedio)	3.85	4.16	8.1
Toneladas de caña por hectárea (TCH)	106	103	-2.7
Toneladas de caña por hectárea-mes (TCHM)	8.09	8.55	5.7
Toneladas de azúcar por hectárea (TAH)	12.26	12.35	0.7
Toneladas de azúcar por hectárea-mes (TAHM)	0.94	1.02	9.2
Toneladas totales de caña (miles)	19,099	17,035	-10.8
Toneladas totales de azúcar (miles)	2208	2038	-7.7
Rendimiento real con base en 99.7° (%)	11.56	11.96	3.5

1. El dato de 2001 corresponde a trece ingenios.

1. Once ingenios: Central Castilla, Central Tumaco, Incauca, La Cabaña, Manuelita, Mayagüez, Pichichí, Providencia, Riopaila, Risaralda y Sancarlos.

2. Rendimiento comercial = (toneladas de caña/toneladas de azúcar)*100

En el valle del río Cauca, el año 2001 se caracterizó por ser seco (986 mm) con niveles altos de radiación solar (421 cal/cm²x día) y oscilación diaria de la temperatura (11.0 °C) (ver página 6). Las variedades más cosechadas fueron CC 85-92 en 53,628 hectáreas (32% del área), V 71-51 (17%), MZC 74-275 (15%), CC 84-75 (12%), PR 61-632 (7%), RD 75-11 (5%) y CC 87-434 (3%).



Indicador de clima	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Precipitación (mm)	87	63	141	66	111	58	38	9	103	58	123	128
Radiación solar media diaria (cal/cm ² x día)	434	437	432	432	379	409	424	453	413	457	396	368
Oscilación media diaria de la temperatura (°C)	11.5	11.4	10.6	10.7	9.8	10.9	11.7	13.5	10.9	11.2	9.8	9.4

Figura 1. Isoproductividad de caña y azúcar en la agroindustria azucarera colombiana según mes de cosecha y algunos indicadores del clima regional (promedios). Datos de once ingenios y 28 estaciones meteorológicas, 2001.

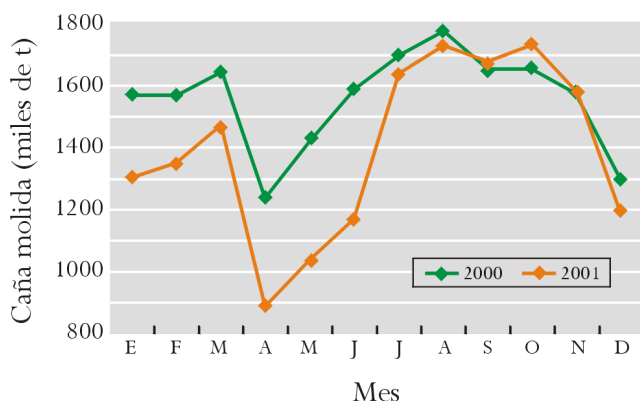


Figura 2. Toneladas de caña molidas por mes por la agroindustria azucarera colombiana, 2000 y 2001. Datos de diez ingenios.

Los índices generales muestran que la productividad fue mejor durante el segundo semestre del año en comparación con el primero, en términos de caña, rendimiento y azúcar (Figura 1). Los mejores índices se registraron en octubre.

Durante el primer semestre de 2001 los ingenios molieron menos cantidad de caña que en los mismos meses del año precedente, situación que se atribuye a las disminuciones del área cosechada y la producción de caña. Esta última se relaciona con el alto porcentaje de área que la industria cosechó durante los meses de enero a junio de 2000 cuando se registraron precipitaciones abundantes. A partir de julio de 2001 las diferencias anuales se fueron acortando, y en septiembre, octubre y noviembre la molienda fue superior con respecto al año 2000 (Figura 2).

En todos los meses de 2001, con excepción de diciembre, la recuperación de azúcar como un porcentaje de la sacarosa en la caña (*overall recovery: O.R.*) fue mayor que en 2000 debido a la calidad de la caña y a las mejores eficiencias en extracción y elaboración (Figura 3); se destacan los niveles de recuperación en los meses de junio a noviembre, superiores al 88% (Figuras 3a y 3b). La eficiencia del proceso de extracción y el menor porcentaje de fibra en la caña hicieron que el contenido de sacarosa en el bagazo (% caña) también disminuyera con respecto a los resultados del año 2000,

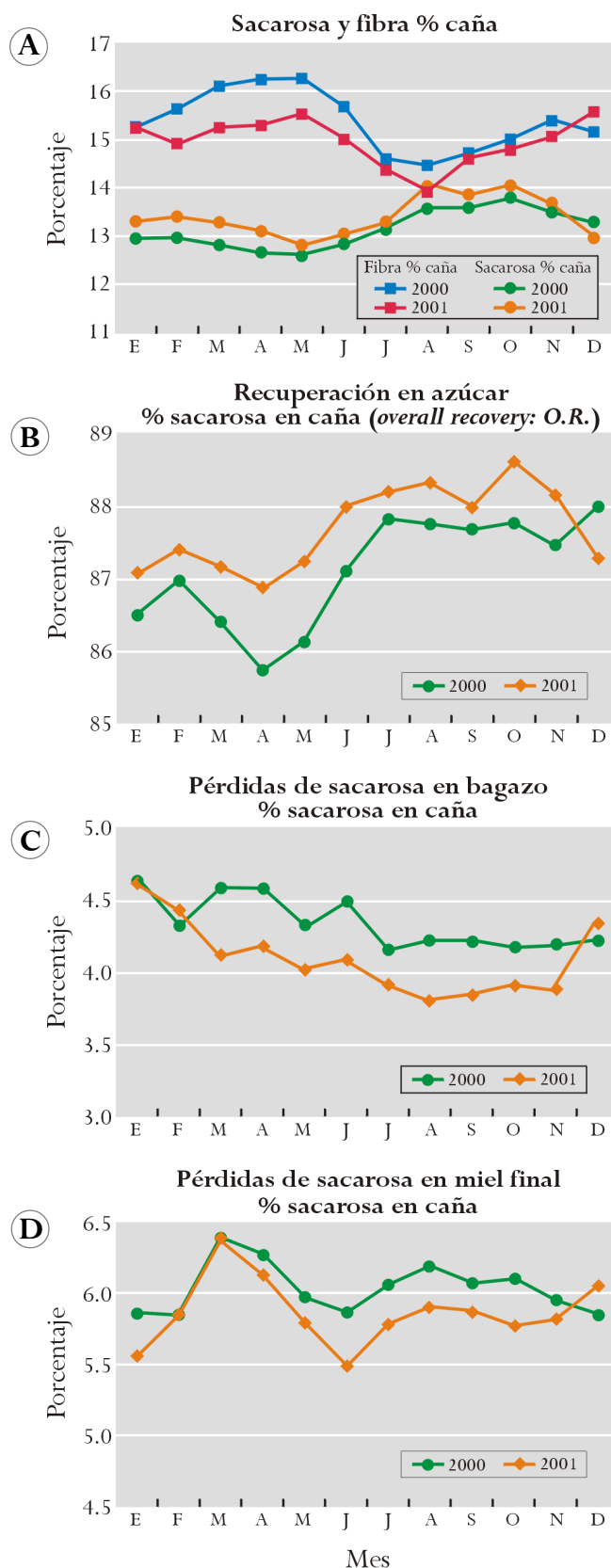


Figura 3. Sacarosa y fibra % caña, recuperación en azúcar, sacarosa en bagazo y sacarosa en miel final (% sacarosa caña) en diez ingenios colombianos, 2000 y 2001 (promedios ponderados según las toneladas totales de caña molidas).

particularmente entre marzo y noviembre (Figura 3c). La sacarosa en miel final (% sacarosa en caña) fue, así mismo, inferior debido a la calidad de la materia prima y al control de los procesos de elaboración (Figura 3d). En diciembre se registraron disminuciones en la sacarosa en caña y la recuperación de azúcar mientras la fibra en caña y la sacarosa en bagazo aumentaron, variaciones posiblemente debidas al incremento de las precipitaciones durante el mes.

El porcentaje de tiempo perdido en paros no programados (% tiempo hábil en fábrica) registró descensos casi todo el año (Figura 4), lo cual se relaciona directamente con la reducción del número de días hábiles programados para la molienda y con las facilidades para la cosecha y el control de la materia extraña que entra a fábrica en las condiciones predominantes de tiempo seco características del año 2001.

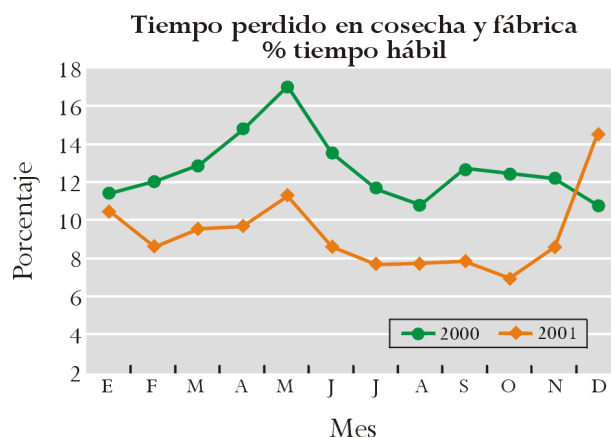


Figura 4. Tiempo perdido en cosecha y fábrica como un porcentaje del tiempo hábil en diez ingenios colombianos, 2000 y 2001 (promedios ponderados según los días hábiles).

Variedades de caña de azúcar

Al finalizar el año 2001 los trece ingenios azucareros de la región³ reportaron un área sembrada de 192,567 hectáreas y la distribución de variedades que se presenta en el Cuadro 2.

La variedad más sembrada y más cosechada fue CC 85-92 con una productividad de 1.15 toneladas de azúcar por hectárea por mes (TAHM). La segunda más cosechada fue V 71-51 con 0.99 TAHM, seguida por MZC 74-275 (0.96 TAHM) y por CC 84-75 (0.98 TAHM). La variedad CC 85-92 participó en el 32% del área cosechada y con ella se logró producir 2.1 toneladas de azúcar adicionales por hectárea por período cosechado con respecto a la V 71-51, la segunda variedad más cosechada (Cuadro 3).



Variedad CC 85-92

En comparación con el promedio de las demás variedades cosechadas, la productividad en toneladas de azúcar por hectárea de la CC 85-92 fue 13% superior, es decir que se obtuvieron 2.2 TAH como resultado de lograr 16 TCH adicionales y 0.27 unidades porcentuales más de rendimiento en las fábricas. Así mismo, el conjunto de las variedades CENICAÑA COLOMBIA (CC), de las cuales se cosecharon 86,668 hectáreas, superó los promedios del sector en TCH y TAH (Cuadro 4).

Cuadro 2. Distribución de variedades de caña de azúcar en el área sembrada por la agroindustria azucarera colombiana. Datos de trece ingenios, diciembre 31 de 2001.

Variedad	Área sembrada	
	(ha)	(%)
CC 85-92	77,642	40
CC 84-75	27,673	14
V 71-51	26,510	14
MZC 74-275	19,538	10
PR 61-632	11,075	6
RD 75-11	7315	4
CC 87-434	4152	2
MZC 82-11	2286	1
Co 421	2020	1
Mezcla	4438	2
Otras	9918	5
Total	192,567	100

3. La relación incluye los ingenios La Carmelita y María Luisa y los once ingenios citados en la página 1.

Cuadro 3. Estadísticas de producción comercial por variedad de caña en la agroindustria azucarera de Colombia, año 2001. Datos de once ingenios.

Variedad	Area cosechada (ha)	Partic. en área (%)	Edad de corte (meses)	TCH cosecha ¹	TAH cosecha ²	qqHC ³	TCHM	TAHM	Rendimiento comercial (%)	Caña/azúcar ⁴	Número de corte (prom.)
CC 85-92	53,628	32	12.2	115	13.9	279	9.48	1.15	12.14	8.2	2.7
V 71-51	28,008	17	12.1	101	11.8	237	8.44	0.99	11.69	8.6	5.7
MZC 74-275	25,627	15	12.1	93	11.5	230	7.78	0.96	12.33	8.1	5.7
CC 84-75	20,525	12	12.1	101	11.8	235	8.37	0.98	11.67	8.6	3.4
PR 61-632	10,991	7	12.6	105	12.5	249	8.43	0.99	11.80	8.5	4.8
RD 75-11	8617	5	12.0	85	9.5	190	7.09	0.80	11.24	8.9	4.7
CC 87-434	4807	3	11.9	93	11.5	230	7.88	0.97	12.30	8.1	2.5
MZC 82-11	2800	2	12.2	108	13.2	265	8.92	1.09	12.25	8.2	4.0
Co 421	1831	1	12.6	96	10.6	213	7.63	0.85	11.12	9.0	9.5
Mezcla	3255	2	12.2	96	11.3	225	7.91	0.93	11.79	8.5	4.7
Otras	6655	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—

1. Toneladas de caña por hectárea cosechada a la edad de corte promedio.

2. Toneladas de azúcar por hectárea cosechada a la edad de corte promedio.

3. Quintales de azúcar por hectárea cosechada.

4. Caña/azúcar: 1/rendimiento = toneladas de caña para producir una tonelada de azúcar.

Cuadro 4. Estadísticas de producción comercial de la agroindustria azucarera colombiana, año 2001: promedios generales del sector, la variedad más sembrada (CC 85-92) y el conjunto de variedades CENICAÑA COLOMBIA (CC). Datos de once ingenios.

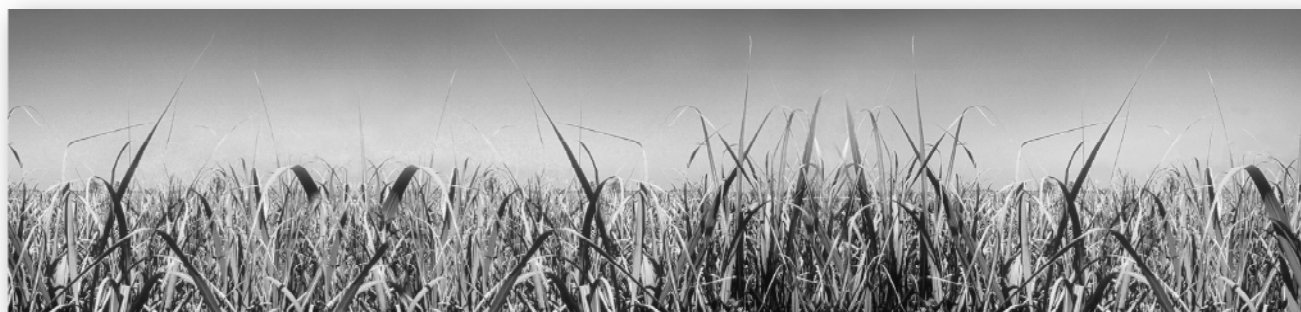
Información	Area cosechada (ha)	Edad de corte (meses)	TCH cosecha ¹	TAH cosecha ²	qqHC ³	TCHM	TAHM	Rendimiento comercial (%)	Caña/azúcar ⁴	Número de corte (prom.)
Sector	166,744	12.1	103	12.35	247	8.55	1.02	11.96	8.4	4.2
CC 85-92	53,628	12.2	115	13.93	279	9.48	1.15	12.14	8.2	2.7
Variedades CC	83,400	12.1	109	13.11	262	9.03	1.09	12.04	8.3	2.9

1. Toneladas de caña por hectárea cosechada a la edad de corte promedio.

2. Toneladas de azúcar por hectárea cosechada a la edad de corte promedio.

3. Quintales de azúcar por hectárea cosechada.

4. Caña/azúcar: 1/rendimiento = toneladas de caña para producir una tonelada de azúcar.



Comportamiento del clima, 2001

Los factores climáticos externos de mayor relevancia en la región azucarera de Colombia durante 2001 fueron: (a) la Zona de Convergencia Intertropical cuyo paso sobre el territorio colombiano determina el régimen bimodal de la precipitación en los valles interandinos (dos épocas lluviosas y dos épocas secas intercaladas entre sí); (b) la presencia de anomalías positivas de la temperatura superficial del mar en el océano Pacífico tropical que, aunque leves y sin llegar a constituir en ningún momento un fenómeno de El Niño, permanecieron durante todo el año.

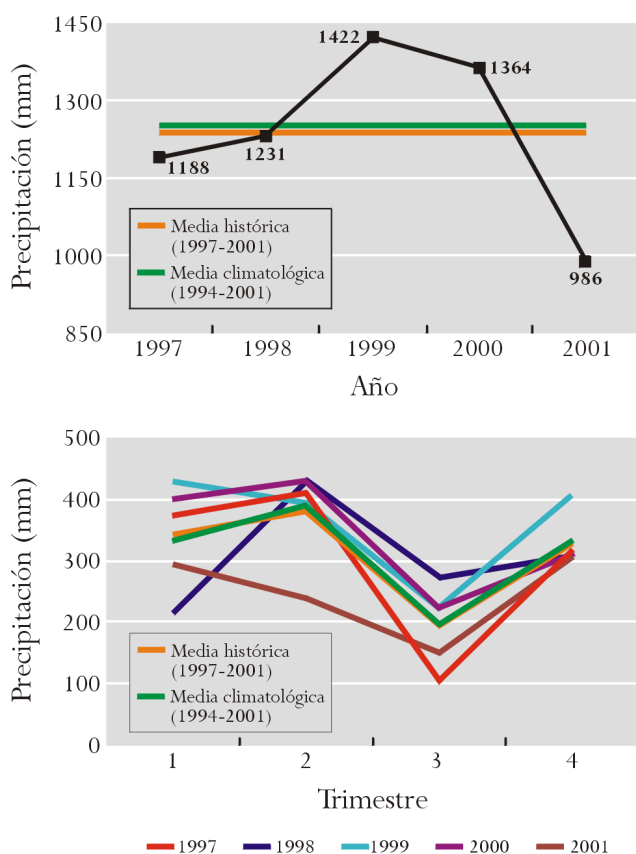


Figura 5. Valores anuales y trimestrales de la precipitación en el valle del río Cauca entre 1997 y 2001 (promedios de 28 estaciones). Comparación con la respectiva media histórica (1997–2001) y con la media climatológica (1994–2001). Red Meteorológica Automatizada.

Con tales condiciones externas, en términos generales en el valle del río Cauca el año 2001 se constituyó en un año seco (986 mm, promedio para toda la región⁴) con niveles de radiación solar bastante altos (421 cal/cm²xdía), temperatura media del aire prácticamente igual a la media anual multianual (23.2 °C), oscilación media diaria de la temperatura relativamente alta (11.0 °C) y humedad relativa muy próxima a su valor medio multianual.

Según los registros de los cinco últimos años (1997–2001) el promedio de la precipitación durante 2001 fue el más bajo del lustro, aproximadamente 90% del registrado en 1997 claramente definido como un año Niño (Figura 5). La radiación solar alcanzó un valor similar al de 1997 (424 cal/cm²xdía), señalando estos dos años como los de mayor radiación en el quinquenio. La temperatura media anual del aire en 2001 fue 0.6 y 0.7 °C más alta que en los años 2000 y 1999 y sólo 0.3 °C más baja que la de los años 1997 y 1998 (23.5 °C). La oscilación media diaria de la temperatura fue muy similar en 2001 y en 1997 (11.0 y 11.2 °C), años con los mayores valores de esta variable climática desde 1997. De acuerdo con lo anterior se podría pensar que 2001 transcurrió en el valle del río Cauca con los efectos de un fenómeno El Niño pero en realidad éste nunca se presentó.

4. Promedio regional de los totales anuales registrados en las 28 estaciones de la Red Meteorológica Automatizada del Sector Azucarero Colombiano, la cual cubre toda el área de influencia del cultivo de la caña en el valle del río Cauca.

La precipitación tuvo un comportamiento bastante particular, y meses con precipitaciones muy bajas (febrero, abril, junio, agosto y octubre) alternaron con meses de lluvias bajas o normales (marzo, mayo, julio, septiembre y noviembre). Diciembre fue un mes de precipitaciones entre altas y muy altas en toda la región.

Respecto a los valores medios multianuales, es decir a las cantidades de lluvia que corrientemente se registran en diferentes épocas del año, el análisis señala que el segundo trimestre fue el más seco (61% del promedio trimestral climatológico para toda la región), seguido por el tercero (76%). El cuarto trimestre se acercó más a los valores tradicionales (92%) y fue el más lluvioso en valores absolutos (Figura 6).

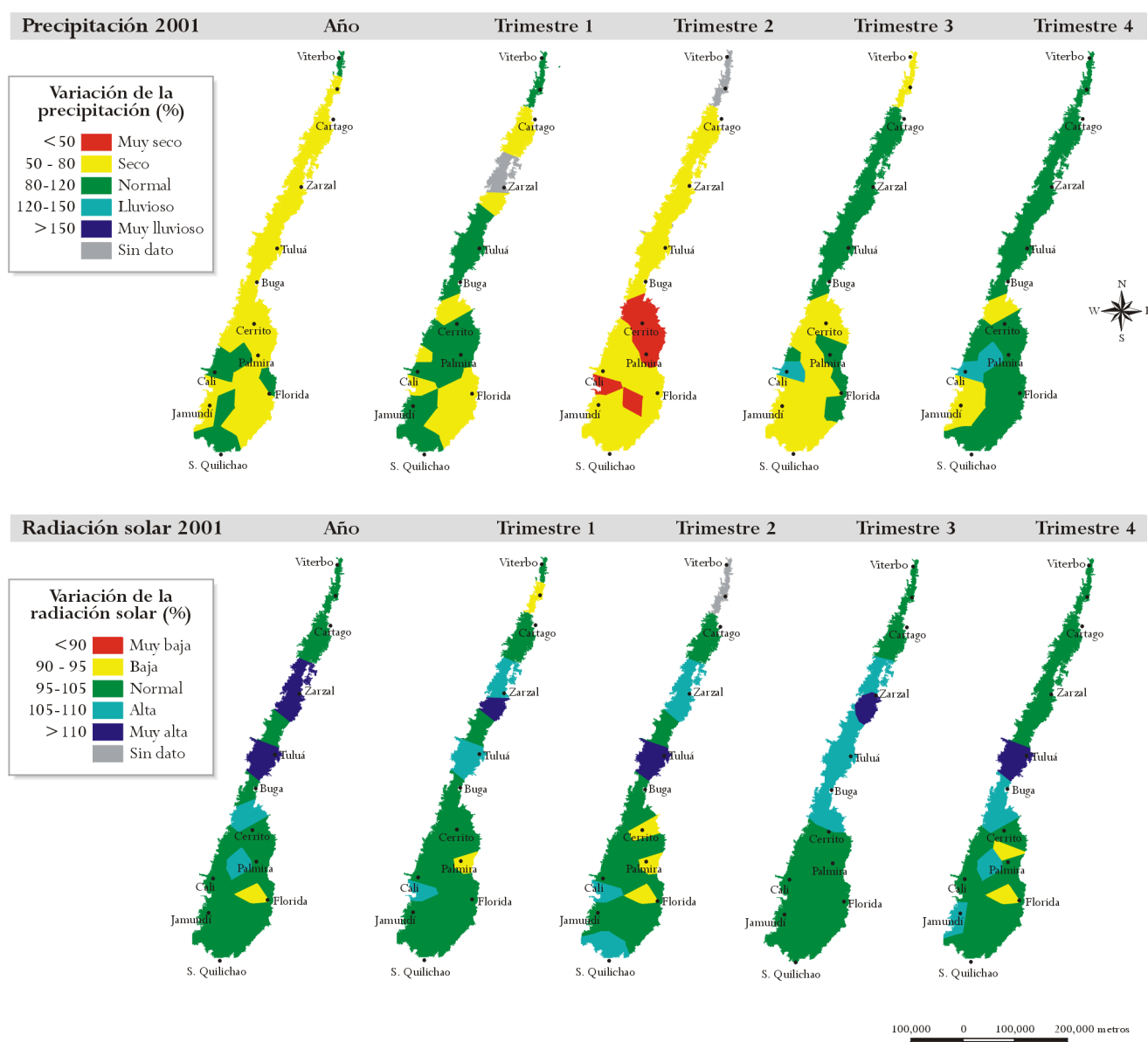


Figura 6. Variación de la precipitación y la radiación solar en el valle del río Cauca durante 2001 con respecto a los promedios anuales y trimestrales multianuales para el período 1994–2001. Red Meteorológica Automatizada.

El primer semestre fue relativamente más seco que el segundo respecto a los promedios semestrales para toda la región (73 *versus* 86%) aunque presentó más lluvias en términos absolutos (533 *vs.* 453 mm).

En los extremos norte y sur del valle tuvieron lugar precipitaciones relativamente altas, muy cercanas o por encima de los 1000 mm, al tiempo que en el centro de la región predominaron lluvias por debajo de los 900 mm anuales. Las mayores precipitaciones en el año tuvieron lugar en las áreas de Viterbo (Caldas) y La Virginia (Risaralda), donde se registraron 2117 y 1496 mm. En Guacarí y San Marcos (Valle del Cauca) se presentaron los niveles más bajos de lluvias, sólo 556 y 642 mm en el año.

A escala regional predominaron valores normales, altos y muy altos de radiación solar, en su orden. Los promedios más altos ocurrieron en octubre y agosto (457 y 453 cal/cm²xdía); el único mes con radiación inferior al valor acostumbrado fue diciembre (368 cal/cm²xdía) con valores bastante bajos de esta variable climática en algunas áreas del centro-sur y sur del valle.

Valores muy altos de radiación solar en comparación con las medias multianuales se mantuvieron durante casi todo 2001 en las áreas de Tuluá y La Paila (515 y 461 cal/cm²xdía –valor medio anual–) mientras en las áreas de Guacarí, el aeropuerto Alfonso Bonilla Aragón y el sur de Cali predominaron los valores altos (463, 452 y 445 cal/cm²xdía). En el norte del valle imperaron valores altos de la radiación solar.

Los trimestres primero y tercero, bastante coincidentes con la primera y segunda temporadas secas del año, mostraron valores más altos de radiación solar (434 y 429 cal/cm²xdía), mientras que los trimestres segundo y cuarto, más coincidentes con la primera y segunda temporadas lluviosas, registraron valores más bajos de esta variable climática (406 y 411 cal/cm²xdía) (Figura 6). No se observaron diferencias en los niveles de radiación solar registrados en cada semestre del año (420 cal/cm²xdía en ambos casos).

Los valores anuales de las temperaturas mínima media, media, máxima media y máxima absoluta fueron un poco más altos en el centro–norte y el norte del valle (excepto la temperatura mínima media en Viterbo) en comparación con las áreas del centro–sur y el sur. La oscilación media diaria de la temperatura presentó valores relativamente más altos en el norte de la región azucarera.

La temperatura mínima absoluta del año (12.7 °C) ocurrió en agosto en la zona de Jamundí, y la temperatura máxima absoluta (37.7 °C) se registró en enero en la ciudad de Cali (estación Base Aérea). Esta última localidad se destacó en 2001 por presentar los valores más altos de temperaturas mínimas (absoluta y media), media y máxima absoluta así como la menor humedad relativa.

Los valores más altos de humedad relativa del aire a escala anual se registraron en los extremos norte y sur de la región azucarera, mientras hacia el centro del valle se observaron valores más bajos de esta variable.

Alta Sacarosa Estable

El objetivo de este macroproyecto es contribuir a mejorar la productividad y la rentabilidad de la agroindustria azucarera mediante la obtención de variedades de caña de azúcar con mejores contenidos de sacarosa que las actuales y producción de caña estable a través de los cortes.

El proceso comienza cada año con los cruzamientos y la producción de 120 mil plántulas que se evalúan sucesivamente en cuatro estados de selección; los materiales promisorios se siembran finalmente en pruebas regionales (plantilla y dos socas) para valorar su ventaja relativa en productividad y rentabilidad con respecto a las variedades utilizadas como testigo.

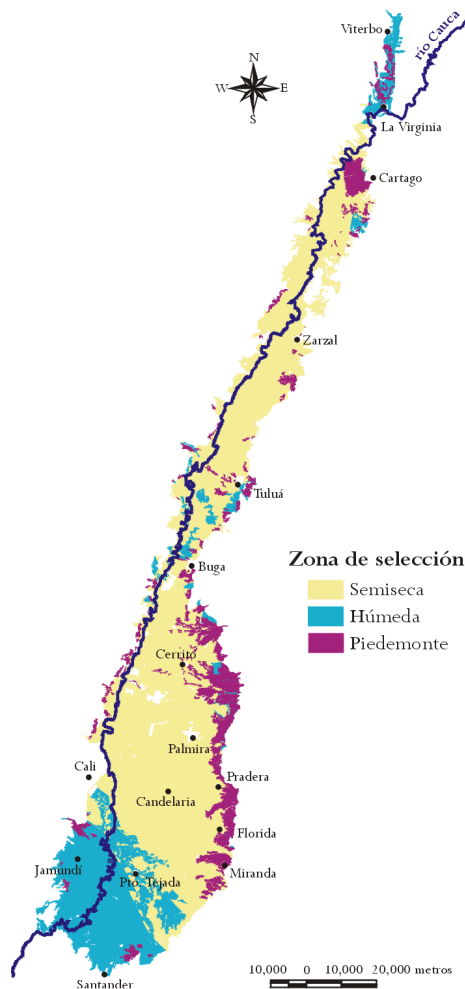
En experimentaciones posteriores se analiza la respuesta de las variedades promisorias a las aplicaciones de fertilizantes (nitrógeno, fósforo y potasio) y el uso de productos maduradores, identificando así los principales componentes del paquete de manejo agronómico en sitios específicos.

De forma complementaria se adelantan estudios de sanidad vegetal para la multiplicación de variedades y el manejo integrado de plagas y enfermedades, al tiempo que la biotecnología se integra cada vez más al mejoramiento genético y a la caracterización de variedades, insectos y patógenos.

Al finalizar el año 2001 la agroindustria tenía 114,437 hectáreas sembradas con variedades CENICAÑA COLOMBIA (CC) y 34,863 hectáreas con variedades importadas y evaluadas por el Centro (VIC) (59 y 18% del área total en cultivo). Las tres variedades más sembradas eran CC 85-92, CC 84-75 y V 71-51.

Avances en la selección de nuevas variedades

Los sitios de selección han sido escogidos de acuerdo con sus características ambientales y son representativos de las principales zonas agroecológicas donde se desarrolla el cultivo a escala comercial. La selección se realiza con énfasis en concentración de sacarosa sin desconocer la importancia de mejorar la producción de caña, buscando variedades aptas para cosecha durante todo el año. Desde 1990 la cosecha de los estados iniciales se realiza en el primer semestre debido a que históricamente se han registrado menores porcentajes de concentración de sacarosa en este semestre que en el segundo.



En la tercera aproximación de la zonificación agroecológica para el cultivo de la caña de azúcar se identificó que en el valle del río Cauca pueden encontrarse hasta 51 zonas en años de precipitaciones normales (Carbonell, *et al*, 2001).

Esta clasificación del área es útil para orientar la ubicación de variedades y el manejo específico de algunas prácticas agronómicas pero resulta muy detallada para establecer sitios de selección.

Por lo anterior y con fines metodológicos se han conformado tres grandes grupos de zonas, cada uno con características distintivas en relación con los suelos y las condiciones de humedad. Los grupos identifican las zonas semiseca, húmeda y de piedemonte (ver mapa), en cada una de las cuales se localizan los sitios de selección donde se adelantan procesos específicos que dan origen a las nuevas variedades. La premisa es que las variedades promisorias en estos sitios lo serán también en otros de la gran zona, en razón de su adaptación ambiental.

A continuación se presentan los resultados de la selección en el Estado IV (plantilla y primera soca) de las variedades de la Serie 92.

Zona semiseca

Cubre 152,500 hectáreas caracterizadas principalmente por suelos de los órdenes Vertisols, Mollisols e Inceptisols (secos) en áreas con déficit de humedad o excesos entre 200 y 400 mm/año. El 65% del área pertenece a las zonas agroecológicas 1C0, 2C0, 2C1, 5C1, 5C2, 6C0 y 6C1. Los sitios de selección de la Serie 92 estuvieron localizados en las zonas 1C0 y 6C0.

Las variedades promisorias seleccionadas para la zona semiseca se presentan en la Figura 7 en términos de las toneladas de caña por hectárea por mes (TCHM), las toneladas de sacarosa por hectárea por mes (TSHM) y la sacarosa (%) caña.

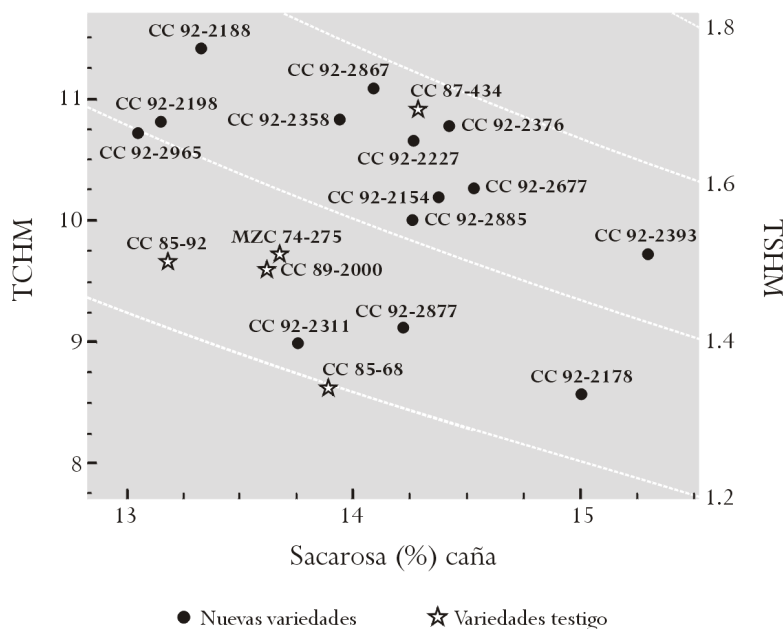


Figura 7. Consolidado de los resultados de primer corte de las variedades en Estado IV (serie 92) en dos sitios (Central Castilla y Mayagüez). Variedades para la zona semiseca.

Comprende 35,000 hectáreas distribuidas principalmente en suelos de los órdenes Inceptisols, Entisols y Mollisols (húmedos y muy húmedos) y en menor proporción en Alfisols y Vertisols (húmedo) con excesos de humedad entre 400 y más de 600 mm/año. El 87% del área corresponde a las zonas agroecológicas 2C3, 5C3, 6C3, 9C3, 9C4, 8C3, 8C5 y 10C3. La selección de variedades de la Serie 92 se realizó en la zona 8C5.

● Nuevas variedades ☆ Variedades testigo

Figura 8. Consolidado de los resultados de dos cortes de las variedades en Estado IV (serie 92) en la hacienda El Congo de Incauca. Variedades para la zona húmeda.

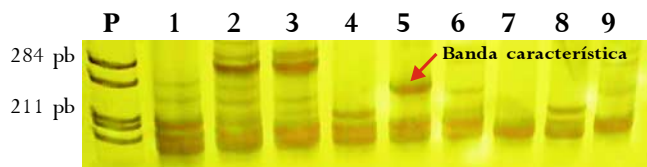
Abarca 14,500 hectáreas donde predominan suelos de los órdenes Alfisols y Mollisols (seco) con condiciones de humedad que pueden variar desde déficit hasta excesos superiores a los 600 mm/año. El 94% del área pertenece a las zonas agroecológicas 3C1, 3C2, 10C1 y 10C2. El sitio de selección estuvo localizado en la zona 3C2.

● Nuevas variedades ☆ Variedades testigo

Figura 9. Consolidado de los resultados de dos cortes de las variedades en Estado IV (serie 92) en la hacienda Lorena del Ingenio Pichichí. Variedades para la zona de piedemonte.

Aplicaciones de biotecnología

Las prioridades de CENICAÑA en relación con el uso de la biotecnología aplicada al cultivo de la caña de azúcar se centran en la caracterización molecular y el mejoramiento genético de variedades, y en la detección de patrones de variabilidad genética de patógenos e insectos de importancia.



Variedades	
P. Patrón	5. CC 91-1999
1. CC 57-603	6. CCSP 89-1997
2. RD 75-11	7. CC 89-2000
3. V 71-51	8. CC 87-473
4. MZC 74-275	9. CC 87-505

Figura 10. Amplificación del ADN de nueve variedades de caña utilizando el microsatélite SMC 236 CG.



Figura 11. Plantas de la variedad CC 84-75 transformadas con el gen de resistencia al virus del síndrome de la hoja amarilla. Invernadero de bioseguridad, centro experimental CENICAÑA.

Caracterización molecular de variedades

Durante 2001 se estandarizó la técnica de microsatélites utilizando geles de poliacrilamida y tinción con plata para la caracterización molecular de variedades. Con estos marcadores se identificaron patrones específicos de bandas en la mayoría de las variedades, lo cual señala su utilidad para proteger y patentar materiales de interés agronómico y económico.

Utilizando el microsatélite SMC 236 CG se amplificó el ácido desoxirribonucleico (ADN) de nueve variedades; a manera de ejemplo se muestra el patrón único de la variedad CC 91-1999, carril 5 (Figura 10).

Los microsatélites son marcadores moleculares desarrollados por el Consorcio Internacional de Biotecnología de la Caña de Azúcar (ICSB) en el cual participa CENICAÑA.

Plantas transgénicas

En investigaciones del Consorcio de Biotecnología se construyó el gen de resistencia al virus causal del síndrome de la hoja amarilla (SCYLV), patógeno que se transmite por el uso de semilla infectada o por la acción de áfidos vectores (ver página 15).

En condiciones de laboratorio controladas este gen fue introducido en el tejido de plantas de la variedad susceptible CC 84-75, lo cual se confirmó con el método molecular de detección *southern blot*. Las plantas transgénicas se encuentran actualmente en el invernadero de bioseguridad del centro experimental de CENICAÑA (Figura 11).

CENICAÑA realiza mejoramiento genético para la producción de plantas de caña de azúcar resistentes a los principales patógenos causantes de pérdidas económicas en el cultivo. El uso de metodologías convencionales para la inoculación de plántulas y su posterior selección por resistencia o susceptibilidad al desarrollo de enfermedades (arriba) se combina con tecnologías de ingeniería genética como el cultivo de tejidos y la recombinación del ácido desoxirribonucleico —ADN. Plantas de la variedad CC 84-75 transformadas al introducir en su ADN un gen de resistencia al síndrome de la hoja amarilla permanecen en observación en el invernadero de bioseguridad del centro experimental (abajo).



Variabilidad genética de la hormiga loca

Se utilizaron técnicas moleculares para comparar poblaciones de la hormiga loca (*Paratrechina fulva*) e identificar sus diferencias o polimorfismos con el fin de proporcionar información de apoyo para el control del insecto considerado una plaga potencial en condiciones de cosecha continua y extensiva en verde. Individuos de *Paratrechina longicornis* recolectados en el centro experimental de CENICAÑA se utilizaron como especie de referencia.

A través de los estudios se confirmó la variabilidad genética de *P. fulva* en los distintos ambientes donde se colectaron los individuos para el análisis; las poblaciones procedentes de CENICAÑA, el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) y el Ingenio Mayagüez son muy similares entre sí a nivel genético, y difieren considerablemente de las poblaciones provenientes de la laguna de Sonso, las áreas aledañas a los ingenios Incauca, Providencia y Risaralda y algunos sitios del departamento de Boyacá. Además de las variaciones genotípicas también se encontraron diferencias morfológicas entre las poblaciones, lo cual sugiere la presencia de una especie *Paratrechina* diferente de la hormiga loca *P. fulva*.

Sanidad vegetal

Los avances más significativos en esta área se relacionan con la evaluación de nuevos métodos para la multiplicación de variedades libres de patógenos y con el conocimiento de la biología y la ecología de plagas y enfermedades del cultivo de la caña de azúcar en función de su manejo integrado.

Multiplicación de variedades

Con el fin de obtener semilla sana para la multiplicación de variedades libres de virus y bacterias, CENICAÑA e Incauca evalúan desde 1999 la efectividad de establecer semilleros básicos en el área azucarera a partir de semilla producida en un sitio apartado de los cultivos comerciales (identificada como *semilla de fundación*) la cual, a su vez, proviene de plántulas limpias de patógenos.

A continuación se presentan el proceso y los resultados obtenidos.

Semilleros de fundación. Plántulas completamente sanas obtenidas por cultivo *in vitro* y sometidas a termoterapia fueron proveídas a Incauca como fuente de semilla para establecer el correspondiente semillero de fundación en el municipio de La Cumbre, Valle del Cauca, a 1400 m.s.n.m., donde las condiciones geográficas y climáticas difieren de las encontradas en la región azucarera.

El proceso se inició en septiembre de 1999 con la siembra de las variedades CC 84-75, CC 85-92, V 71-51 y RD 75-11 y desde entonces se han efectuado en plantilla y soca diversas evaluaciones de seguimiento periódico de la incidencia de enfermedades. Los resultados han sido siempre negativos para raquitismo de la soca, escaldadura de la hoja y síndrome de la hoja amarilla con lo cual se ratifica que en estas condiciones las variedades permanecen completamente sanas, sin que se requiera repetir el proceso de limpieza.

Semilleros básicos. Establecidos con semilla proveniente de la plantilla de los semilleros de fundación, fueron ubicados en el área de influencia del ingenio Incauca. Las evaluaciones de sanidad señalaron reinfección de las plantas de CC 84-75 con el virus del síndrome de la hoja amarilla en algunos sitios aledaños a suertes comerciales donde se encontraba la misma variedad infectada. En el caso de la CC 85-92 no se encontraron plantas con reinfección incluso en áreas rodeadas de plantaciones comerciales enfermas. Iguales resultados se obtuvieron al evaluar la soca de estos semilleros básicos.

De acuerdo con las observaciones realizadas se presume que áfidos vectores del virus actúan efectivamente en el proceso de diseminación de la enfermedad, en especial desde plantaciones cercanas de CC 84-75 infectadas. Así mismo, nuevamente se comprobó el comportamiento de la variedad CC 85-92 como resistente al virus del síndrome de la hoja amarilla.

Áfidos vectores del virus del síndrome de la hoja amarilla

Se realizaron estudios comparativos de transmisión del virus empleando los áfidos *Rhopalosiphum maidis* y *Melanaphis sacchari*. Las infecciones se efectuaron en plantas sanas de la variedad de caña SP 71-6163, y en sorgo var. Río y maíz var. Sikuaní como posibles hospedantes.

En cinco ensayos con *R. maidis* en caña se identificaron entre 13 y 60% de plantas infectadas (promedio ponderado de 28%) mientras en sorgo y maíz no se presentó infección.

En siete ensayos con *M. sacchari* (derecha) la transmisión en caña varió de 30 a 88% (promedio ponderado de 52%), en maíz el virus fue transmitido al 42% de las plantas y en sorgo al 19%.

Los resultados indican que *M. sacchari* es más eficiente que *R. maidis* como vector del virus causal del síndrome de la hoja amarilla y que plantas de maíz y sorgo pueden ser hospedantes alternos del virus.

Manejo integrado de la hormiga loca

La hormiga loca mantiene una estrecha relación con insectos chupadores tales como el piojo harinoso rosado *Saccharicoccus sacchari* (Homoptera: Pseudococcidae) y la escama *Pulvinaria* sp. (Homoptera: Coccidae). Estos chupadores son protegidos por las hormigas a cambio de alimento y los daños que causan a la caña inducen pérdidas en la producción de caña y en la concentración de sacarosa.

Para comprender mejor la asociación entre la hormiga y los chupadores, en condiciones de laboratorio se determinó la biología y el comportamiento de *S. sacchari* y *Pulvinaria* sp. Adicionalmente, en campo se detectó que las colonias de *S. sacchari* y los individuos de *Pulvinaria* pueden ser atacados por moscas, posiblemente pertenecientes al género *Diadoplosis* (Diptera: Cecidomyiidae), cuyas larvas se alimentan de las ninfas después de eclosionar. De igual forma se estableció la presencia de avispas pertenecientes a la familia Encyrtidae (Hymenoptera) atacando ambos chupadores en niveles que señalan un papel destacado de estas avispas en regular las poblaciones de los chupadores.

Con el objetivo de establecer un manejo integrado de la hormiga loca se continuaron las evaluaciones de cebos tóxicos. Los resultados mostraron que el fipronil es un compuesto con muy buena acción insecticida para el control de este insecto. El cebo está compuesto por el ingrediente activo disuelto en aceite o bien suspendido si se usa una formulación comercial en medio acuoso, el cual se agrega en la mezcla seca de harina de pescado + bagacillo. Ensayos realizados en los ingenios Providencia y Risaralda indicaron que el cebo ejerce un buen control (Figura 12). Se obtuvieron resultados similares en evaluaciones realizadas en la zona panelera de la hoya del río Suárez.



El pulgón gris, *Melanaphis sacchari*, se encuentra comúnmente formando colonias en el envés de las hojas de caña donde sus secreciones azucaradas inducen la aparición de fumagina. En el trópico no existen machos y cada individuo es una hembra que pasa por cuatro estados de desarrollo hasta completar su madurez reproductiva. Las hembras aladas emigran para colonizar nuevas plantas y con un solo contacto pueden transmitir el virus causal del síndrome de la hoja amarilla.

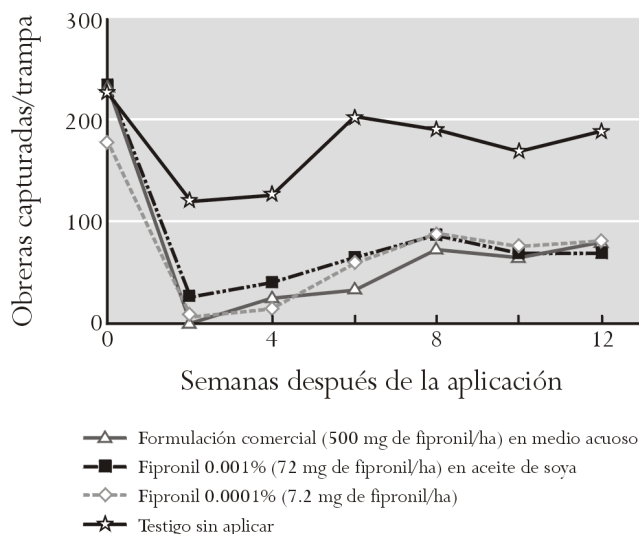


Figura 12. Evaluación de insecticidas en cebos para el control de la hormiga loca *Paratrechina fulva*. Hacienda Providencia, Ingenio Providencia.

Como una alternativa de manejo al control con cebos se estudia el ácaro *Macrodonychus sellnicki*, parásito de las pupas de la hormiga loca. El parasitismo en un campo se da por parches, con niveles altos y bajos simultáneamente. Aunque la capacidad de desplazamiento del ácaro es muy limitada y su desarrollo es lento, es posible que en el largo plazo tenga un efecto de control en el crecimiento de las poblaciones de la hormiga loca.

Manejo integrado del pulgón amarillo

El pulgón amarillo *Sipha flava* es una plaga de importancia creciente en la región azucarera y, hasta el momento, la aplicación de insecticidas sintéticos es la única medida de control efectiva. CENICAÑA investiga el uso de depredadores pertenecientes a la familia *Chrysopidae*, cuyas larvas consumen voraz y masivamente insectos como el pulgón amarillo.

Con el apoyo de científicos de la Universidad de Cornell se identificaron las especies *Chrysoperla externa*, *Ceraeochrysa claveri* y *Ceraeochrysa cubana*, y se confirmó la identificación de dos especies exóticas criadas comercialmente: *Chrysoperla rufilabris* y *Chrysoperla carnea*. Estas últimas muestran la mayor voracidad pero no tienen buena capacidad de adaptación en los ambientes del valle del río Cauca.

Se diseñó una metodología que permite diferenciar las variedades susceptibles de las resistentes. Los resultados experimentales correlacionaron muy bien con las evaluaciones en lotes comerciales, confirmando la susceptibilidad al áfido de las variedades Mex 52-29, Co 421, PR 61-632, RD 75-11 y POJ 2878 así como la resistencia de CP 57-603, MZC 74-275 y CC 85-92.

Fertilización

Los resultados de nueve experimentos de fertilización con nitrógeno (N) y potasio (K) en cinco variedades mostraron que las respuestas a estos nutrientes aumentaron al pasar de plantilla a primera soca y de primera a segunda soca, especialmente en suelos con drenaje pobre y niveles bajos de materia orgánica.

De otra parte, pruebas de manejo de N y K en suelos del conjunto Galpón con las variedades CC 85-92 y CC 84-75 resultaron en mayores producciones de caña a medida que se aumentó la dosis del fertilizante nitrogenado pero con efectos negativos en el contenido de sacarosa. La respuesta al potasio fue baja y sin tendencia clara. Estos suelos se caracterizan por ser de textura fina, moderadamente profundos y de fertilidad relativamente alta.

Caña Verde

El macroproyecto de caña verde se está desarrollando con el apoyo económico de COLCIENCIAS y tiene como misión generar la tecnología de cultivo para la caña en verde, buscando mantener o reducir los costos unitarios de producción y contribuir con la conservación y protección del medio ambiente. Desde el comienzo se ha buscado desarrollar los componentes de un sistema de producción en verde dentro de una estrategia general de mejoramiento continuo que ha evolucionado en la medida en que el programa ha avanzado.

El macroproyecto fue revisado en el año 2001 con la participación de miembros de la agroindustria con el propósito de identificar los temas prioritarios de investigación que deben ser enfatizados en los años que restan para la adopción total de la cosecha en verde. Se han logrado avances importantes y también se han identificado varios temas adicionales de investigación que deben ser desarrollados rápidamente con el fin de dar a la caña verde un enfoque global que cubra el manejo del campo y la fábrica. A continuación se detallan los resultados más importantes en el desarrollo del sistema de producción.

Diseño de los campos

La cosecha en verde afecta las operaciones de campo y fábrica. Los nuevos diseños de los campos deben estar orientados a mejorar el desempeño del riego, el drenaje y los equipos de laboreo y cosecha, y por tanto deben incluir especificaciones sobre longitud, pendiente, conformación y espaciamiento de los surcos, además de recomendaciones sobre la infraestructura de riego, drenaje, ancho de callejones y geometría de los tableros.

En las investigaciones iniciales se generaron los criterios de diseño para las zonas secas y en la segunda fase la investigación está concentrada en las zonas húmedas, con suelos de textura fina, pendiente menor que 0.8% y precipitación anual mayor que 1300 mm.

En las zonas húmedas la longitud de los surcos puede variar entre 90 y 120 m; los canales para el drenaje superficial deben construirse con una profundidad de 15 cm, ancho de boca de 50 cm, talud hacia el campo de 0.25:1 y talud hacia el callejón de 2:1. Las acequias secundarias deben tener una profundidad de 20 cm, boca de 85 cm, talud hacia el campo de 0.25:1 y talud hacia el callejón de 3:1. En campos con pendientes menores que 0.3% en la dirección transversal a los surcos se deben construir colectores de drenaje paralelos a los surcos y espaciados entre 150 y 300 m.

Espaciamiento de los surcos

Aunque actualmente la disparidad entre las trochas (distancia entre llantas) de los equipos disponibles y el espaciado de los surcos se ha reducido bastante, es conveniente establecer la distancia de surcado más adecuada para aminorar los daños directos a las plantaciones.

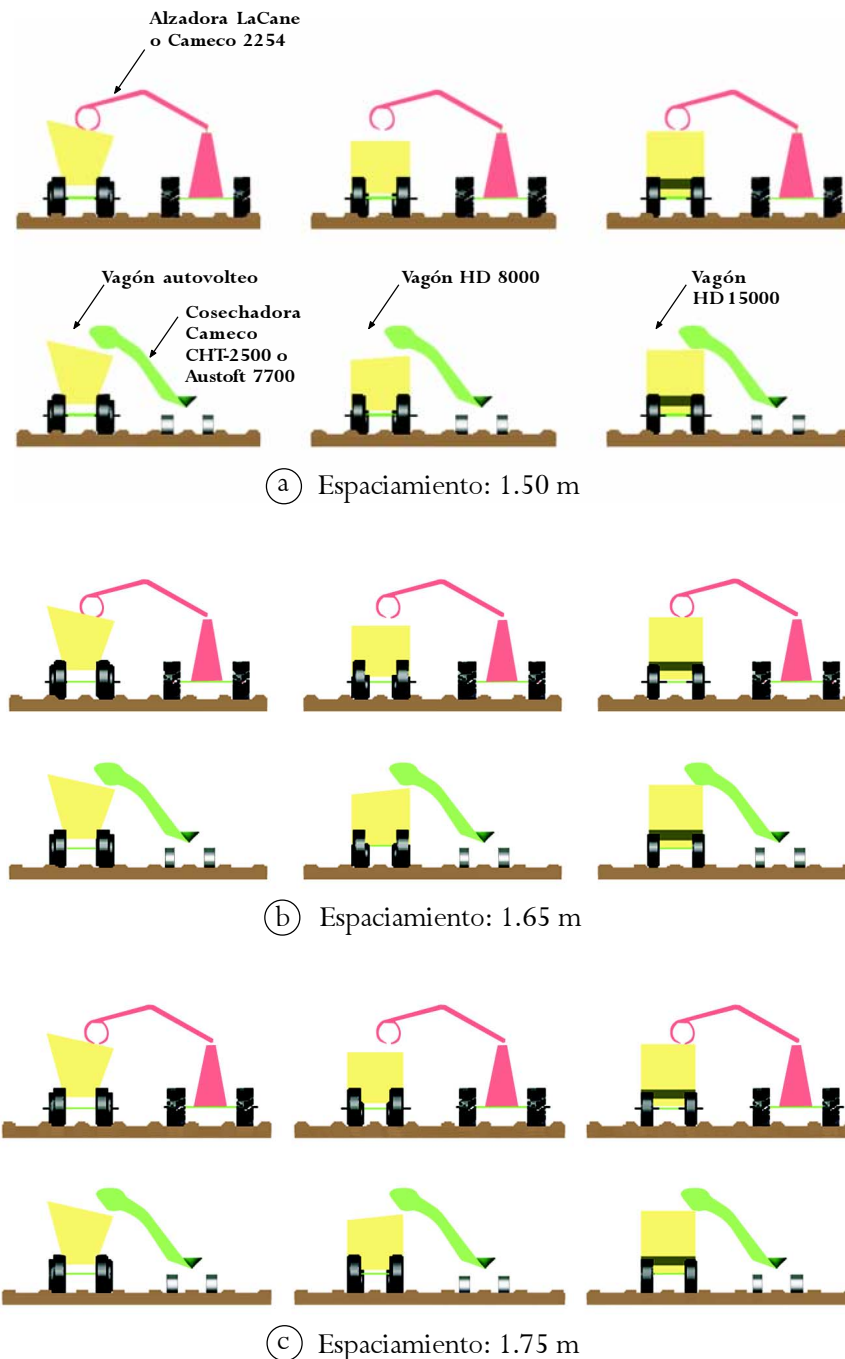


Figura 13. Patrón de tráfico de los sistemas de cosecha semimecanizada y mecanizada de acuerdo con los diferentes equipos y el espaciado de los surcos.

Las trochas de los diferentes equipos usados para la cosecha no coinciden con el espaciado de 1.50 m. En estas condiciones el daño al cultivo por tráfico se acentúa debido a que el ancho de las cepas puede sobrepasar los 60 cm; el espaciado de 1.50 m presenta riesgos por la alta probabilidad de tráfico sobre las cepas (Figura 13a).

Las siembras a 1.65 m no resolverían el problema de daños a las cepas causados por los equipos de cosecha, aunque se mejoraría un poco el patrón de tráfico (Figura 13b).

El espaciado a 1.75 m presenta los mejores patrones de tráfico con todos los equipos. En el caso de la cosecha mecanizada persiste el problema del conductor de descarga, el cual debe alargarse por medio de una extensión, y los vagones deben ser más bajos para acomodar la cosechadora (Figura 13c).

Lo anterior indica que los equipos actuales de cosecha causan el menor daño a las cepas cuando el espaciado entre surcos es de 1.75 m. CENICAÑA seguirá investigando el impacto global del espaciado de los surcos sobre la producción, las labores de cultivo, el desempeño de la cosecha y el manejo de los residuos en las diferentes zonas agroecológicas.

Manejo de aguas

El riego por pulsos ha mostrado potencial para mejorar la eficiencia de aplicación del riego en caña de azúcar. En conjunto con el Ingenio Manuelita se evaluó el desempeño del riego por pulsos en cañas socas aporcadas, con longitudes de surco de 130 m y aplicando caudales por surco entre 4 y 6 l/s. Al regar por surco alterno con caudal continuo el volumen de agua superó los 1200 m³/ha, mientras al regar por surco alterno con caudal intermitente (pulsos) el ahorro de agua fue de 360 m³/ha. Con el costo actual del agua igual a Col\$60/m³ se obtiene una economía de \$21,600/ha por riego, equivalente a \$108,000/ha-año.

Las evaluaciones del riego por pulsos continuarán durante el año 2002 con el fin de determinar las eficiencias de aplicación y almacenamiento en la zona de raíces, la uniformidad en la distribución del agua y el rendimiento económico.

Nuevas opciones de drenaje

El mejoramiento del drenaje en el cultivo de la caña está dirigido esencialmente hacia la evacuación de los excesos de humedad que impiden la ejecución oportuna y rápida de las labores de cultivo y cosecha. El drenaje a dos niveles ha mostrado ser eficiente en suelos de baja permeabilidad pero debe complementarse con la nivelación a precisión de los terrenos, la roturación profunda del suelo, el aporque alto de los surcos y la construcción de drenes topo.

En la hacienda El Naranjo de Incauca, donde el suelo es arcilloso y con pendiente de 0.2%, la precipitación anual es de 1700 mm y la conductividad hidráulica es lenta (0.12 a 0.50 m/día), se evaluaron diferentes secuencias de labores para la preparación del terreno. Al realizar las labores más superficiales seguidas por las labores más profundas se obtuvieron beneficios en cuanto a la calidad de las labores y aumentos en la producción. Con el subsuelo cruzado realizando un primer pase en el sentido del surco a 0.8 m de separación y 0.65 m de profundidad, y el segundo pase a 15° del surco seguido por la rastrillada, la surcada, la siembra y, como última labor, a los 30 a 60 días después de la siembra, la ejecución del subsuelo topo a 0.65 m de profundidad, se obtuvo una producción de caña de 157 t/ha con la variedad CC 84-75; la mayor producción de caña obtenida hasta ahora en este campo. Estos resultados conducen a la necesidad de examinar con más detalle la secuencia de las labores de preparación y cultivo en caña de azúcar.



“El uso de politubulares y las aplicaciones con caudal aumentado son parte del sistema de riego por pulsos que estamos evaluando con el apoyo de Ricardo Cruz, Ingeniero de Suelos y Aguas de CENICAÑA”, comenta Mario Prada (derecha), Ingeniero Agrónomo del Ingenio Manuelita. Para evitar la erosión del suelo debida al caudal aumentado se usan mangas antierosivas (ver recuadro superior).

En el riego por pulsos el agua se aplica a los surcos de forma intermitente mediante el uso de tuberías con compuertas y una válvula mariposa accionada por una computadora provista de un panel solar. (al fondo, en la intersección de los tubos)

Nutrición y fertilización

Las recomendaciones de fertilizantes para la caña de azúcar en suelos de la parte plana de valle del río Cauca se basan fundamentalmente en factores del suelo y el cultivo. Las recomendaciones de nitrógeno (N) dependen del contenido de materia orgánica, el drenaje, la profundidad del nivel freático del suelo, el número de corte y la variedad de caña de azúcar. Las recomendaciones de fósforo (P) dependen del contenido de P disponible en el suelo, y las recomendaciones de potasio (K) del contenido de K intercambiable y la relación $(Ca + Mg)/K$ del suelo (fracciones intercambiables del suelo). Es, por lo tanto, necesario disponer de la información del análisis de suelos para las recomendaciones.

Incorporación de residuos y fertilización con N, P y K

Los cambios que se deriven de la incorporación de los residuos de cosecha en los suelos a lo largo del ciclo del cultivo no solamente repercutirán en la fertilidad del suelo sino también en las recomendaciones de fertilizantes y enmiendas. Las tablas de recomendaciones (Quintero, 1993) permiten hacer estos ajustes o cambios en las dosis recomendadas; sin embargo, se adelantan nuevas investigaciones para evaluar conjuntamente las dosis de N, P y K y los métodos y dosis de aplicación de N a fin de precisar cada vez más la fertilización de la caña de azúcar cosechada en verde.

Los dos primeros cortes que se han efectuado en el centro experimental de CENICAÑA aún no muestran cambios en las propiedades químicas del suelo; la primera soca de la CC 85-92 respondió a la fertilización en el siguiente orden: $N > K > P$.

Formas de aplicación de N

La eficacia del N aplicado al suelo depende de la forma de aplicación. La experimentación señala que la eficiencia es mayor con la aplicación de N en banda e incorporado al suelo en comparación con la aplicación en banda superficial o al voleo sobre el surco. Debido a que la eficacia puede cambiar con la precipitación, se están estudiando los métodos de aplicación y las dosis de nitrógeno en un suelo ácuico de la zona sur del valle del río Cauca.

Plagas y enfermedades

El área cosechada en verde todavía es pequeña (23%) y la práctica tan reciente que aún no se han visto efectos tangibles sobre las plagas y las enfermedades. Hasta el momento no se han registrado incrementos de las enfermedades de la caña de azúcar debidos a la cosecha en verde. La razón principal es la alta resistencia de las nuevas variedades a las principales enfermedades de la zona (carbón, roya, mosaico, raquitismo de la soca y escaldadura de la hoja), y la alta calidad sanitaria del material de siembra utilizado comercialmente. Se enfatiza el control del raquitismo de las socas y la escaldadura de la hoja porque es muy probable que estas

enfermedades aumenten con la adopción de la cosecha mecanizada, a menos que se tomen medidas efectivas de control mediante limpieza de las máquinas empleadas. En algunos campos cosechados en verde se observó baja germinación de la soca a causa de la alta humedad del suelo y al efecto alelopático de los residuos antes que por la presencia misma de patógenos.

En los períodos húmedos se ha observado la proliferación del cucarrón de invierno *Podischnus agenor* (Coleoptera: Melolonthidae: Dynastinae) en algunas zonas; pero una vez regresa el tiempo seco las poblaciones disminuyen a niveles bajos. En las zonas cosechadas en verde se ha notado menor incidencia de los insectos barrenadores del tallo.

Las áreas cosechadas en verde están siendo evaluadas para identificar de manera oportuna cualquier cambio drástico y de hecho tomar las acciones pertinentes.

Manejo de residuos

La quema de la caña antes del corte facilita el manejo de los residuos al encallarlos al 4x1 ó al 5x1 con un costo relativamente bajo usando 2 jornales/ha en encalle manual, o menos de 0.8 horas/ha con encalle mecánico. Actualmente, el manejo de los residuos de la cosecha en verde con encalle manual al 2x1 cuesta entre tres y cinco veces más, lo cual incrementa notoriamente los costos de producción. Sin embargo, es necesario examinar en conjunto todo el proceso de producción y elaboración de azúcar para determinar el cambio en la rentabilidad del negocio. En la mayoría de los ingenios el sobre costo del encalle de los residuos varía entre Col\$60,000 y \$80,000/ha, valor que se puede pagar con 1 kg adicional de azúcar que se recupere por cada tonelada de caña verde limpia molida. Los ingenios que están cosechando en verde limpio obtienen recuperaciones adicionales de azúcar de 5 a 8 kg por tonelada de caña, cantidad que cubre el sobre costo del corte y el manejo de los residuos.

Cuando se va a renovar un campo cosechado en verde los residuos dificultan la ejecución de las labores de preparación y es necesario esperar entre 25 y 30 días para que disminuyan su volumen y pierdan consistencia. Luego se realizan hasta dos o tres pases de rastra pesada para incorporarlos al suelo y posteriormente se realizan las labores convencionales que involucra la renovación. Los pases adicionales de rastra pesada acarrean costos adicionales de \$200,000/ha en la preparación del suelo.



Para encallar al 2x1 los residuos de la cosecha en verde se utilizan encalladoras tipo “Lelly” reforzadas (arriba) con eficiencias entre 0.3 y 0.8 hectáreas por hora, labor seguida por una rectificación manual que demanda entre 1.2 y 4.3 jornales por hectárea.



El manejo de los residuos de cosecha es el mayor inconveniente percibido por los cañicultores para implementar el sistema de producción con caña verde. CENICAÑA avanza en el desarrollo de una máquina picadora de residuos que pueda ser utilizada a escala comercial en las condiciones locales para manejar los residuos en socas y lotes por renovar. “El mecanismo de picado funciona; el reto ahora es equiparar los costos de la labor de picado con los causados por el encalle mecánico y la rectificación manual” afirma Carlos Alberto Madriñán (izquierda), Asesor de Mecanización Agrícola en este proyecto.

Picadora de residuos

El picado de los residuos de la cosecha en verde facilita el manejo de las cañas socas y constituye una opción atractiva en los campos que se van a renovar al reducir el costo de las labores y el tiempo muerto requerido para la incorporación de los residuos al suelo. CENICAÑA ha venido trabajando en el desarrollo de una mesa para la recolección y alimentación del residuo a una máquina forrajera Claas Jaguar 880. A pesar de que la calidad de la labor de recolección y picado de los residuos es buena, la eficiencia en términos de t/h de residuos picados es baja. El proceso mecánico de picar los residuos de caña consume alta potencia y por esta razón se ha considerado reducir el tamaño de la mesa a 3.6 m, y evaluar el costo económico de la labor y compararlo con la opción del encalle manual.

Cosecha

En el último año la industria azucarera colombiana cosechó manualmente el 93% de la caña y de este porcentaje el 80% se cosechó en quemado: el 75% con el sistema manual y el 2% con el sistema mecánico. El 23% se cosechó en verde: 11% manual sin limpieza, 7% manual limpio y 5% en verde mecánico. La proporción de la caña cosechada en verde no aumentó con respecto al año anterior.

La eficiencia del corte manual en caña quemada fue de 5.7 t/día mientras en caña verde sin limpieza el rendimiento del cortero fue de 3.8 t/día. Al cosechar en verde limpio el rendimiento de corte se redujo a 2.4 t/día y a través de un programa de capacitación y motivación de los corteros, realizado en varios ingenios, en algunos casos se logró aumentar el rendimiento a 3.0 t/día. Los bajos contenidos de materia extraña en la caña verde limpia (1.5 a 3.0%) hacen atractivo este sistema de cosecha; al cosechar en verde limpio se disminuyen los costos de alce y transporte, se obtiene una mayor recuperación de azúcar por tonelada de caña y se facilita el proceso de elaboración.

En 2001 la industria azucarera colombiana contaba con 25 cosechadoras de caña, de las cuales mantuvo diez en operación, dos en evaluación y desarrollo, y trece en reserva que corresponden a máquinas con más de cinco años de uso. El Ingenio Manuelita cosechó cerca del 37% de la caña mecánicamente mientras en otros ingenios se cosechó menos del 10%. Ante el compromiso de la cosecha en verde en 2005, varios ingenios de la región están reconsiderando la adopción de la cosecha mecanizada en las áreas aptas.

La adopción de la cosecha mecanizada en verde trae consigo niveles de materia extraña en la caña cosechada que superan el 10%; los ingenios deben adaptar su infraestructura y sus procesos para poder manejar mayores niveles de materia extraña. Es necesario analizar el efecto de la materia extraña en el proceso de molienda con caña verde y determinar los costos de elaboración en estas circunstancias. El análisis económico ayudará a establecer si es más conveniente hacer la limpieza de la caña en el campo (corte verde limpio), limpiarla en la fábrica o asumir los sobrecostos de elaboración. Este análisis se hará en 2002.

Áreas potenciales para mecanizar la cosecha

La cosecha manual en verde es un proceso que conlleva rendimientos bajos en corte, transporte, molienda y fabricación del azúcar. En la medida en que se desarrolle el país la población buscará empleos que demanden menor esfuerzo físico y, en ese momento, la industria deberá estar preparada para mecanizar los procesos agrícolas y en especial la cosecha de la caña en verde. La mecanización del campo, a pesar de ser un proceso costoso, traerá beneficios a la industria en cuanto a flexibilidad en el tiempo para la cosecha y en la ejecución de las labores por el mayor rendimiento obtenido.

El proceso de mecanización de la cosecha debe realizarse de manera racional tomando en consideración los factores que afectan el desempeño de las máquinas cosechadoras, como el tiempo disponible para las operaciones de cosecha cuando la lluvia no interfiera con su desempeño y no se causen daños a los campos (traficabilidad). El desempeño de las máquinas puede también estar limitado por la pendiente de los campos, por la presencia de gravas o piedras en la superficie del terreno y por la posibilidad de los suelos de encharcarse con la presencia de lluvias ligeras.

Para determinar las áreas potenciales en donde se podría cosechar manual o mecánicamente en el año 2005 se generaron mapas teniendo en cuenta los factores mencionados con base en información tomada del estudio semidetallado de suelos del IGAC (1980). Se identificaron las áreas potenciales con los escenarios de precipitación que ocurren en los años normales y en los años húmedos con presencia del fenómeno de La Niña (Figura 14).

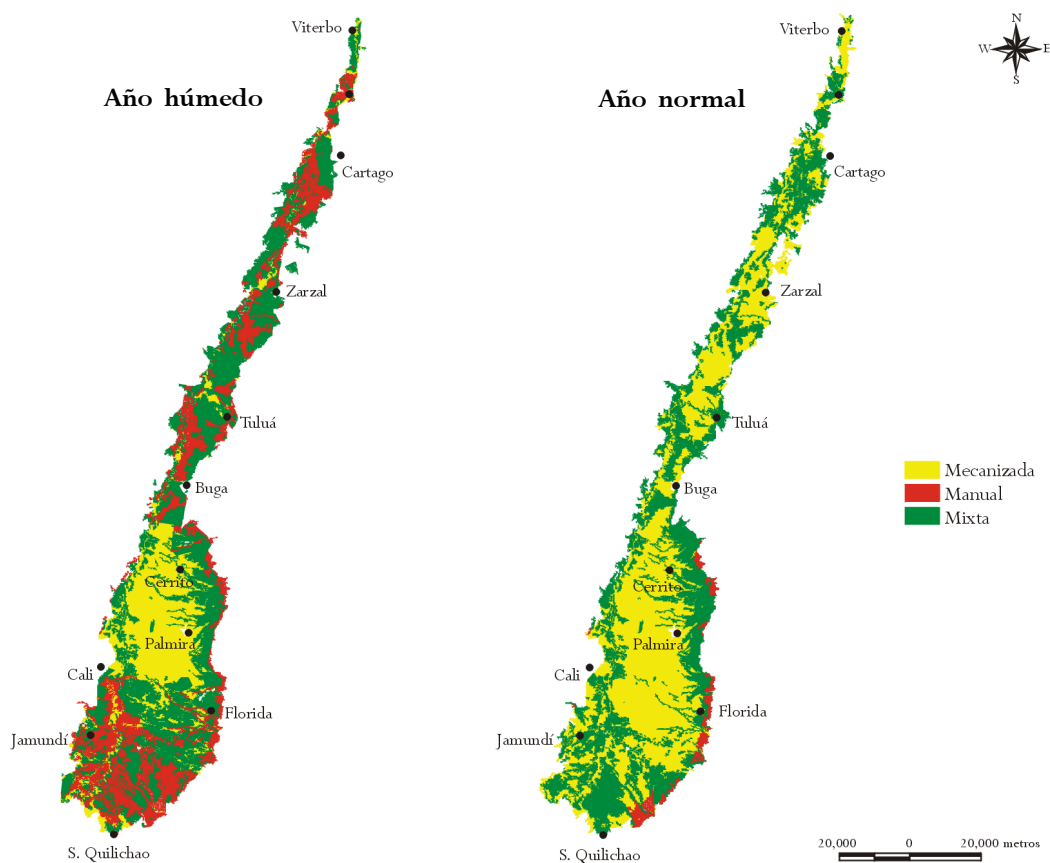


Figura 14. Proyección de las áreas potenciales para la cosecha manual o mecanizada en el valle del río Cauca en condiciones de clima promedio y húmedo (elaborado año 2001).

Existen zonas donde la cosecha puede ser completamente mecanizada, mientras existen unas zonas “mixtas” en donde las condiciones específicas (locales) de las suertes deben ser analizadas para determinar la viabilidad de la cosecha mecanizada o manual. Así mismo, se definieron unas áreas obligadas en donde la cosecha debe ser manual. El área plana del valle geográfico del río Cauca es casi de 400,000 hectáreas, de las cuales 200,000 están cultivadas con caña. En un año con condiciones de clima promedio se podría mecanizar más del 50% del área sembrada, mientras que en años de condiciones húmedas solamente se podría mecanizar cerca del 25% del área. El área mixta, después de una inspección visual del lugar, se podría incluir en uno de los dos sistemas de cosecha. En años con condiciones secas casi toda el área se podría mecanizar exceptuando algunas zonas del piedemonte de las cordilleras Central y Occidental.



El compromiso de la cosecha en verde en el año 2005 traerá cambios técnicos y requerirá inversiones para adecuar los campos, comprar tractores, vagones, encalladoras, cosechadoras y contratar personal adicional para la ejecución de las labores agrícolas manuales. CENICAÑA en conjunto con ASOCAÑA están realizando estudios económicos para dimensionar el impacto económico y social del cambio a la cosecha en verde simulando diferentes escenarios de mecanización del campo y la cosecha.

Reducción Pérdidas de Sacarosa

Con el objetivo de contribuir a reducir las pérdidas de sacarosa ocurridas desde el momento de la cosecha de la caña hasta el momento del empaque del azúcar, a partir de 1994 CENICAÑA inició actividades encaminadas a identificar los sitios, condiciones y procesos en los que se presentan las pérdidas, determinar su nivel y proponer alternativas para controlarlas y disminuirlas.

Los proyectos establecidos se han orientado a determinar:

- a) Las consecuencias del tiempo de permanencia de la caña entre corte y molienda y los efectos de la materia extraña incorporada durante la cosecha en el proceso industrial.
- b) La relación entre las características de la caña y los sistemas de preparación y extracción.
- c) Metodologías para un mayor agotamiento de la miel final.

Los resultados y su análisis han motivado en los ingenios la introducción de mejoras en la logística de corte, alce y transporte, así como el inicio de programas de optimización de los procesos de preparación y molienda, clarificación, semillamiento y cristalización. Los cambios e inversiones efectuados han significado mejoras sustanciales en los procesos, reducción de las pérdidas de sacarosa y aumentos en la productividad y los ingresos.

Pérdidas de sacarosa entre cosecha y molienda

El estudio cinético del proceso químico del deterioro de la caña después del corte efectuado con ocho variedades mostró la factibilidad de cuantificar las pérdidas de sacarosa de cada variedad utilizando la aproximación físicoquímica correspondiente a una cinética de primer orden para la hidrólisis de sacarosa. Los resultados indicaron que con cosecha en verde la variedad MZC 74-275 presenta mayor tendencia al deterioro que las variedades CC 85-92, V 71-51, PR 61-632 y CC 85-68.

De otra parte, para validar los niveles de pérdidas de sacarosa asociados al contenido de materia extraña y al tiempo de permanencia de la caña entre corte y molienda se efectuó un análisis comparativo con información comercial de diferentes ingenios. En general, se encontró que por cada unidad (%) de materia extraña se reduce el azúcar recuperable entre 0.14 y 0.23 unidades, equivalentes a una disminución entre 1.2 y 1.8% del azúcar recuperable estimado % caña. Además se concluyó que por cada hora de permanencia de la caña en el campo o en equipos de transporte las pérdidas de azúcar recuperable ascienden hasta 0.15% del azúcar recuperable % caña estimado en la caña fresca.

El análisis de los resultados sobre las pérdidas de sacarosa entre cosecha y molienda muestra la conveniencia de mejorar la logística en el planeamiento y el desarrollo de la cosecha, como también reducir los tiempos de permanencia y los niveles de materia extraña en la caña moledera. Por tal motivo se sugiere revisar las políticas y los procedimientos actuales para los procesos de corte, alce y transporte; instaurar y normalizar el corte manual verde limpio para épocas

lluviosas; buscar un sistema de alce que reduzca los daños al campo en épocas lluviosas; definir pautas y procedimientos para el corte en verde, mecánico y manual limpio; y sistematizar un programa anual de molienda.

El sistema de corte y las pérdidas de sacarosa

En el Ingenio Manuelita se llevó a cabo un ensayo comercial con la variedad CC 85–92 para determinar las pérdidas de sacarosa entre cosecha y molienda relacionadas con los diferentes sistemas de corte de la caña: manual y mecanizado, con quema previa y en verde. Los resultados señalan que las mayores pérdidas o reducciones de la sacarosa % caña ocurren cuando la caña se cosecha mecánicamente tanto quemada como en verde; con este sistema, a pesar de lograr mínimos tiempos de permanencia, los niveles de materia extraña son altos.

Por consiguiente, el monitoreo y el control de la materia extraña, la adopción del corte verde limpio o semilimpio especialmente en épocas lluviosas y el cultivo de variedades que produzcan menos residuos en cosecha podrían contribuir a reducir de manera efectiva las pérdidas de sacarosa de la caña para molienda.



Las pérdidas de sacarosa son distintas dependiendo del sistema de cosecha, entre otras causas por el efecto de la quema realizada antes del corte, los componentes de materia extraña que se mezclan con la caña y el tiempo que transcurre mientras ésta llega a los molinos.

Pérdidas de sacarosa en bagazo

Para reducir las pérdidas de sacarosa en el bagazo, las etapas de preparación de la caña y extracción de los jugos se abordan de manera integral buscando precisar los elementos que contribuyen en forma asociativa a la eficiencia y la confiabilidad de los procesos.

Durante el año 2001 se evaluó el uso de desfibradoras para la preparación de la caña, se aplicaron técnicas para ajustes de los molinos y se continuó con el desarrollo de modelos de extracción.

Mejoramiento de la preparación de la caña

En el último año se prestó apoyo en dos ingenios para el desarrollo de proyectos de adopción de máquinas desfibradoras con el fin de mejorar la preparación de la caña y la extracción. Empleando metodologías y equipos del Laboratorio Móvil de CENICAÑA se evaluó el nivel de preparación alcanzado y se efectuaron cambios en los ajustes de los molinos buscando optimizar la extracción con las nuevas condiciones de operación. Actualmente cuatro ingenios colombianos utilizan máquinas desfibradoras con niveles de preparación alrededor de 75-85 P.O.C. (pol en células abiertas, sigla en inglés). Estos valores indican buenos niveles de preparación, propios de las desfibradoras livianas y medianas, pero aún distan de las preparaciones obtenidas con desfibradoras de trabajo pesado en lugares como Australia y Sudáfrica (~90 P.O.C.)



Martillos desgastados de una desfibradora de caña.

El desgaste acelerado de los martillos de las desfibradoras dificulta sostener el nivel de preparación e impone costos de mantenimiento importantes, especialmente en época de lluvias. CENICAÑA realiza pruebas en las que compara alternativas de recuperación de las puntas con el fin de encontrar la mejor opción para controlar el desgaste y definir un procedimiento de mantenimiento estandarizado.

Técnicas de ajustes de molinos

En seis ingenios se apoyó la gestión de operación de estaciones de molienda aplicando técnicas de ajustes basadas en el criterio de la compactación, el cual es de uso generalizado en países como Australia, Brasil y Sudáfrica. El empleo de las técnicas contribuyó a reducir el número de problemas mecánicos de transmisiones de potencia y componentes de molinos, así como la demanda de energía y el mantenimiento, sin afectar la extracción.

Modelamiento del proceso de extracción en trenes de molinos

De acuerdo con la teoría clásica de molienda, el comportamiento de un molino se puede caracterizar empleando tres parámetros: el coeficiente de llenado (Cd) como representación adimensional de la reducción volumétrica que indica la severidad de la compresión en la molienda; el factor de reabsorción (k) que indica la eficiencia de separación de jugo obtenida con la reducción volumétrica; y el coeficiente de imbibición (I) que señala la eficiencia del proceso de dilución o imbibición.

A partir de mediciones efectuadas con el Laboratorio Móvil se han calculado estos coeficientes de molienda buscando conocer los parámetros de operación propios de la industria azucarera nacional (Figura 15).

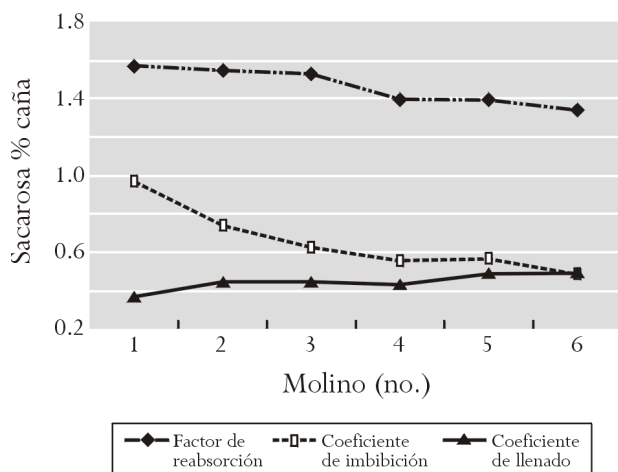


Figura 15. Tendencias observadas en el comportamiento de los coeficientes de molienda en tres ingenios colombianos, 2001.

En general, los coeficientes de llenado observados a partir de la geometría, las variables operacionales y las extracciones individuales reflejan un perfil de compactaciones que varía entre 570 y 770 kg/m^3 , el cual se aproxima a los valores teóricos planteados en las industrias australiana y brasileña (550 a 850 kg/m^3). Los factores de reabsorción observados se encuentran entre 1.4 y 1.5, valores elevados frente al rango considerado óptimo (1.3-1.4) (Kent, 1999). Estos últimos indican reabsorción alta y señalan la importancia de reducirla para incrementar la eficiencia de extracción. El coeficiente de imbibición es el parámetro que presenta menor estabilidad, observando para el primer molino valores cercanos a 1 que coinciden con mediciones realizadas en Australia (1.05 - 1.06).

Al igual que lo observado en otros países, en los ingenios colombianos el coeficiente de imbibición decrece a medida que se avanza en el tándem a pesar de que la razón de imbibición es mayor; lo anterior sugiere que la mezcla de la imbibición con el bagazo dista mucho de ser óptima (Murry, 1996).

Las actividades continúan con la validación e integración de los modelos de extracción con modelos de predicción de cargas y consumo de potencia en molinos, lo cual constituirá una herramienta útil para apoyar el análisis y la optimización de las condiciones de operación en trenes de molinos, implementar proyectos de mejoramiento e integrar la extracción con las demás etapas del proceso fabril para maximizar la rentabilidad.

Auditorías de diseño aplicadas a componentes mecánicos

La molienda continua en los ingenios colombianos no proporciona un período interzafra para mantenimiento general; así, el equipamiento mecánico debe permanecer en condiciones operativas prácticamente durante todo el año. Por esta razón el diseño, el mantenimiento y la operación de los equipos deben garantizar la confiabilidad de las operaciones de forma tal que se puedan alcanzar las metas de molienda y eficiencia.

Por solicitud de varios ingenios se analizaron las condiciones de operación, el estado de carga y el diseño de componentes mecánicos de estaciones de preparación y molienda entre ejes y engranajes de transmisión de potencia, cureñas y ejes de maza. Los estudios se apoyaron en la teoría de molienda, técnicas experimentales de medición de esfuerzos y análisis por el método del elemento finito (FEA).

Con el método FEA es posible calcular el estado de esfuerzos de componentes mecánicos a partir de la geometría, las propiedades del material y las condiciones de carga establecidas, lo cual resulta particularmente útil cuando se analizan piezas de geometría compleja y que escapan al alcance de las ecuaciones básicas de resistencia de materiales. Tal es el caso de las cureñas de los molinos, donde se aplicó el método para identificar los puntos sometidos a mayores esfuerzos (Figura 16) y evaluar en forma virtual alternativas para reducirlos hasta valores aceptables.

Pérdidas de sacarosa en miel final

La pérdida de sacarosa en miel final se constituye en la mayor pérdida de sacarosa en el proceso de elaboración del azúcar. Está compuesta por los kilos de miel final obtenidos y por el nivel de sacarosa en dicha miel. CENICAÑA desarrolló un procedimiento de análisis y aproximación de los procesos de evapocristalización encaminado a reducir el nivel de sacarosa en la miel, el cual ha sido aplicado con éxito en varios ingenios de la región.

En un ingenio donde se aplicó el procedimiento se logró disminuir la pureza de la miel final mediante incrementos del tamaño del cristal y reducciones de su variabilidad en masas B y C, lo cual fue posible gracias a que se modificó el esquema de cocimientos y se mejoraron la calidad de la suspensión alcohólica (*slurry*), la preparación de las mieles y el punto de semillamiento. En otro ingenio se utilizó este nuevo enfoque durante la puesta en marcha de un cristizador vertical con el fin de evaluar los beneficios del cambio tecnológico y detectar los ajustes necesarios en las condiciones de operación para incrementar el agotamiento de la miel final.

El elemento de mayor contribución de este procedimiento lo constituye la medición del tamaño de grano del cristal, la cual permite seguir el crecimiento del cristal y su variabilidad. La medición se realiza con la técnica de microscopía que en

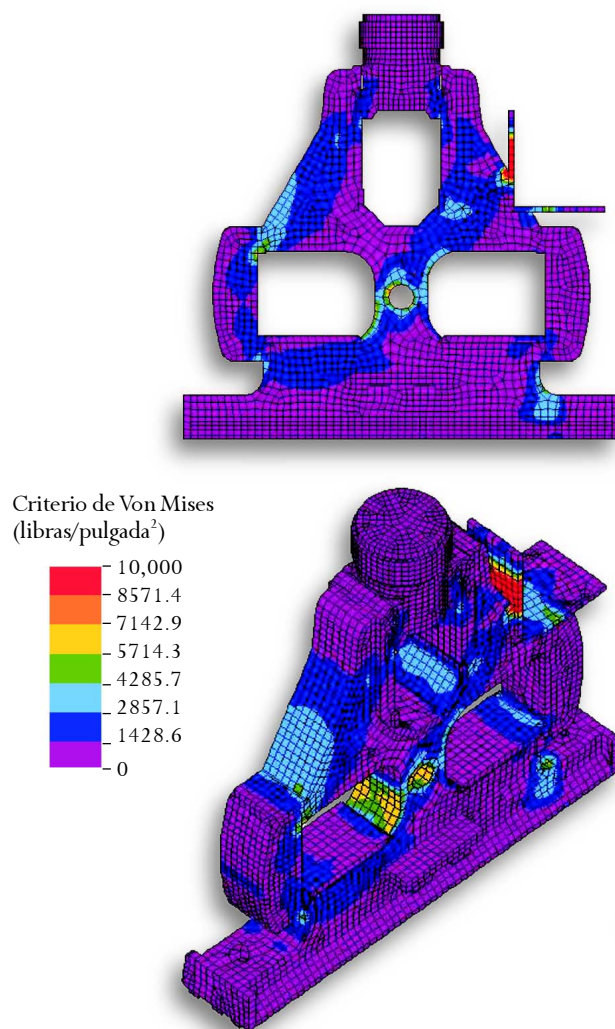


Figura 16. Resultados del análisis de una cureña aplicando la teoría de molienda y el método del elemento finito. Vista frontal (arriba) y vista isométrica-3D (abajo). Los puntos sometidos a mayores esfuerzos aparecen con color rojo.

forma manual es laboriosa y presenta dificultades para medir más de una cara de un cristal.

En un trabajo cooperativo con el Ingenio Providencia se están implementando nuevos protocolos para la preparación de la muestra, su procesamiento y análisis con un sistema digital de imágenes utilizando el microscopio conectado a una computadora provista de un programa para medir dos caras del cristal. El programa facilita el análisis estadístico y gráfico de las mediciones y ahorra más de 90% del tiempo con respecto a la técnica manual.

Para la preparación de las muestras de masas cocidas (miel y cristales) de materiales de pureza altas y medias se encontró que la mezcla con glicerina es una buena alternativa (Figura 17). En el año 2002 se continuará trabajando en la definición de una técnica de preparación para materiales de baja pureza.

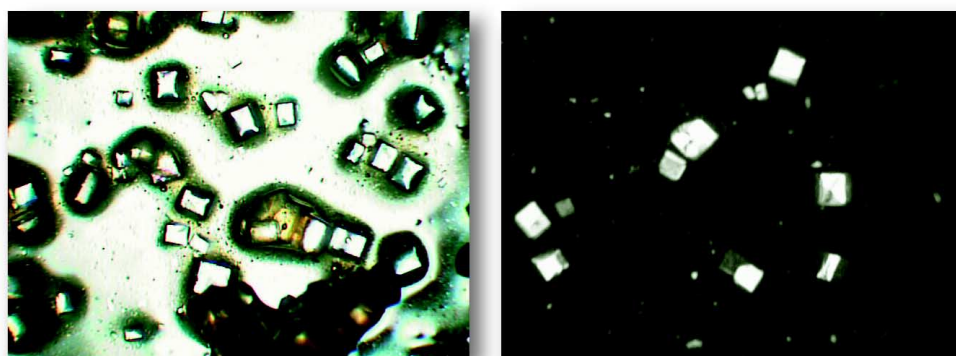


Figura 17. Imágenes digitales de masa cocida sin preparar (izquierda) y preparada (derecha).

Ecuación de pureza esperada en mieles finales

Durante este año se realizaron actividades de transferencia tecnológica con el objetivo de dar a conocer a los ingenios las ventajas y la manera apropiada de usar las ecuaciones de pureza esperada establecidas en las condiciones de la agroindustria azucarera local (CENICAÑA, 2001).

Dos ingenios donde se comenzaron a utilizar las ecuaciones de manera habitual reportaron niveles de agotamiento muy cercanos a los predichos por éstas, mientras los demás ingenios presentaron diferencias entre 2 y 5 puntos con respecto al valor esperado.

En el año 2001 el promedio general de pureza en miel final fue menor en comparación con los valores reportados los dos años precedentes, lo cual se explica en parte por los mayores controles de las pérdidas en mieles en los ingenios y en parte por las menores precipitaciones pluviales que trajeron consigo menores contenidos de materia extraña en la caña que entró a fábrica. El año próximo se espera continuar el proceso de validación de la ecuación a partir de nuevos compuestos de miel final.

Estandarización de los sistemas de medición en las fábricas

CENICAÑA, en colaboración con los departamentos de calidad de los ingenios azucareros locales, emprendió en 1992 actividades dirigidas a lograr la estandarización de los sistemas de medición en producción e intercambio de información entre ingenios.

En este lapso se publicó y distribuyó el manual de procedimientos analíticos; se establecieron los diseños de equipos y sistemas de muestreo para jugo diluido, bagazo, miel final y azúcar; en varios ingenios se implementó el uso de la espectroscopia de infrarrojo cercano (NIR) para la caracterización de jugos, mieles y azúcar; y se avanzó en la edición de los manuales sobre fundamentos estadísticos y pruebas interlaboratorios, sistemas de muestreo, equipos de laboratorio, nuevas técnicas y procedimientos especiales. El Sistema de Intercambio de Información Estandarizada Interingenios completa cuatro años de funcionamiento.

Nuevas técnicas: aplicaciones de la espectroscopia de infrarrojo cercano (NIR)

Durante el año 2001 CENICAÑA consolidó las aplicaciones de la espectroscopia de infrarrojo cercano (NIR) especialmente para las determinaciones de sacarosa y brix en los análisis de rutina de jugos de caña. Igualmente, el Laboratorio de Química apoyó la implementación de la metodología CENIAD—NIR para los análisis de caña solicitados por el programa de mejoramiento y selección de nuevas variedades.

La espectroscopía NIR ha contribuido a reducir los costos operativos y ambientales del trabajo analítico mediante la sustitución o la eliminación del subacetato de plomo utilizado anteriormente como agente clarificador de jugos de caña de azúcar.



El infrarrojo cercano (NIR) ofrece la posibilidad de analizar de forma eficiente componentes de la caña y materiales del proceso azucarero. Jesús Larrahondo, Químico Jefe de CENICAÑA, apoya desde 1995 el uso de la espectroscopia NIR en la industria azucarera colombiana a partir de calibraciones realizadas en el centro experimental.

Gestión energética: Grupo de Trabajo en Energía (GTE)

Conjuntamente con el Comité de Investigación en Procesos de Fábrica, durante el último año se constituyó el Grupo de Trabajo en Energía (GTE) que cuenta con la participación y la experiencia de personal técnico de varios ingenios y CENICAÑA. El objetivo del grupo es servir de foro para tratar temas de interés referentes a la generación y el uso racional de la energía en los ingenios.

En este primer período de trabajo se avanzó en la definición de un sistema de índices energéticos buscando indicadores prácticos y confiables que permitan comparar local e internacionalmente eficiencias, equipos y procesos de la industria azucarera sobre una base equitativa. El grupo continuará con la caracterización de los indicadores energéticos (valores típicos y de referencia) propios de la industria local.

Proyecto GEF—ASOCAÑA

El Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) en Colombia, en su rol de organismo ejecutor del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF), y ASOCAÑA firmaron el 30 de abril de 2001 el contrato que formaliza el proyecto COI/99G41 “Cogeneración industrial para el sector azucarero colombiano introduciendo y aplicando el enfoque de Empresas de Servicios Energéticos (ESCO)”. CENICAÑA presta cooperación técnica para el desarrollo del proyecto.

El proyecto tiene una duración de 17 meses a partir de noviembre de 2001 y cuenta con la participación de personal técnico y administrativo de los ingenios Incauca, Manuelita y Mayagüez vinculados como centros piloto. Las actividades comenzaron con el estudio de aspectos socioeconómicos relacionados con los diferentes sistemas de cosecha de la caña y el establecimiento del nivel de disponibilidad y las características físicas del bagazo y los residuos: series históricas de producción, consumo, excedentes y utilización.

Modelos de Decisión

El desarrollo de un modelo general del negocio agroindustrial, tal como se había concebido, se ha venido orientando al conocimiento más preciso de los factores más importantes que inciden en la producción de caña y de azúcar.

Con la colaboración de la Universidad de La Florida, CENICAÑA vio la oportunidad de obtener la cooperación para el desarrollo de este modelo de producción. Dicha contribución, además de mejorar la visión general del modelo, permitió interactuar con un grupo que tiene experiencia en estos desarrollos, fortalecer el plan, asegurar la obtención de un modelo funcional, el cual se concentrará en modelar el crecimiento y el desarrollo del cultivo. Debido al nuevo enfoque, los desarrollos relacionados pasarán a ser coordinados por el Programa de Agronomía de CENICAÑA.

El informe a continuación presenta de forma resumida los avances de las actividades en las áreas de economía y estadística.

Efecto de la edad de cosecha en la acumulación de sacarosa

Caso: variedad CC 85-92

Con base en los datos de la producción comercial entre 1990 y 2000 se estimó el efecto de la edad de cosecha y el número de corte en la acumulación de sacarosa de la variedad CC 85-92 según las combinaciones posibles de zona agroecológica y temporada de clima.

El efecto del número de corte se estimó de manera lineal en 0.034 por cada corte, independiente de la zona agroecológica y la temporada climática. El efecto de la edad de corte se estimó mediante un modelo cuadrático para cada combinación de zona agroecológica y temporada de clima.

El modelo cuadrático se expresa en términos de la sacarosa máxima —que se obtiene al cosechar a la edad óptima—, 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), y la edad óptima de cosecha.





Alce de caña verde semilimpia. Variedad CC 85-92.

Para estimar la sacarosa % caña se estableció una relación funcional entre ésta y el rendimiento fabril en azúcar (%) disponible en los registros comerciales de los ingenios. Se utilizaron datos mensuales por ingenio correspondientes al período 1998-2000 proporcionados por el Sistema de Intercambio de Información Estandarizada Inter Ingenios.

Así, por ejemplo, la edad óptima o de máxima sacarosa de la variedad CC 85-92 en la zona agroecológica 1C1 es de 15 meses cuando la cosecha coincide con la segunda temporada lluviosa en el valle (septiembre, octubre, noviembre). En el evento de cosechar

la variedad de 12 meses, por ejemplo, se estima que la sacarosa máxima (14.27%) disminuye en 0.3645 unidades (13.90%). El cálculo se realiza utilizando los parámetros del modelo:

$$\text{Sacarosa estimada} = \text{sacarosa máxima} - \text{tasa de disminución} \times (\text{edad óptima} - \text{edad de cosecha})^2$$

En el Cuadro 5 se presentan los parámetros del modelo para dos zonas agroecológicas y cuatro temporadas de clima. Con el modelo se explicó el 28% de la variabilidad observada en la sacarosa en caña de la variedad CC 85-92 durante el período de análisis (Moreno, 2001).

Cuadro 5. Parámetros del modelo cuadrático de sacarosa en función de la edad de cosecha para dos zonas agroecológicas y cuatro temporadas de clima, variedad CC 85-92.

Zona agroecológica	Temporada de clima ¹	Sacarosa máxima (% caña)	Tasa de disminución	Edad óptima (meses)
1C1	Primera seca	13.53	0.04401	13.97
1C1	Primera lluviosa	13.53	0.04401	13.97
1C1	Segunda seca	13.53	0.04401	13.97
1C1	Segunda lluviosa	14.27	0.04053	15.17
7C3	Primera seca	13.53	0.04401	13.97
7C3	Primera lluviosa	13.53	0.04401	13.97
7C3	Segunda seca	14.25	0.04061	15.14
7C3	Segunda lluviosa	14.32	0.04401	13.97

1. Primera temporada seca: diciembre, enero, febrero.
Primera temporada lluviosa: marzo, abril, mayo.
Segunda temporada seca: junio, julio, agosto.
Segunda temporada lluviosa: septiembre, octubre, noviembre.

Sistema de Información para el Manejo de la Caña Específico por Sitio (SIMCES)

El SIMCES se basa en una metodología de análisis diseñada para apoyar las decisiones de uso de tecnologías asociadas con la agricultura específica por sitio involucrando conceptos estadísticos y económicos, y datos de resultados comerciales y experimentales.

Con esta metodología se analizan los resultados de producción en diferentes condiciones agroecológicas y con distintos factores y uso de tecnologías con el fin de identificar las eficiencias productivas y económicas del cultivo en cada sitio. La información derivada del análisis proporciona a los productores elementos de juicio para la toma de decisiones y retroalimenta el proceso de investigación.

Los avances del proyecto incluyen la definición y conformación de grupos de áreas homogéneas constituidos por las áreas con el mismo conjunto de suelos dentro de cada zona agroecológica. Así, por ejemplo, el área homogénea 6C0-GNa está conformada por todas las suertes que tienen suelos clasificados en el conjunto Génova (GN) con pendientes entre 0 y 3% (a) dentro de la zona agroecológica 6C0.

Con este criterio se clasificaron el 70% de las suertes sembradas en caña y con base en los datos comerciales del período 1990–2001 se consideraron aquellos grupos que tenían 15 o más registros históricos quedando al final 200 grupos que cumplían con esta condición.

Para cada área homogénea se identificaron las suertes con el mejor comportamiento en productividad y las condiciones en las cuales se dieron esos resultados en términos de la variedad, el ingenio como factor de manejo, la edad y el número de corte, el año y el mes de cosecha. Este componente de la metodología, denominado CLASIFICACIÓN, tiene el objetivo de proporcionar información relevante de cada grupo acerca de los factores mencionados como herramienta de decisión para el manejo de las suertes.

Para determinar el desempeño productivo de las suertes en un período dado se diseñó el componente de CALIFICACIÓN utilizando el concepto de niveles de aceptabilidad con base en los cuartiles de productividad. Este método genera tres niveles de calificación (bajo, medio y alto) de acuerdo con los resultados históricos de once años de la producción comercial en cada grupo. Dichos niveles o rangos de productividad se utilizan para evaluar el nivel de cada suerte durante el período considerado. Lo importante es que se comparan campos que están bajo las mismas condiciones.

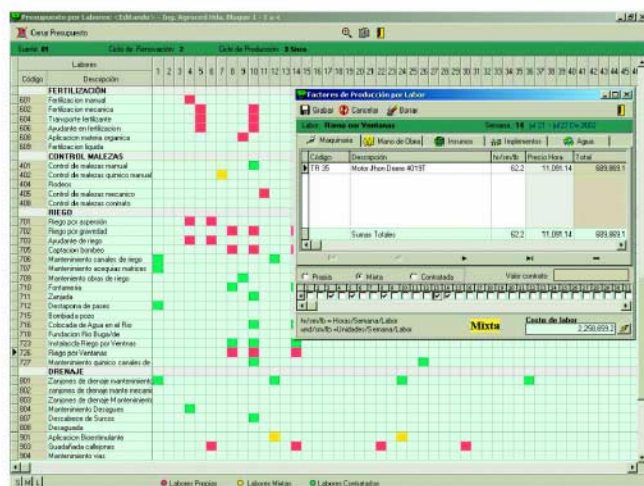
Para comprobar la validez estadística de la metodología se cuantificó el efecto de los factores variedad de caña, mes y año de cosecha sobre la productividad en cada grupo homogéneo utilizando la metodología de modelos lineales ajustada por las covariables edad y número de corte con el supuesto de un efecto lineal de estas últimas.

Para el uso inmediato del SIMCES se diseñó una hoja electrónica que complementa la información técnica con el cálculo de ingresos, costos y beneficios y sus relaciones con los factores determinantes de la productividad de caña por zona agroecológica. Esta hoja constituye la base para el desarrollo de un software para la evaluación del desempeño productivo y económico, el cual se encuentra en proceso.

El propósito es que los agricultores puedan adelantar acciones orientadas a mejorar la productividad de sus unidades de manejo al conocer el nivel de productividad de los resultados obtenidos (según los principios CLASIFICACIÓN y CALIFICACIÓN mencionados) así como los procesos y el uso de tecnologías en las suertes de otros agricultores que tuvieron resultados superiores. El uso de esta herramienta y los conocimientos aplicados con el enfoque de mejoramiento hacia la agricultura específica por sitio permiten prever incrementos importantes en los ingresos de los agricultores.

Generador de presupuestos de producción de caña (SOCA)

El generador de presupuestos para campo —SOCA— permite obtener información sobre los costos económicos del negocio, mostrar la participación de cada factor de producción en el costo total de producción de caña y azúcar y calcular los montos reales en el momento que ingresan y salen los flujos de fondos. El generador contribuye a ampliar el conocimiento sobre el valor real de los factores de producción y los bienes de capital involucrados en el proceso productivo, el cual permite incrementar los niveles de ganancias monetarias al identificar las oportunidades de mejora y proyectar el desarrollo de las empresas en el tiempo.



Ventanas típicas del generador de presupuestos de campo.

Con el generador de presupuestos se calculan los costos de producción y se estiman los presupuestos de costos para el siguiente año calendario y/o ciclo de cultivo. Además se hace seguimiento al presupuesto y se compara la ejecución frente al estimado.

Para evaluar su funcionalidad, a finales del año pasado se suministró a un grupo piloto de productores una versión de prueba del modelo computarizado de presupuestos financieros para calcular las inversiones, los costos de producción y los ingresos asociados a la producción de caña en las empresas. Los productores que lo están evaluando presentarán las sugerencias para continuar con el proceso y obtener una versión ajustada a las necesidades de los usuarios.

Se proyecta continuar con la programación del generador para fábrica. Con este propósito se conformó un grupo de trabajo de costos en fábrica que se encargará de estandarizar los costos de producción de azúcar, comparar los costos por proceso entre fábricas, identificar las oportunidades de mejora y contribuir en el diseño de una herramienta de costeo lo más sencilla y útil posible.

Mejoramiento de la ganancia operacional a partir del cambio varietal

Como apoyo a los programas de investigación del Centro y debido a la importancia para el sector de la variedad CC 85-92 se realizó un estudio de su productividad por sitio específico, los costos y los ingresos de reemplazar otras variedades comerciales por ésta.

El análisis económico se hizo para el período 1990-2000 con los resultados de productividad corregidos por el efecto de la edad y el número de corte en cada una de las zonas agroecológicas donde la variedad se utiliza comercialmente.

El análisis permitió estimar una utilidad neta operacional adicional para el proveedor o el ingenio por reemplazar variedades comerciales por la CC 85-92. Los cálculos se realizaron teniendo en cuenta las principales variables macroeconómicas del mes de noviembre de 2001, un contrato estándar de pago por la materia prima (55.2 kg/t de caña) y unos costos generales de las labores de campo, cosecha y fábrica. Además se tuvo en cuenta un costo de capital y un costo de oportunidad por el cambio de variedad. Es importante aclarar que los resultados se refieren a la ganancia adicional obtenible con la variedad CC 85-92 frente a otras variedades. El análisis no hace comparaciones entre las otras variedades.

En resumen, se puede decir que la variedad CC 85-92 presenta beneficios económicos para el agricultor o el ingenio si es utilizada para reemplazar las siguientes variedades (en las zonas marcadas con asterisco el beneficio de renovar con la CC 85-92 depende de la estrategia que adopte el productor, bien sea aumento en producción o disminución del área) :

CC 84-75, en las zonas agroecológicas 2C0, 2C2, 5C2, 6C0, 6C1, 6C2, 8C2, 10C2, 10C3, 10C4.

V 71-51, en las zonas agroecológicas 1C0, 1C1, 2C0, 6C0, 6C3, 9C3*, 10C0, 10C2*, 10C3*, 10C4.

MZC 74-275, en las zonas agroecológicas 1C1*, 1C2, 3C2, 6C0*, 8C0, 9C3, 10C0, 10C3*.

PR 61-632, en las zonas agroecológicas 1C1, 2C0, 2C1, 3C1, 3C3, 4C1, 5C1, 6C0, 6C1, 6C3, 7C2, 7C3, 8C2, 9C2, 10C3.

RD 75-11, en todas las zonas analizadas con excepción de 1C0, 2C0, 4C0, 5C3, 7C2, 8C0, 8C3, 10C0.

Costos de producción Colombia–Brasil

Frente al reto que tiene el sector azucarero local de ser una industria competitiva en el contexto internacional se empezó a analizar el tema de los costos de producción en relación con otros países. CENICAÑA participó en una visita a Brasil, programada por ASOCAÑA, y contribuyó en el análisis de los costos de producción de ese país.

Brasil exporta aproximadamente el 30% del azúcar al mercado internacional, ha tenido la experiencia de la flexibilidad en el uso de la caña bien sea para azúcar o para alcohol y se está posicionando en el mercado internacional por la calidad de su azúcar.

Como resultado de la visita se conocieron los costos de producción de azúcar de la industria brasilera, se comprobó la validez de estos costos mediante el análisis de muestras representativas y casos particulares, se compararon dichos costos con los de Colombia y se analizaron las diferencias entre los dos países precisando cuáles de éstas son producto de factores internos y/o externos.

Los análisis mostraron que Brasil tiene costos más bajos que Colombia y que la diferencia se debe en un 67% a aspectos de la política macroeconómica de ese país —la devaluación de su moneda, situación que lo ha llevado a ser más competitivo en términos de comercio exterior—, y a su política sectorial y microeconómica.

La industria sucroalcoholera estaba preparada para afrontar la competencia mundial dando inicio al proceso de reducción de costos que efectuó en dos fases. La primera en el área administrativa mediante consolidaciones y centros de servicios compartidos que permiten administrar volúmenes mayores de producción. La segunda fase, dirigida a la parte agrícola e industrial, incorporó mejoras en indicadores de eficiencias, énfasis para disminuir costos de preparación de tierras, hacer selección de semilla y mejorar la densidad de siembra, asignar recursos y planear la logística de la cosecha, obtener alta eficiencia en el transporte, incorporar el sistema de corte 5x1 en el cual se trabaja durante cinco días y se descansa uno y se pagan igual los días laborales ordinarios y festivos y, finalmente, mejorar la sistematización, reducción y control de pérdidas sacarosa en fábrica y tiempos perdidos.

Los costos de adecuación, preparación y siembra en Brasil son inferiores a los de Colombia debido a que realizan mínima adecuación por sus condiciones de producción y cuentan con una precipitación alta en el período de crecimiento de la planta.

Los costos de levantamiento de socas están muy por debajo con respecto a los de Colombia, entre otras razones porque el número de riegos aplicados es mínimo, no se hacen resiembras, y el valor del salario mínimo en Brasil es la mitad que el salario mínimo en Colombia.

Los costos de la materia prima, la cosecha y el transporte son significativamente menores en Brasil. Otros factores que inciden en los menores costos de Brasil frente a Colombia son la automatización y sistematización de las fábricas, el bajo número de trabajadores ocupados en fábricas con altas producciones, una administración más plana y la flexibilidad para producir azúcar o alcohol.

Este trabajo constituye una primera aproximación y es necesario continuar analizando los coeficientes técnicos e indicadores que nos permitan compararnos en una forma estandarizada. Por otra parte, como resultado de estos trabajos se están diseñando proyectos de prácticas reducidas para ver el impacto en los costos y la productividad.

Mercadeo de Tecnología

El Servicio de Cooperación Técnica y Transferencia de Tecnología coordina desde 1995 este macroproyecto con la misión de impulsar la adopción y el uso de tecnologías de campo y fábrica que representen mayor productividad, rentabilidad y sostenibilidad para contribuir a mejorar la competitividad del sector azucarero colombiano.

El marco conceptual del macroproyecto se basa en un modelo de desarrollo tecnológico que adopta los principios de la mercadotecnia social para atender con soluciones tecnológicas las demandas de la población constituida por los productores de caña y azúcar localizados en el valle del río Cauca. La estrategia comprende una serie de mecanismos de trabajo cooperativo y participativo dentro y fuera del Centro establecidos de acuerdo con las necesidades del sector productivo y adecuados a los recursos y las capacidades de la institución.

Sistema de desarrollo tecnológico

El modelo de desarrollo tecnológico orientado al mercadeo integra las acciones de investigación y transferencia en un sistema ordenado mediante el cual se busca articular las perspectivas y la acción de CENICAÑA y el sector productivo para contribuir a la dinámica del ciclo de mejoramiento continuo en pro de la sostenibilidad agroindustrial.

Mediante un acuerdo de cooperación técnica entre CENICAÑA y el Ingenio Risaralda en 2001 se estableció el proyecto piloto que servirá de base para conformar una Red de Grupos de Transferencia de Tecnología (GTT) en el sector azucarero.

Camilo H. Isaacs, Jefe del Servicio de Cooperación Técnica y Transferencia de Tecnología (derecha), describe la metodología de trabajo a un grupo de proveedores de caña del Ingenio.



Las acciones comienzan con la identificación de las necesidades tecnológicas definidas por la demanda manifiesta de los cultivadores de caña y los ingenios azucareros. Para el efecto CENICAÑA actualiza periódicamente el censo de los usuarios de la tecnología y realiza estudios de adopción, caracterización de base y seguimiento dinámico, mecanismos que complementa con reuniones de grupos focales, comités, opiniones de líderes y ejercicios periódicos de análisis y planeación estratégica.

Una vez conocida la problemática se identifican las alternativas tecnológicas de solución, las cuales están dadas por la oferta de conocimientos, servicios, prácticas y productos técnicos disponibles en CENICAÑA para ser transferidos, y por las necesidades de investigación básica, aplicada y tecnológica agrícola e industrial.

Mediante el análisis de la relación oferta/demanda se definen las prioridades de investigación y transferencia tecnológica y de acuerdo con su naturaleza se formulan, ejecutan y socializan los proyectos correspondientes.

Sistemáticamente se estudian la adopción y el impacto del uso de las tecnologías con el fin de realimentar el sistema con información confiable y actualizada sobre la realidad productiva (Diagrama 1).

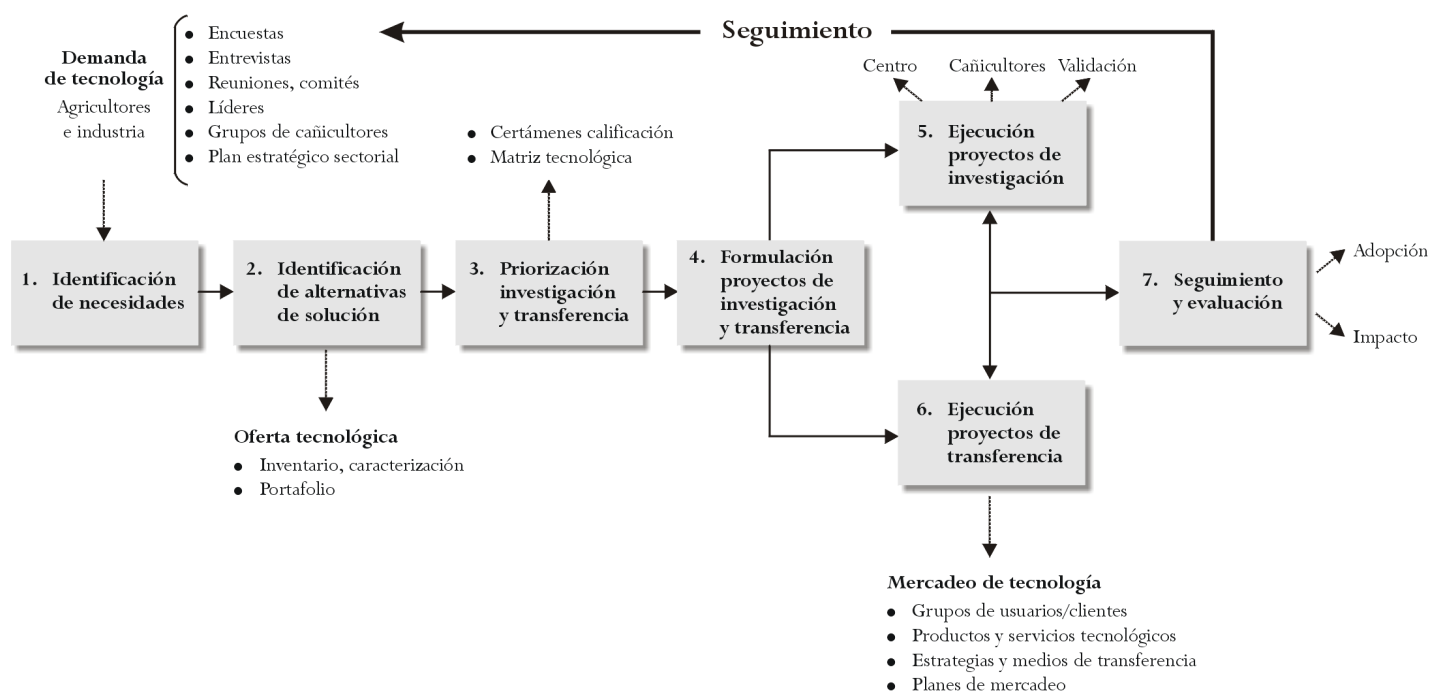


Diagrama 1. Modelo de desarrollo tecnológico orientado al mercadeo.

Los proyectos de transferencia de tecnología integran las características y las necesidades de los usuarios potenciales con las particularidades de los servicios y los productos en oferta para diseñar y llevar a la práctica programas integrales de comunicación técnica sintetizados en planes de mercadeo con objetivos específicos. De igual forma incluyen la realización de estudios de adopción y seguimiento dinámico de indicadores, definidos como estrategias de monitoreo periódico del mercado y evaluación del mercadeo.

El mercado de la tecnología

Desde el punto de vista del mercado de la tecnología los esfuerzos iniciales se han dedicado a la caracterización socioeconómica de los productores de caña, mandos medios y obreros agrícolas, y técnicos de campo y fábrica de los ingenios. Así mismo, se han determinado los principales atributos de las unidades productivas incluyendo la infraestructura productiva, el uso de tecnologías, las condiciones de comunicación para la transferencia y las zonas agroecológicas de influencia.

En el año 2001 se concluyó el proyecto “Estudio del Cliente de la Nueva Tecnología de CENICAÑA” desarrollado desde 1997 con la cofinanciación de COLCIENCIAS. A partir de éste se obtuvo información básica sobre el mercado de la tecnología (características socioeconómicas y del sistema de producción) y se establecieron los fundamentos metodológicos para llevar a cabo estudios sistemáticos de adopción. El proyecto se estructuró y desarrolló con el objetivo de sentar las bases para reformular el sistema de transferencia de tecnología que CENICAÑA coordina en la agroindustria.

En un proyecto complementario, también auspiciado por COLCIENCIAS en su programa de jóvenes investigadores, durante el último año se complementó la información relacionada con las características conductuales de los tres segmentos de productores integrados por proveedores de caña (PV). Se realizaron entrevistas personales con 79 productores de la muestra regional azucarera con el fin de caracterizar las variables económicas, sociológicas y psicológicas que más influyen en su comportamiento de adopción y uso de tecnologías (Caicedo Muñoz, 2001). Los resultados ofrecen un diagnóstico de la situación actual relacionada con las variables inherentes a las características personales de los adoptadores actuales y potenciales, y complementan y validan una vez más la información del censo y la tipificación de los productores (Cuadro 6).

A partir de las conclusiones del Estudio del Cliente, CENICAÑA institucionalizó una serie de mecanismos de trabajo cooperativo y participativo con el sector productivo como la principal estrategia para aumentar la velocidad de gestión y difusión de las innovaciones; con su implementación se espera lograr efectivamente el impacto esperado de la investigación en las distintas áreas.

Cuadro 6. Variables relativas a las características personales de los productores de caña. (Modelo explicativo de la conducta innovadora. FUENTE: M.J. Marrón en Puyol, *et al*, 1995).

Productores PV-1			Conducta Innovadora
Variables relativas a las características personales de los adoptantes potenciales	Socioeconómicas	Escolaridad: 24% primaria; 76% secundaria Capacidad económica: baja Explotación de tamaño: bajo (53 ha en promedio) Explotación en régimen: proveeduría	
	Sicológicas	Empatía hacia las innovaciones: baja Autonomía y agilidad en la toma de decisiones: alta Presencia de fatalismo: media Motivación de logro: baja Predisposición al cambio y aversión al riesgo: media a baja Espíritu emprendedor e imaginación: bajo	
	Sociológicas	Estatus: medio-bajo Situación familiar sin trabas De 41 a 60 años de edad o más	
	Comportamiento social del cañicultor	Cosmopolitismo: bajo Participación social: no afiliado a asociaciones Exposición a canales de comunicación: media	
Productores PV-2			Conducta Innovadora
Variables relativas a las características personales de los adoptantes potenciales	Socioeconómicas	Escolaridad: 100% profesional Capacidad económica: media Explotación de tamaño: medio (88 ha en promedio) Explotación en régimen: proveeduría	
	Sicológicas	Empatía hacia las innovaciones: media a alta Autonomía y agilidad en la toma de decisiones: alta Presencia de fatalismo: media a baja Motivación de logro: media a baja Predisposición al cambio y aversión al riesgo: medio a alto Espíritu emprendedor e imaginación: bajo	
	Sociológicas	Estatus: medio-medio Situación familiar aparentemente sin trabas De 31 a 50 años de edad	
	Comportamiento social del cañicultor	Cosmopolitismo: bajo Participación social: afiliado a Procaña, Azucari y otras Exposición a canales de comunicación: alta	
Productores PV-3			Conducta Innovadora
Variables relativas a las características personales de los adoptantes potenciales	Socioeconómicas	Escolaridad: 82% profesional Capacidad económica: alta Explotación de tamaño: medio a alto (103 ha en promedio) Explotación en régimen: proveeduría	
	Sicológicas	Empatía hacia las innovaciones: alta Autonomía y agilidad en la toma de decisiones: alta Presencia de fatalismo: media a baja Motivación de logro: media a alta Predisposición al cambio y aversión al riesgo: media a alta Espíritu emprendedor e imaginación: medio a bajo	
	Sociológicas	Estatus: medio-alto Situación familiar sin trabas De 41 a 60 años de edad	
	Comportamiento social del cañicultor	Cosmopolitismo: bajo Participación social: afiliado a Asocaña y Técnicaña Exposición a canales de comunicación: alta	

Los medios de comunicación

La transferencia de tecnología es, en esencia, un proceso de comunicación. Para seleccionar los medios, el lenguaje y la frecuencia de la comunicación técnica es fundamental conocer las características socioeconómicas de los interlocutores, sus preferencias y hábitos de información, los niveles de conocimiento y capacitación, el acceso a fuentes de información, entre otros (Figura 18).

Durante sus años de existencia CENICAÑA ha editado publicaciones impresas como el principal medio de comunicación con sus clientes. La distribución es gratuita y hasta hace poco el mayor número de envíos se realizó por solicitud manifiesta y convenios de canje. Por recomendación de este macroproyecto en el año 2001 se dictaron nuevas políticas de distribución y con base en la información censal se amplió la cobertura para llegar a toda la población de productores con las publicaciones de su interés. Igual información se difunde mediante archivos PDF (formato de documento portátil, sigla en inglés) disponibles en www.cenicana.org

De acuerdo con las entrevistas de caracterización de base (año 1999) el 44% de los productores que usan computadora tienen acceso a internet (Figura 19). Sin embargo sólo el 10% utiliza este medio para obtener información sobre las tecnologías de producción de caña. Considerando el uso creciente del medio y su funcionalidad para difundir información relacionada con la agroindustria, durante el último año se promovió en distintos foros la utilización del mismo al tiempo que se inició el proyecto “Agricultura Específica por Sitio (AEPS)” (ver página 46). En fábrica se fortaleció el Sistema de Intercambio de Información Estandarizada Interingenios mediante la automatización de los procesos de recolección, análisis y difusión de los principales parámetros de la producción industrial.

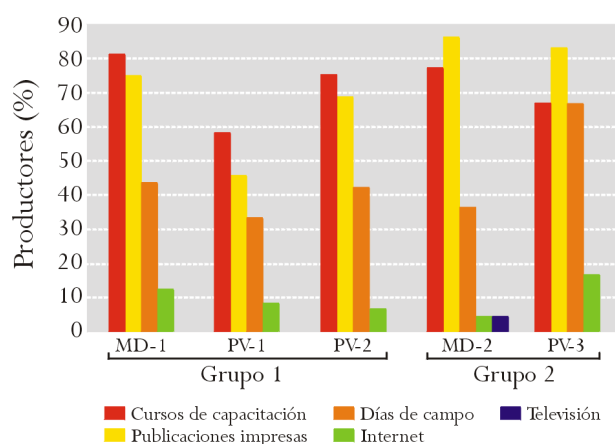


Figura 18. Preferencias de medios de comunicación en cada segmento de productores de caña: cultivos con manejo directo de ingenio (MD) y cultivos con manejo de proveedor de caña (PV). Datos caracterización de base: año 1999.

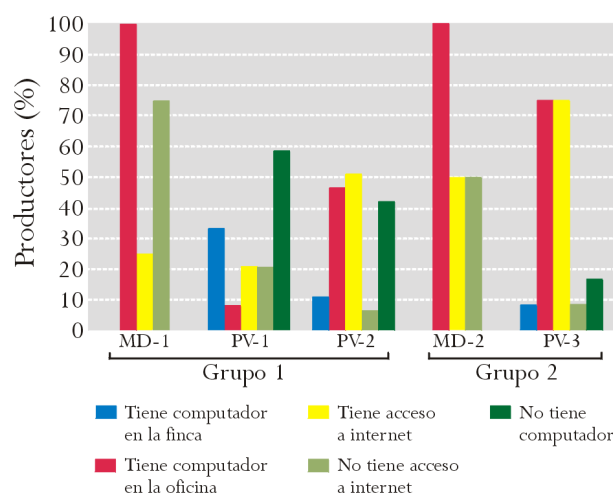


Figura 19. Dotación de computadoras y acceso a internet en cada segmento de productores de caña: cultivos con manejo directo de ingenio (MD) y cultivos con manejo de proveedor de caña (PV). Datos caracterización de base: año 1999.

Además de los medios masivos de comunicación, para la transferencia de las tecnologías se vienen desarrollando medios grupales, intergrupales e interpersonales como las fincas piloto y los grupos de transferencia de tecnología (GTT). Ambos mecanismos atienden la estrategia de participación y cooperación directa con el sector productivo pasando del mercadeo masivo a uno más individualizado y personal en el cual la prioridad es la satisfacción de los usuarios. De igual forma, con el proyecto AEPS y el uso de la caracterización del área en zonas agroecológicas el Centro se propone establecer un sistema de información y difusión de la oferta tecnológica que pueda ser utilizado por ingenios y cañicultores de acuerdo con sus condiciones específicas de producción.

Red de Grupos de Transferencia de Tecnología (GTT)

El modelo de grupos de transferencia de tecnología trabajando en red ha sido utilizado con éxito en las agroindustrias de Chile y Argentina (grupos GTT y CREA). En el sector azucarero colombiano se propone como un mecanismo de comunicación grupal e intergrupal para desarrollar con los segmentos de proveedores de caña (PV), comenzando por la conformación de grupos que luego se irán integrando a la red.

Los GTT son grupos de cañicultores con intereses comunes que se asocian para intercambiar información tecnológica y de manejo administrativo de las unidades productivas, generar cambios, fortalecer los canales de comunicación, autocapacitarse en los diferentes niveles administrativos y técnicos de manejo de las unidades productivas, gestionar recursos para proyectos de desarrollo, mejorar la rentabilidad y estrechar vínculos sociales, entre otros fines.

Los objetivos específicos con este mecanismo son: establecer un programa de comunicación articulado CENICAÑA-usuarios; impulsar la adopción de tecnología en las fincas de ingenios y proveedores; capacitar y motivar a los jefes de zona de los ingenios en la metodología GTT de transferencia; y fortalecer la imagen del Centro con sus aportantes.

La justificación del proyecto se basa en que existe una baja velocidad de adopción de la tecnología, no hay un servicio de extensión formal en el sector azucarero, los servicios de asistencia técnica existentes son aislados y desarticulados, falta capacitación sobre las innovaciones, hay ausentismo de los propietarios en las fincas y en eventos de capacitación, y falta información económica sobre la tecnología en oferta.

Durante 2001 se establecieron tres grupos GTT con proveedores del Ingenio Risaralda mediante la formalización de un proyecto de cooperación técnica entre CENICAÑA y el Ingenio. Este proyecto es una experiencia piloto que se extenderá por dos años, durante los cuales se llevarán a cabo procesos de seguimiento y evaluación para medir el impacto de la metodología propuesta en el conocimiento y la adopción de las tecnologías y su efecto sobre los indicadores de productividad y rentabilidad en las unidades productivas.

El procedimiento de trabajo incluyó las siguientes acciones: (a) Identificación y selección de las zonas agroecológicas más representativas del Ingenio según su área de influencia: 9C2, 9C3, 9C4 y 2C1 (ver mapa); (b) Conformación de tres grupos GTT, cada uno integrado por 18 a 20 proveedores, con el criterio de que por lo menos el 70% de los miembros tengan sus fincas ubicadas en la misma zona agroecológica y en la misma zona administrativa del Ingenio; (c) Caracterización de base: atributos de las unidades productivas, niveles de productividad (ejemplo Figura 20), tecnologías de producción utilizadas (ejemplo Figura 21), rasgos personales, valores y percepciones de los productores; uso de tecnología informática y aspectos relativos al manejo administrativo de las fincas; (d) Definición del paquete tecnológico por impulsar en cada zona agroecológica a través de ejercicios participativos entre los agrónomos del Ingenio, los investigadores y los transferidores de CENICAÑA; (e) Programación concertada de los eventos por realizar en el año 2002 y definición de su dinámica; los temas tratados en cada evento deben incluir cuatro componentes básicos: técnico, ambiental, económico y control de calidad.

Los grupos de productores trabajando en red serán gestores de cambio e innovación tecnológica en el sector.

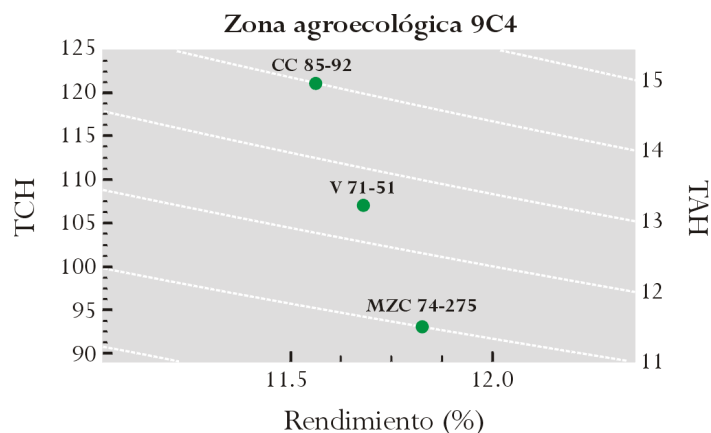
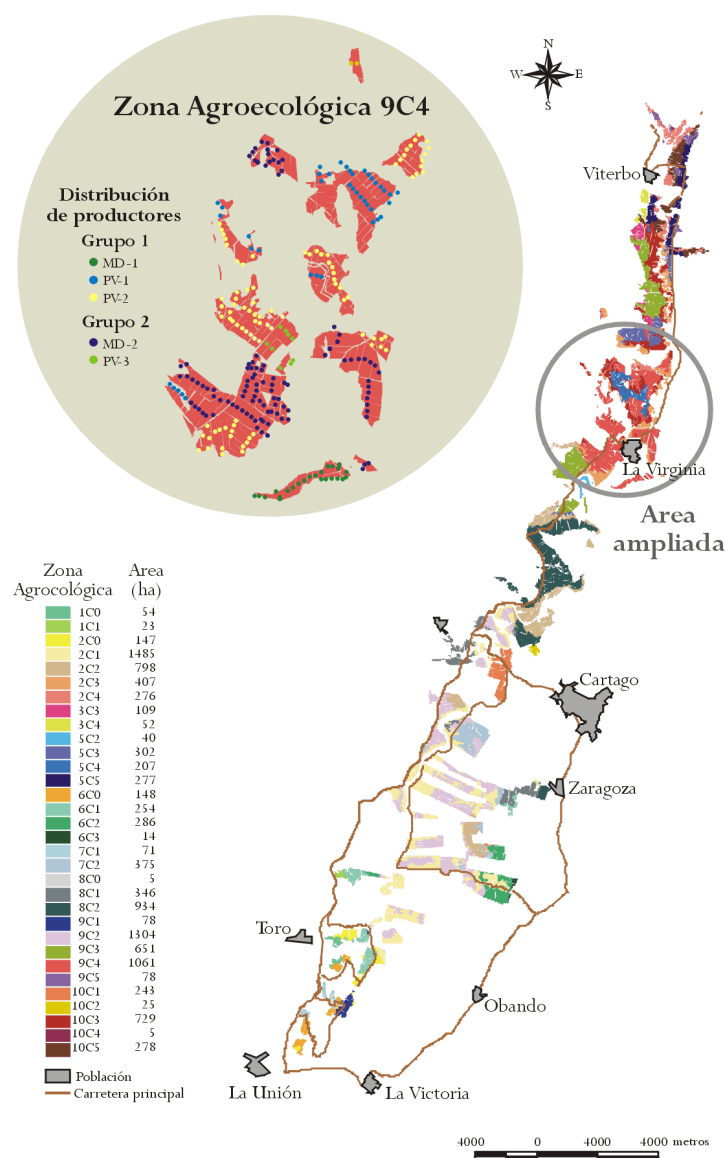


Figura 20. Niveles de productividad de tres variedades de caña en la zona agroecológica 9C4. Ingenio Risaralda, 2001.

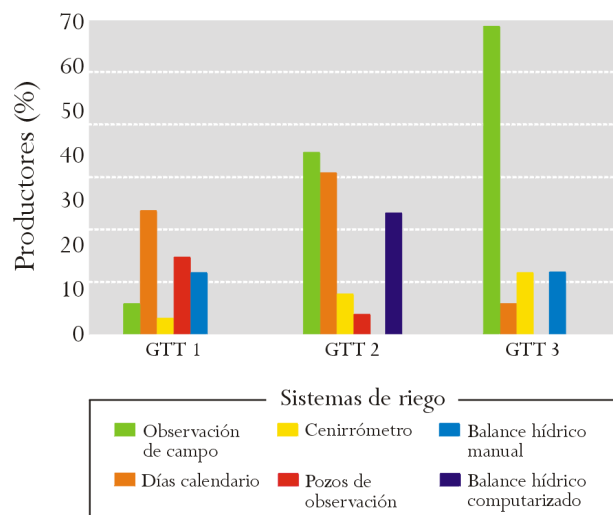


Figura 21. Sistemas de programación de riego utilizados por los productores de cada grupo de transferencia de tecnología –GTT. Ingenio Risaralda, 2001.

Durante el último año CENICAÑA inició el proyecto denominado “Agricultura Específica por Sitio (AEPS)” con el objetivo de establecer un sistema de información y difusión interactiva que asegure la adopción y el impacto positivo de tecnologías limpias en el sector azucarero de acuerdo con las condiciones agroecológicas y socioeconómicas del valle del río Cauca.

El propósito del Centro es fortalecer la capacidad de gestión tecnológica en las unidades productivas de caña y azúcar de manera que ésta contribuya significativamente a mejorar la eficiencia, la rentabilidad y la sostenibilidad de la agroindustria. Para ello, el sistema de AEPS integrará continuamente los datos y la información disponibles ofreciendo a los usuarios locales oportunidades de consulta y análisis interactivos con herramientas seguras y fáciles de usar.

Igualmente se avanzó en la definición de las áreas homogéneas y la metodología para evaluar el desempeño del cultivo según tres niveles de aceptabilidad de la productividad (ver página 35). Además se inició el desarrollo del sistema experto sobre recomendaciones de fertilizantes.

Suelo Manuelita de textura franco—arcillosa en el horizonte A, pendiente entre 0 y 3%, moderadamente profundo a profundo, limitado por sales y sodio, relación calcio/magnesio normal y capacidad de intercambio catiónico entre baja y muy alta.

En condiciones normales de clima el balance hídrico en el suelo presenta déficit entre 200 y 400 mm/año para el cultivo de la caña. En condiciones secas el déficit fluctúa entre 400 y 600 mm/año, mientras en condiciones lluviosas se registran excesos entre 200 y 400 mm/año.



De forma complementaria se concluyó y divulgó la tercera aproximación de la zonificación agroecológica para el cultivo de la caña en la región (Carbonell, *et al*, 2001), al tiempo que se precisaron y actualizaron los atributos de las unidades productivas, los niveles de adopción de tecnología en las fincas, y los factores socioeconómicos y psicológicos que influyen en el comportamiento de gestión tecnológica de productores y mandos medios. Como se menciona en páginas anteriores, también se registraron progresos en la selección de variedades, el desarrollo y la adaptación de tecnologías de manejo agronómico e industrial para condiciones específicas, y la evaluación de metodologías de análisis económico de la actividad productiva.

En un trabajo cooperativo y participativo con técnicos de los ingenios y proveedores de caña se consolidó el sistema de intercambio de parámetros de fábrica y se avanzó en la definición de los correspondientes a la producción agrícola. En el sistema de AEPS se mantendrán estos registros históricos y actualizados como indicadores de la eficiencia productiva e información de base para la construcción de indicadores de rentabilidad, entre otros.

Finalmente, con la producción y la difusión del CD del “Atlas Agroclimático y de Producción de la Agroindustria Azucarera Colombiana” se dio énfasis a la promoción del uso de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) como apoyo para la agricultura específica por sitio (ver página 48).

Planes de mercadeo

Los planes de mercadeo de tecnología muestran de una manera ordenada y coherente el conjunto de las actividades de transferencia que en el corto, mediano y largo plazo atenderán las demandas del sector productivo con soluciones tecnológicas. Los planes se diseñan para cada producto o solución y sus objetivos se definen en términos de la respuesta de adopción que se espera por parte de los productores. En razón de su naturaleza están estrechamente ligados con los objetivos institucionales al tiempo que se articulan con los planes estratégicos de desarrollo empresarial y productivo de los públicos objetivo.

Además de los objetivos organizacionales para un lapso de tiempo determinado, en los planes de mercadeo se identifican las estrategias de acción y los medios necesarios para lograrlos. Las estrategias se fundamentan en los conocimientos de la población de destinatarios, las características del producto o solución tecnológica, las alternativas de solución que pueden encontrar los destinatarios, los elementos de contexto o medio ambiente que influyen en las decisiones de adopción y las oportunidades y amenazas para el desarrollo del plan. Con base en lo anterior se estructura un mapa o guía que sirve de compromiso a toda la organización.

Atlas Agroclimático y de Producción de la Agroindustria Azucarera Colombiana

Las estrategias de manejo agrícola y agronómico son más eficientes cuando se basan en el conocimiento y el análisis de los factores controlables y no controlables que intervienen en el desarrollo productivo del cultivo de interés. Los sistemas de información geográfica son herramientas de gran utilidad para apoyar la toma de decisiones técnicas, administrativas y de infraestructura en las unidades productivas, al tiempo que facilitan la programación y el seguimiento de labores con miras a hacer el cultivo más rentable y productivo.

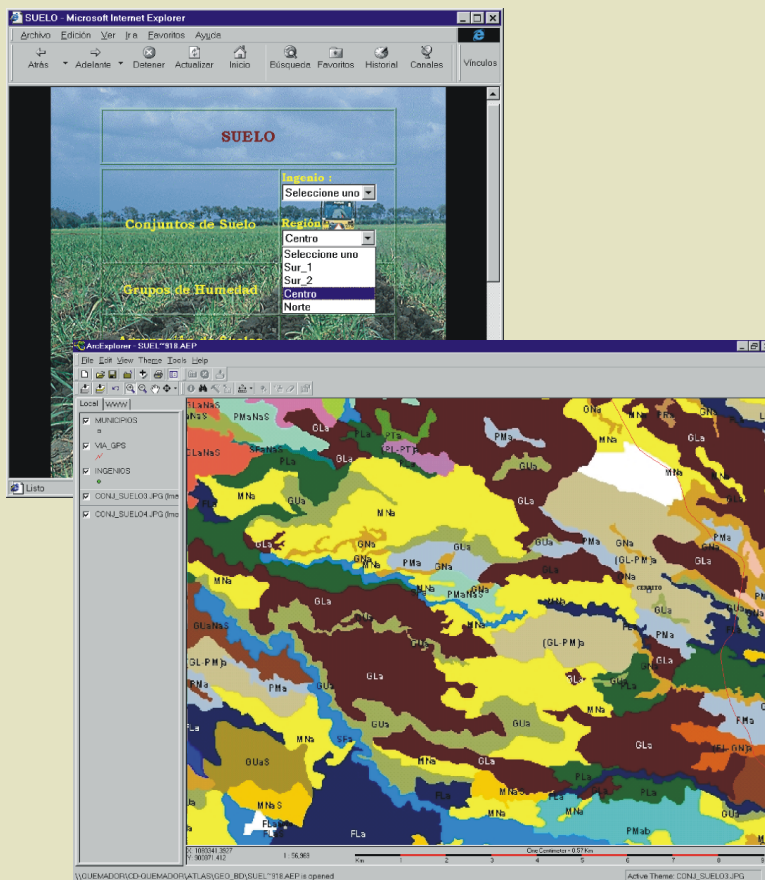
Como una primera etapa del desarrollo de herramientas para la agricultura específica por sitio se editó el CD del “Atlas Agroclimático y de Producción de la Agroindustria Azucarera Colombiana”, un sistema de información geográfica que reúne más de cuatrocientos mapas temáticos con variables de clima, suelo y producción comercial.

Clima: se utilizaron registros de varios años de estaciones pluviométricas y climatológicas administradas por diferentes entidades públicas y privadas. En el Atlas se incluyen la ubicación y el área de influencia de las estaciones de la Red Meteorológica Automatizada del Sector Azucarero, el balance hídrico regional y los análisis climatológicos multianuales (1994-1999) por década, mes y año para las variables precipitación atmosférica, temperatura del aire, oscilación de la temperatura y radiación solar.

Suelo: mapas originales del Estudio Semidetallado de Suelos del Valle Geográfico del Río Cauca elaborado por el IGAC y la CVC (IGAC, 1980), un estudio de suelos de la zona norte del valle correspondiente a las tierras del Ingenio Risaralda y mapas generados por CENICAÑA que incluyen suelos, drenaje natural, lámina de agua rápidamente aprovechable (LARA), grupos de manejo de suelos, grupos de humedad y zonas agroecológicas.

Producción comercial: registros de la producción comercial de diez ingenios azucareros entre 1997 y 1999; producción de caña, rendimiento en azúcar, producción de azúcar, edad de cosecha y número de corte.

Esta aplicación de tecnología informática fue diseñada en ambiente de páginas web y utiliza el programa ArcExplorer® v.2.0 para la interacción con los mapas.





Servicios de apoyo

- 50 Tecnología informática
- 52 Información y documentación
- 53 Cooperación técnica y transferencia de tecnología
- 58 Laboratorios de análisis



Tecnología informática

Durante el año 2001, el Servicio de Tecnología Informática centró sus actividades en el fortalecimiento de la infraestructura de hardware y software de CENICAÑA como parte de los objetivos propuestos en el proyecto “Agricultura Específica por Sitio (AEPS)” cofinanciado por COLCIENCIAS.

Con la tecnología idónea para manejar grandes volúmenes de datos, el Centro se propone reunir en un sistema central la información sobre el cultivo de la caña generada en las distintas áreas de investigación y en el sector productivo, como referencias de apoyo para la toma de decisiones que contribuyan a incrementar la productividad azucarera.

El componente principal del flujo de información en la agricultura específica por sitio es un sistema de información de gestión para facilitar la logística de las acciones que se ejecuten en la toma de decisiones y la formulación de nuevas recomendaciones. Para ello se debe disponer de software para elaboración de mapas, bases de datos con información del cultivo, bases de datos espaciales, herramientas de modelado, sistemas de información geográfica, sistemas expertos y software para procesamiento de imágenes, aspectos en los cuales CENICAÑA ha incursionado paulatinamente.

El sistema de gestión depende del dato como ingrediente fundamental para crear información. Para cumplir con este propósito se han establecido acuerdos con los ingenios a fin de estandarizar sistemas de transferencia de datos mediante formatos específicos previamente diseñados en el Centro de acuerdo con las necesidades de la investigación.

El primero de estos formatos se origina en la importancia de obtener los resultados mensuales de la actividad comercial azucarera con el detalle de cosecha por ingenio, hacienda, suerte, variedad, corte, producción y uso de maduradores, así:

Hacienda	Suerte	Madurador	Corte	Producción
Código Nombre Area bruta (ha)	Código Area cosechada (ha) Código de tenencia Variedad cosechada Suelo Estación meteorológica	Producto Dosis Fecha aplicación	Número de corte Edad de corte Fecha de siembra Fecha corte anterior Fecha corte actual	Toneladas de caña Toneladas de azúcar Rendimiento % Sacarosa % caña Sacarosa % jugo Sacarosa % mata Brix

El objetivo con esta información una vez sea analizada y procesada en el Centro es permitir que los ingenios y cultivadores ingresen a través de la página web a consultar y visualizar las tendencias de los principales indicadores de la productividad física de campo y la recuperación de azúcar en la agroindustria azucarera. Los análisis se realizan por zona agroecológica, ingenio azucarero y variedades de caña de azúcar.

La visualización de la información se hará mediante consultas directas a la base de datos, dependiendo del nivel de información deseado por el usuario, o a través de mapas en los cuales se pueden combinar varias capas, mostrando así la interacción entre cosecha, clima, zona agroecológica, suelo, entre otros. De esta manera el agricultor puede observar la variabilidad en sus fincas y obtener una mejor comprensión de qué zonas son más productivas que otras.

Por otro lado, los datos meteorológicos generados en las 29 estaciones que conforman la Red Meteorológica Automatizada serán recopilados e incorporados en la base de datos con el fin de publicar a través de la página web la información ya sea en consultas, informes o mapas para uso de los ingenios y cultivadores.

Los datos comerciales del sector combinados con la información meteorológica permitirán evaluar tendencias en las cosechas y de esta manera el cultivador podrá observar la variabilidad espacial y temporal en el cultivo.

Desarrollo de software

El Servicio de Tecnología Informática coordinó el desarrollo de proyectos de software surgidos de necesidades de manejo de información por parte de los programas y servicios de CENICAÑA. Entre ellos se destacan:

Nombre del sistema	Objetivo
Censo de productores	Sistematizar información global y actualizada de los clientes del Centro.
Indicadores del proceso de fábrica	Facilitar el intercambio de indicadores estandarizados del proceso de fábrica.
Generador de presupuestos de campo	Elaborar presupuestos financieros del proceso de producción del caña de azúcar con la opción de predecir las consecuencias técnicas y monetarias de diferentes decisiones.

De igual manera y como parte del proyecto de Agricultura Específica por Sitio se ha contratado el desarrollo del sistema experto de fertilización, el sistema de información para manejo de caña específico por sitio (SIMCES), y el sistema de consultas de información comercial y meteorológica a la base de datos institucional.

Información y documentación

El énfasis de las actividades del Servicio de Información y Documentación durante 2001 estuvo orientado al registro de la información. Al finalizar el período se encontraban disponibles en la red del Centro las bases de datos de las tres colecciones: Caña de Azúcar, General y de Revistas. El sistema permite que los investigadores realicen consultas desde las oficinas lo cual facilita su labor.

Las estadísticas del Servicio durante el año se presentan en el Cuadro 7. La lista de referencias correspondientes a los documentos de trabajo elaborados por los investigadores de CENICAÑA se encuentran en el Anexo, página 62.

Cuadro 7. Estadísticas del servicio de información y documentación, 2001.

1. Adquisiciones		3. Distribución de publicaciones	
Documentos recibidos	1 238	Páginas de contenido internas	21
Colección caña	46	Carta Trimestral	3
Colección general	112	Serie Técnica	1
Revistas	1 078	Informe Anual	1
2. Registro y análisis		4. Servicios a usuarios	
Colección caña		Usuarios atendidos	2 498
Base de datos caña	1 285	Préstamos	4 650
<i>Total general</i>	<i>25,486</i>	En sala de lectura	2 939
Colección general		A domicilio	1 711
Base de datos de libros	205	Distribuidos en:	
<i>Total general</i>	<i>42 17</i>	Revistas	2 067
Hemeroteca		Documentos	2 177
Base de datos de revistas	10	Equipos	406
<i>Total general</i>	<i>627</i>	Solicitud fotocopias	181
Revistas registradas	915	Páginas fotocopias	10,660
Resúmenes elaborados	362	Solicitud de adquisiciones material	1
Analíticas de revistas	601	Publicaciones donadas	466
Títulos nuevos	10		
Fichas elaboradas	1 127		
Mapas registrados	4		
<i>Total general</i>	<i>282</i>		

Cooperación técnica y transferencia de tecnología

Durante 2001 los investigadores y demás profesionales de CENICAÑA participaron en cerca de ochenta y cinco actividades de transferencia de tecnología y cooperación técnica relacionadas con las distintas áreas de intervención del Centro. Al mismo tiempo contribuyeron con artículos, informes y otros documentos para la edición de ocho números de las publicaciones seriadas Carta Trimestral, Serie Informativa, Serie Técnica, Serie Procesos Industriales e Informe Anual.

A continuación se reseñan las actividades más destacadas y los contenidos de las series impresas. En el Anexo, páginas 63 y 69, se presentan cuadros resumen con los temas, fechas y participantes en los distintos eventos realizados así como la relación de visitas de estudiantes y técnicos del sector agropecuario atendidas en el centro experimental.

Reunión Bienal 2001

Entre mayo y agosto se desarrolló el programa de Reunión Bienal 2001 sobre avances de la investigación, el cual incluyó siete eventos de encuentro con directivos y técnicos de nueve ingenios azucareros y la realización de un foro de dos días dirigido a los proveedores de caña. En total asistieron 425 personas.

La dinámica de las reuniones con los ingenios consistió en exposiciones individuales por parte de CENICAÑA y el ingenio, y espacio para comentarios y preguntas. Cada ingenio presentó una reseña de las tecnologías adoptadas y los beneficios percibidos a partir de la investigación realizada por el Centro, al tiempo que precisó sus intereses prioritarios por soluciones tecnológicas. De nuestra parte se ilustraron los aspectos principales de la evolución tecnológica en la agroindustria local durante los dos últimos años (1999–2001), las proyecciones de



CENICAÑA en el corto y mediano plazos, los avances en torno al desarrollo de la agricultura específica por sitio y un tema de interés solicitado por cada ingenio:

- Ingenios Central Castilla y Riopaila: Análisis sobre la reducción de la producción año 2000 y Reducción de pérdidas de sacarosa.
- Ingenios Incauca y Providencia: Manejo de residuos de cosecha y Variedades de caña.
- Ingenio La Cabaña: Reducción de pérdidas de sacarosa.
- Ingenio Manuelita: Análisis sobre la reducción de la producción año 2000
- Ingenio Mayagüez: Manejo del recurso hídrico para riego: balance hídrico, control administrativo y de costos.
- Ingenio Sancarlos: Costos de campo y Administración de la cosecha.
- Ingenio Risaralda: Manejo de residuos de cosecha y Labores de cultivo.



El foro con los cultivadores de caña se llevó a cabo los días 29 y 30 de agosto con los siguientes temas; las presentaciones correspondientes están disponibles en www.cenicana.org:

- Avances hacia la agricultura específica por sitio
- Variedades y su ubicación para condiciones específicas
- Desarrollo de variedades para zonas semiseca, húmeda y piedemonte
- Incidencia de enfermedades y efectos en producción
- Uso de semilla de alta calidad
- Manejo preventivo de plagas potenciales
- Análisis sobre la reducción de la producción año 2000
- Labores culturales y subsolación
- Avances en la fertilización de la caña de azúcar
- Tecnologías de riego. Costos de riego
- Uso de maduradores en la caña de azúcar
- Manejo de los residuos de cosecha
- Costos de producción de caña
- Producción de azúcar orgánico
- Transferencia y adopción de tecnología
- Búsquedas en la base de datos bibliográfica de CENICAÑA
- Potencialidades del convenio de producción más limpia
- Atlas agroclimático y de producción de la industria azucarera colombiana



Avances técnicos para afiliados a PROCAÑA

Por iniciativa de la Asociación Colombiana de Productores y Proveedores de Caña de Azúcar (PROCAÑA), el 5 de abril se realizó el programa Avances Técnicos al cual asistieron 114 afiliados.

Temas:	☐ Logros y proyecciones de CENICAÑA	☐ Sistemas de cosecha
	☐ Uso de maduradores en caña de azúcar	☐ Cosecha y compactación de suelos
	☐ Labor de subsuelo en caña de azúcar	☐ Análisis de materia extraña en caña moledera

24º Congreso Internacional de la Sociedad de Técnicos de la Caña de Azúcar

Doce trabajos preparados por los investigadores de CENICAÑA fueron presentados en este congreso organizado por la Sociedad Australiana de Técnicos de la Caña de Azúcar (ASSCT). El evento tuvo lugar en la ciudad de Brisbane entre el 17 y el 21 de septiembre de 2001. Las memorias correspondientes se encuentran disponibles para consulta en la biblioteca de CENICAÑA.

Agronomía

Determination of an index for estimating the effect of climate on the sugar cane crop.
(Moreno, C.A.; Cortés, E.; González, J.C.). Poster.

The age of cane at cutting and agroindustrial recovery of sugar.
(Luna, C.A.; Moreno, C.A.; Palma, A.; Cabrera, V.; Daza, O.H.). Presentación oral.

Patología

Diagnosis of five sugarcane diseases using the same leaf sample.
(Guzmán, M.L.; Victoria, J.I.). Poster.

Fitomejoramiento

A new proposal for clonal evaluation based on direct analysis and NIR spectroscopy.
(Amaya, A.; Larrahondo, J.E.; Oliveros, C.M.; Ranjel, H.; Moreno, C.A.; Viveros, C.A.; Briceño, C.O.; Peña, W.). Poster.

Biología molecular

Genetic diversity in sugarcane hybrids bred in Colombia measured using molecular markers.
(Cerón, A.M.; Angel, F.). Poster.

Procesos de fábrica

Applications of near infrared spectroscopy in the sugarcane industry of Colombia.
(Larrahondo, J.E.; Palau, F.; Navarrete, A.; Ramírez, C.). Poster.

Pérdidas físicas

Sucrose losses in processes prior to mill operations: experiences in the Colombian sugar industry.
(Larrahondo, J.E.; Briceño, C.O.). Poster.

Pérdidas en mieles

Determination of target purity for Colombian exhaust molasses.
(Gil, N.J.; Briceño, C.O.; Palma, A.). Poster.

Ingeniería y energía

Analysis of the dispersion of particulate material from fixed sources in a Colombian sugarcane mill.
(Calero, L.M.; López, C.; Cortés, E.). Poster.

Changes in green cane harvest residue during storage.
(Briceño, C.O.; Torres, J.S.). Presentación oral.

How much msugar to produce efficiently in one year.
(Luna, C.A.; Posada, C.; Orozco, B.; Palma, A.; Moreno, C.A.). Presentación oral.

Measurement and modelling loads and power consumption in Colombian sugar mills.
(Gómez, A.L.; Echeverri, L.F.). Presentación oral.

Publicaciones editadas, 2001

CARTA TRIMESTRAL

ISSN 0121-0327



No. 1 de 2001. 44p.

- Conceptualización acerca de los factores que inciden en la producción de caña y sacarosa (Daza, O.H.)
- Seguimiento de la sacarosa en el proceso agroindustrial de producción de azúcar (Rebellón V., C.A.; Luna G., C.A.; Ospina, O.; Tafur, J.)
- Variedades de caña de azúcar en la agroindustria azucarera de Colombia, año 2000 (Luna G., C.A.; Posada, C.)
- Servicio de diagnóstico de enfermedades de la caña de azúcar (Guzmán R., M.L.; Victoria K., J.I.)
- Comportamiento del clima en el valle del río Cauca durante el año 2000 (Cortés B., E.)
- Resumen climatológico. Valle del río Cauca, enero-marzo de 2001 (Cortés B., E.; Gutiérrez, J.Y.)
- Identificación y cuantificación de pérdidas de sacarosa reportadas normalmente como pérdidas indeterminadas (Cardona, J.H.)
- Mecanismo de desarrollo limpio (MDL). Oportunidades para el sector azucarero colombiano (Calero, C.X.; Calero, L.)
- Sistema de gestión ambiental en el Ingenio Sancarlos (ASOCAÑA)



No. 2 de 2001. 36p.

- Variedades de caña de azúcar con alta concentración de sacarosa: avances del proceso de selección (Viveros V., C.A.; Cassalett D., C.; Amaya E., A.)
- Resumen climatológico, primer semestre de 2001. Red Meteorológica Automatizada del Sector Azucarero Colombiano (Cortés B., E.; Gutiérrez, J.Y.)
- Indicadores para la gestión energética en la industria azucarera colombiana (Briceño B., C.O.; Gómez, A.L.; Echeverri, L.F.)
- Redes neuronales: una herramienta con alto potencial para la simulación en el sector agroindustrial del azúcar (Briceño B., C.O.). Separata.

- Control administrativo del riego: preguntas y respuestas (Cruz V., R.)
- Pérdidas de sacarosa por la permanencia de la caña en patios de fábrica (Larrahondo, J.E.)
- Ecuación de pureza esperada en mieles finales en Colombia (*target purity*): una herramienta para evaluar el proceso de agotamiento (Gil Z., N.J.; Briceño B., C.O.; Palma Z., A.)
- Microsatélites: nueva herramienta para estudiar el genoma de la caña de azúcar (Cerón G., A.M.; Angel S., F.)

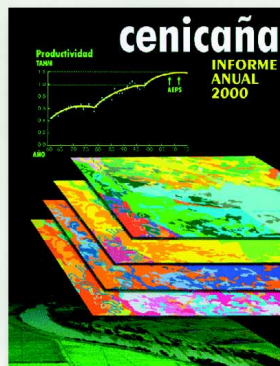


No. 3 y 4 de 2001. 36p.

- Sustitución del subacetato de plomo en el Ingenio La Cabaña S.A. (Tenorio Q., Y.; Palma Z., A.)
- Cómo se logró una ventaja competitiva y algunos razonamientos sobre la evolución productiva en la agroindustria azucarera colombiana (Luna G., C.A.; Posada C., C.; Rebellón, C.A.)

INFORME ANUAL

ISSN 0120-5854



Año 2000. 104p.

- Espaciamiento de los surcos para reducir los daños al campo (Torres, J.S.; Madrián, C.A.)
- Variedades RD 75-11, CC 87-434 y CC 87-409. Adaptación y respuesta al nitrógeno en dos suelos arcillosos ácuicos (Quintero, R.)
- Evaluación comercial de la variedad CC 89-2000 en el Ingenio Mayagüez (Viveros V., C.A.; Victoria K., J.I.; Bohorquez, J.; et al)
- Resumen climatológico para el valle del río Cauca, segundo semestre de 2001. Red Meteorológica Automatizada del Sector Azucarero (Cortés B., E.; Gutiérrez, J.Y.)

Esta edición presenta en 106 páginas los avances logrados por CENICAÑA durante 2000 en las distintas áreas de trabajo. Resultados de la tercera aproximación de la zonificación agroecológica para el cultivo de la caña en la región azucarera de Colombia, análisis del clima durante el año y comentarios generales sobre el comportamiento comercial de la caña cosechada y su procesamiento fabril para la producción de azúcares. Avances en el desarrollo de los macroproyectos, orientación y servicios prestados en tecnología informática, información y documentación, transferencia de tecnología y laboratorios de análisis.

ATLAS AGROCLIMÁTICO Y DE PRODUCCIÓN DE LA AGROINDUSTRIA AZUCARERA COLOMBIANA

ISBN 985 93-6-7

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

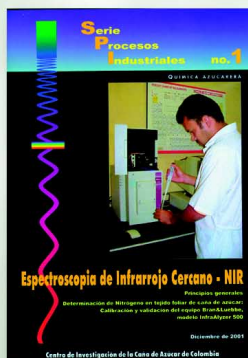


Atlas electrónico en CD en el cual se presentan más de cuatrocientos mapas temáticos con variables de clima, suelo y producción comercial relacionadas con cerca de 160,000 hectáreas vinculadas al cultivo de la caña de azúcar en los departamentos de Caldas, Cauca, Risaralda y Valle del Cauca. Las consultas se pueden realizar desde una escala regional (valle del río Cauca) hasta el nivel de 'suerte' o lote en caña de azúcar. Ofrece una guía resumida que enseña cómo superponer planos particulares georreferenciados sobre los mapas del Atlas, así como indicaciones prácticas sobre las utilidades del programa ArcExplorer para realizar acercamientos, incorporar información nueva, hacer consultas personalizadas e imprimir.

SERIE PROCESOS INDUSTRIALES

ISSN 1657-7329

La Serie Procesos Industriales fue creada en el año 2001 con el objetivo de difundir los contenidos de innovación tecnológica y mejoramiento continuo derivados de la investigación realizada por CENICANA sobre el procesamiento industrial de la caña de azúcar. La publicación tendrá numeración consecutiva y en ella se tratarán temas relacionados con las áreas de procesos mecánicos y químicos, energía, química azucarera, medio ambiente, revisión de operaciones, materias primas, productos y subproductos.



No. 1. 28p.

en las áreas de medio ambiente y salud. El éxito del NIR puede atribuirse en gran parte a la rapidez con la cual se realizan análisis cuantitativos y cualitativos de muchos componentes en una muestra con un mínimo de preparación.

Esta publicación presenta los principios generales de la espectroscopia NIR, su uso para la determinación de nitrógeno en tejido foliar de caña de azúcar y los procedimientos para la calibración del equipo Bran&Luebbe, modelo InfraAlyzer 500 con ese fin. Incluye además los resultados de la validación correspondiente.

Espectroscopia de Infrarrojo Cercano –NIR. Principios generales. Determinación de nitrógeno en tejido foliar de caña de azúcar. Calibración y validación Equipo Bran&Luebbe, modelo InfraAlyzer 500.

Larrahondo, J.E.; Palau G., F.; Ramírez, C.J.

Durante la última década se ha incrementado considerablemente el empleo de la espectroscopia de Infrarrojo Cercano (NIR, sigla en inglés) para los análisis de productos de las industrias de alimentos, bioquímica y farmacéutica, al igual que aplicaciones

SERIE TÉCNICA

ISSN 0121-5846

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

Carbonell G., J.; Amaya E., A.; Ortiz U., B.V.; Torres, J.S.; Quintero, R.; Isaacs E.; C.H.



No. 29. 59p.

se identificaron 51 zonas agroecológicas definidas por la colección de las siguientes capas de información:

(a) Las características de los suelos, clasificados en diez grupos de manejo de acuerdo con los siguientes factores: clasificación taxonómica, posición geomorfológica, régimen de humedad, familia textural y drenaje externo, interno y natural. En la zonificación se incluyen más de 90 suelos identificados mediante estudios semidetallados.

(b) Las características de las áreas afectadas por diferentes grados de humedad ordenadas en seis grupos de humedad conformados a partir de estudios básicos sobre la permeabilidad del suelo y el balance hídrico regional. Con fundamento en estudios semidetallados se caracterizó el drenaje natural del suelo para luego elaborar mapas de equivalencias de permeabilidad; el balance hídrico en el suelo se basa en el análisis climatológico de registros históricos de precipitación y evaporación y en las investigaciones sobre el consumo de agua de la caña.

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

En esta tercera aproximación, para un año de precipitaciones normales

SERIE INFORMATIVA

ISSN 0120-3827

Comportamiento comercial de la caña de azúcar cosechada en el valle del río Cauca, 2000.

Luna G., C.A.; Borrero S., J.M.; Paz T., H.G.; Posada, C.; Palma Z., A.; Gil Z., N.; Cortés B., E.



No. 18. 68p.

En esta edición referente al año 2000 el análisis incluye 19 cuadros y 61 figuras con información por zonas geográficas (norte–centro–sur), zonas agroecológicas (tercera aproximación), ingenios azucareros y variedades de caña de azúcar, presentando en algunos casos la evolución productiva.

La observación de los indicadores se realiza para doce ingenios donantes al centro de investigación y corresponde a la caña cosechada en tierras con manejo directo de aquéllos y en tierras con manejo de cultivadores independientes, proveedores de caña.

Los ingenios analizados son: Central Castilla, Central Tumaco, Incauca, La Cabaña, Manuelita, María Luisa, Mayagüez, Pichichí, Providencia, Riopaila, Risaralda y Sancarlos.

Durante los últimos once años, el período comprendido entre enero de 1990 y diciembre de 2000, CENICANA ha publicado las tendencias de los principales indicadores de la productividad física de campo y la recuperación de azúcar en la agroindustria azucarera colombiana localizada en el valle del río Cauca.

Laboratorios de análisis

Patología

Durante el año 2001 se realizaron evaluaciones para la detección de las enfermedades raquitismo de la soca (RSD), escaldadura de la hoja (LSD), síndrome de la hoja amarilla (SCYLV), mosaico de la caña de azúcar (SCMV) y virus baciliforme de la caña de azúcar (SCBV). Los métodos utilizados fueron *Dot-blot* y *Tissue-blot*.

En total se efectuaron 13,178 determinaciones en muestras remitidas por los ingenios azucareros y los proveedores de caña (semilleros y suertes comerciales), por el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) desde las zonas peneleras y por los investigadores de CENICAÑA para controlar la sanidad de los experimentos (Cuadro 8).

La evolución del servicio de diagnóstico se presenta en la Figura 22. En 2001, por solicitud de ingenios y cultivadores se realizaron 56% más evaluaciones que en 2000; se recibieron 1296 muestras para diagnóstico de RSD, 1607 para LSD, 1329 para SCYLV y 118 para SCBV. En términos generales, en todos los ingenios se registraron niveles bajos de incidencia de RSD y LSD en semilleros y lotes comerciales, y presencia moderada del síndrome de la hoja amarilla. Los porcentajes de incidencia de las variedades más evaluadas se registran en el Cuadro 9.

Cuadro 8. Número de evaluaciones realizadas por el servicio de diagnóstico de enfermedades en 2001 según procedencia de las solicitudes.

Procedencia	Número de evaluaciones
Experimentos Cenicaña	6392
Ingenios y proveedores	4350
Zona panelera	2436
Total	13,178

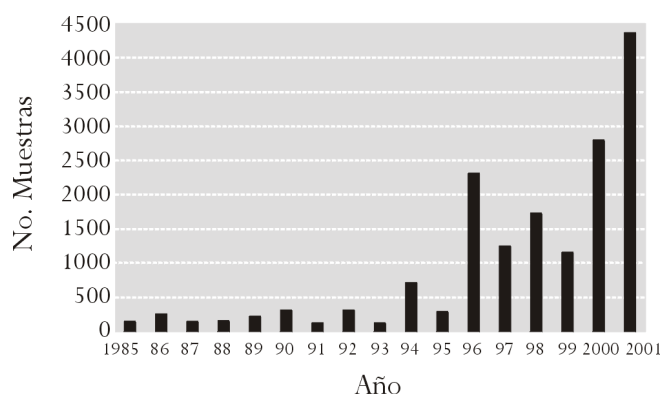


Figura 22. Utilización del servicio de diagnóstico de enfermedades entre 1985 y 2001 por los cultivadores de caña y los ingenios azucareros.

Cuadro 9. Porcentaje de incidencia de enfermedades en las principales variedades de caña de azúcar. Promedios de lotes comerciales y semilleros, 2001.

Variedad	RSD		LSD		ScYLV		ScBV	
	No. de muestras ¹	Incidencia (%) ²	No. de muestras	Incidencia (%)	No. de muestras	Incidencia (%)	No. de muestras	Incidencia (%)
CC 85-92	577	< 0.1	807	0.9	572	0.2	75	0
CC 84-75	141	0	161	< 0.1	167	10.7	2	0
V 71-51	125	0.2	152	< 0.1	134	0.2	0	-
MZC 74-275	128	0.1	148	0.3	138	1.1	0	-
CC 87-434	47	0.5	52	0.1	52	1.0	0	-
PR 61-632	30	0.5	47	0	34	0.7	0	-
Co 421	19	4.7	19	0	19	5.5	0	-
Otras	229	3.8	221	< 0.1	213	2.9	41	0
Total	1296	0.6	1607	0.3	1329	2.3	118	0

1. Número total de muestras provenientes de semilleros y áreas comerciales.
2. Promedio de los porcentajes de incidencia de todas las muestras evaluadas.

Entomología

El Laboratorio de Entomología presta servicios de entrenamiento en el manejo de la cría de *Diatraea saccharalis* y hace entrega del parásito *Trichogramma exiguum* para renovación de cepa.

Durante el año 2001 abasteció los laboratorios Diatraea Ltda, Parabiológicos Ltda, Inbeagro Ltda, Productos Biológicos Perkins, ingenios María Luisa e Incauca con los siguientes suministros: 2800 larvas de *Diatraea* y 27 hojas de posturas, 2 litros de dieta en bandeja y 126 pulgadas de *Trichogramma exiguum*.

Entre 1985 y 1990 el área de entomología de CENICAÑA trabajó en la definición de la metodología de cría del barrenador *Diatraea saccharalis* en dieta artificial; durante los siete años siguientes el laboratorio suministró larvas a los ingenios y a partir de 1996 inició actividades de transferencia de la tecnología a particulares. La producción del barrenador en condiciones de laboratorio se suspenderá a partir del año 2002.

El área de entomología de CENICAÑA desarrolló una metodología para la cría en dieta artificial y condiciones de laboratorio del barrenador *Diatraea saccharalis*, una plaga de importancia económica en el cultivo de la caña de azúcar en el valle del río Cauca. Hasta el año 2001 las larvas de este insecto fueron suministradas a los ingenios donde se utilizan en la producción de moscas benéficas que luego son liberadas en campos infestados para el control biológico del barrenador. A partir de 2002 las larvas serán producidas por laboratorios particulares.

Los estados maduros del barrenador *Diatraea* (izquierda) son la base para la producción (centro) y entrega de larvas (derecha).



Química

El Laboratorio de Química realizó durante el último año un total de 20,550 análisis para atender las solicitudes de los programas de investigación de CENICAÑA, los cultivadores de caña y los ingenios azucareros: 14,000 análisis de caña, 2100 de tejido foliar, 4000 de suelos (químico y físico) y 450 análisis especiales de polisacaridos, fenoles, dextranas, almidones, amino-nitrogenados, fosfatos, HPLC, entre otros (Figura 23). Los análisis especiales corresponden a pruebas no rutinarias de gran importancia en los estudios de calidad de jugos y otros materiales del proceso azucarero; los usuarios del servicio son los ingenios azucareros y los programas de investigación de CENICAÑA.

Los análisis de jugos de caña y tejido foliar se realizaron con la tecnología de espectroscopia de infrarrojo cercano (NIR). Igualmente se utilizó la metodología CENIAD—NIR en los análisis de caña, especialmente para la evaluación de variedades.

En colaboración con dos ingenios se realizó el estudio sobre el empleo de sustitutos del subacetato de plomo para la clarificación de mieles finales.

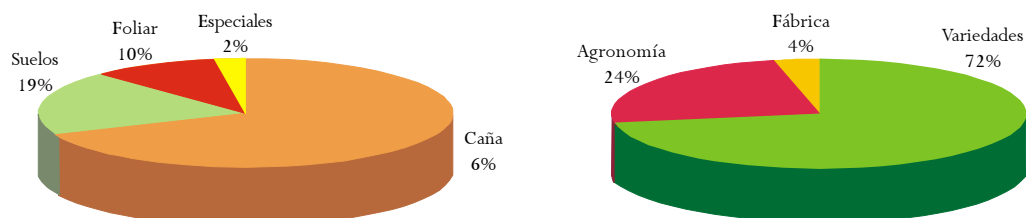


Figura 23. Distribución porcentual de muestras analizadas en el Laboratorio de Química durante 2001 según el tipo de análisis requerido (izquierda) y según la demanda de los programas de investigación de CENICAÑA (derecha).



Roberto Betancourth, ayudante del Laboratorio de Química, pulveriza hojas de caña correspondientes a muestras colectadas para análisis de elementos químicos. Los resultados sirven de base para recomendaciones de fertilización del cultivo con fines de nutrición.



I. Documentos de trabajo, 2001

- Amaya Estévez, A. **Informe de gestión del Director General a la Sala General.** Cali, CENICAÑA, 2001. 15p. (Documento de trabajo, no.483)
- Caicedo Muñoz, G.H. **Caracterización conductual de productores de caña de azúcar.** Informe de Avance. Cali, CENICAÑA, 2001. 13p.
- Calero Salazar, L. **Estrategias de control de la contaminación atmosférica de fuentes fijas en la industria azucarera.** Cali, CENICAÑA, 2001. 9p. (Documento de trabajo, no.482)
- Calero Salazar, L. **Convenio climático y protocolo de Kioto. Algo más que políticas internacionales.** Cali, CENICAÑA, 2001. 5p. (Documento de trabajo, no.485)
- Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia. Cali. **Macroproyecto de caña verde. Tercer Informe Técnico.** Contrato COLCIENCIAS - CENICAÑA. Código 2214-07-755-98. Cali, CENICAÑA, 2001. 95p.
- Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia. Cali. **Programa 2002. Macroproyectos y proyectos complementarios. Hechos destacados.** Cali, CENICAÑA, 2001. 52p. (Documento de trabajo, no.493)
- Cerón González, A.M. Informe final del contrato pasantía Joven Investigador Convenio COLCIENCIAS - CENICAÑA. **Caracterización molecular de variedades de caña de azúcar mediante la técnica de microsatélites.** Cali, CENICAÑA, 2001. 19p.
- Daza, O.H. **Informe de visita a la Universidad Politécnica de Valencia, Universidad Wageningen y Universidad de la Florida.** Cali, CENICAÑA, 2001. (Documento de trabajo, no.484)
- Díaz-Granados, C. Informe final del contrato estudiante en práctica. **Transmisión del virus baciliforme de la caña de azúcar (ScBV) y virus del síndrome de la hoja amarilla de la caña de azúcar (ScYLV) utilizando insectos como vectores.** Cali, CENICAÑA, 2001. 29p.
- Larrahondo, J.E. **Proyecto pérdidas de sacarosa entre cosecha y molienda. Cuarto Informe Técnico Anual.** Contrato COLCIENCIAS- CENICAÑA 537-97. Cali, CENICAÑA, 2001. 37 p. (Anexos p.17-37)
- Larrahondo, J.E.; Ramírez, C.J. **Empleo de quitinas y quitosanas como agentes clarificadores en jugos de caña de azúcar.** Cali, CENICAÑA, 2001. 3 p. (Documento de trabajo, no.477)
- Lastra Borja, L.A.; Gómez L., L.A. **El saltahoja hawaiano *Perkinsiella saccharicida* (Homoptera: Delphacidae) en el Valle del Cauca.** Cali, CENICAÑA, 2001. 26p. (Documento de trabajo, no.494)
- Luna González, C.A.; Borrero Salazar, J.M.; Paz Torres, H.G.; Posada Contreras, C.; Palma Zamora, A.E. **Estadísticas y tendencias de la productividad en la agroindustria azucarera colombiana año 2000.** Cali, CENICAÑA, 2001. 32p. (Documento de trabajo, no.498)
- Moreno Gil, C.A. **Efectos de la edad de cosecha en el contenido de sacarosa de la variedad CC 85-92.** Cali, CENICAÑA, 2001. 10p. (Documento de trabajo, no.495)
- Ortiz Uribe, B.V.; Carbonell González, J. **Atlas agroclimático y de producción de la agroindustria azucarera colombiana.** Versión 1.0. Manual del usuario. Cali, CENICAÑA, 2001. 37p. 1 CD-ROM. (Documento de Trabajo, no.488)
- Palma Zamora, A.E.; Luna González, C.A.; Cortés, J.C.; Ortiz Uribe, B.V. **Variabilidad espacial intrasuerte de las toneladas de caña por hectárea.** Cali, CENICAÑA, 2001. 8p. (Documento de trabajo, no.491)
- Prieto Hernández, S. Informe final del contrato estudiante en práctica. **Determinación de variabilidad intraespecífica de la hormiga loca, *Paratrechina fulva* (Hym:Formicidae) usando cebadores de secuencia aleatoria (RAPDs) y cebadores ribosomales (ITS).** Cali, CENICAÑA, 2001. 55p.
- Quintero Durán, R. **Fertilización de la caña de azúcar con nitrógeno en suelos del valle del río Cauca.** Cali, CENICAÑA, 2001. 10p. (Documento de trabajo, no.487)
- Quintero Durán, R. **Fertilización de las variedades RD 75-11, CC 87-409 y CC 87-434 con nitrógeno en dos suelos arcillosos ácuicos.** Cali, CENICAÑA, 2001. 19p.
- Quintero Durán, R. **Variedad CC 85-92, suelos y fertilización.** Cali, CENICAÑA, 2001. 11p. (Documento de trabajo, no.489)
- Rebellón Villán, C.A. Informe final contrato pasantía joven investigador Convenio COLCIENCIAS - CENICAÑA. **Ingresos, costos y beneficios y su relación con los factores determinantes de la productividad de la caña (un estudio de caso).** Cali, CENICAÑA, 2001. 54p.
- Rebellón Villán, C.A.; Salcedo, S.; Luna González, C.A.; Posada Contreras, C. **El sector azucarero colombiano 2000-2010.** Cali, CENICAÑA, 2001. 32p. (Documento de trabajo, no.480)
- Rosero Calad, J. **Modelo para la evaluación económica de inversiones en infraestructura de drenaje agrícola.** Cali, Universidad del Valle, 2001. 39p. (Disquete)
- Samper Gnecco, A. **Evolución institucional de la investigación en caña de azúcar en el Valle del Cauca. Sexta parte. Desarrollo de los programas de CENICAÑA 1980-1984.** Cali, CENICAÑA, 2001. 203p.
- Victoria Kafure, J.I.; Guzmán Romero, M.L. **Manejo integral del raquitismo de la soca (*Clavibacter xyli* subsp. *xyli*) de la caña de azúcar en Colombia.** Cali, CENICAÑA, 2001. 147p. (Documento de trabajo, no.486)
- Zambrano Salgado, Y.F.; Caicedo Rodríguez, V. **Manual de instalación y funcionamiento del clarificador tipo rápido, escala planta piloto y demás accesorios complementarios. Versión 2: con modificaciones y adiciones.** Cali, CENICAÑA, 2001. 46p.

II. Actividades de comunicación técnica y transferencia de tecnología

Actividad, lugar y fecha	Tema	Asistentes – participantes
SELECCIÓN Y MEJORAMIENTO DE VARIEDADES		
Visita de observación. Ingenio Mayagüez. Ene.17 de 2001	Cosecha manual de caña verde limpia, variedad CC 89-2000	Diez técnicos de campo y cosecha del Ingenio. Coordinador: C.A. Viveros
Conferencias. VII Congreso Nacional de Fitomejoramiento y Protección de Cultivos. Ibagué, Colombia. May.23-25	Mejoramiento de la selección varietal por sacarosa en caña de azúcar con la ayuda de la estadística espacial* Avances en la selección de variedades de caña de azúcar con alta concentración de sacarosa para el semestre A*	Asistentes al Congreso. Conferenciante: C.A. Viveros
Día de campo. Ingenio Providencia, hacienda Piedechinche. Jun.7	Selección de variedades para la zona de piedemonte*	Cuarenta profesionales de campo de los ingenios Providencia, Incauca, Pichichí y de CENICAÑA. Coord: H. Rangel
Día de campo. Incauca, hacienda Cachimbalito. Jun.21	Selección de variedades para la zona húmeda*	Treinta profesionales de los ingenios Incauca, Providencia y de CENICAÑA. Coord: H. Rangel
Día de campo. Centro Experimental CENICAÑA. Jul.27	Programa de Variedades: qué hace, por qué y cómo	Cincuenta personas de CENICAÑA Coord: H. Rangel
Conferencia. II Seminario sobre Tópicos Actuales en Investigación Genética. Universidad del Valle. Cali, Colombia. Sep.	Mejoramiento de caña de azúcar	Asistentes al seminario. Confer: C.A. Viveros
Día de campo. Hacienda San Nicolás, Ingenio Riopaila. Oct.	Observación de variedades, prueba regional 88-91*	Diez técnicos y doce mayordomos del Ingenio. Coord: C.A. Viveros
Día de campo. Hacienda La Judea. Oct.31	Observación del manejo comercial y la fertilización de las variedades CC 84-75, CC 85-92, CC 87-434 y CP 72-370.	Tres administradores de la hacienda y diez investigadores de CENICAÑA. Coord: H. Rangel
SANIDAD VEGETAL: PATOLOGÍA Y ENTOMOLOGÍA		
Entrenamiento. Laboratorio de Entomología CENICAÑA. Feb.15	Manejo de la cría de <i>Diatraea saccharalis</i>	Tres profesionales del área de biotecnología del CIAT. Coord: L.A. Lastra
Conferencia. Centro Experimental CENICAÑA. Abr.4	Síndrome de la hoja amarilla*	Técnicos de Incauca. Coord: J.A. Angel
Curso. Uso seguro y eficaz de plaguicidas. Centro Experimental CENICAÑA. Jun.26-29	Uso seguro y eficaz de plaguicidas	Técnicos de ingenios y empresas de aplicación aérea. Coord: ANDI, ASOCAÑA, CENICAÑA.

* En el Servicio de Información y Documentación de CENICAÑA se encuentran diferentes documentos relacionados con el tema, los cuales pueden ser consultados en la sala de lectura de la biblioteca o mediante solicitud de fotocopias. Las referencias de los títulos disponibles y algunos documentos completos se pueden consultar también en www.cenicana.org

Continúa

Actividad, lugar y fecha	Tema	Asistentes – participantes
Conferencias. XXII Congreso de la Asociación Colombiana de Fitopatología y Ciencias Afines – ASCOLFI. Medellín, Colombia. Jul.13	El medio ambiente y su influencia sobre los microorganismos asociados a la caña de azúcar Esfuerzo del sector externo en el control de enfermedades de caña de azúcar Purificación del virus del síndrome de la hoja amarilla (SCYLIV) y producción de antisuero* Transmisión del virus baciliforme de la caña de azúcar (SCBV) empleando <i>Saccharicoccus sacchari</i> como vector* Transmisión del virus del síndrome de la hoja amarilla (SCYLIV) empleando los áfidos <i>Melanophis sacchari</i> y <i>Rhopalosiphum maidis</i> como vectores* Uso de hongos para la descomposición de residuos de la cosecha de la caña verde y producción de champiñones*	Asistentes al Congreso. Confer: J.C. Angel, L. Gómez, M.L. Guzmán,
Entrenamiento. Laboratorio de Patología CENICAÑA. Jul.16–25	Enfermedades, diagnóstico, cultivo in vitro de caña de azúcar	Una profesional de la Secretaría de Agricultura de Medellín. Instructores: M.L. Guzmán; J.C. Angel
Conferencia. 50° aniversario Estación Experimental Santa Rosa. Santa Rosa, Argentina. Ago.21–25	Manejo integral de enfermedades de la caña de azúcar en Colombia*	Confer: J.I. Victoria
Conferencias. Primer Taller Latinoamericano sobre Plagas de la Caña de Azúcar. Guayaquil, Ecuador. Nov.28–30	El saltahoja hawaiano <i>Perkinsiella saccharicida</i> (Homoptera: Delphacidae) en el Valle del Cauca* El gusano cabrito <i>Caligo illioneus</i>. Una sinopsis para su manejo*	Asistentes al taller. Confer: L.A. Lastra
Entrenamiento. Laboratorio de Entomología CENICAÑA. Dic. 15	Manejo de la cría de <i>Diatraea saccharalis</i>	Cuatro técnicos del Ingenio María Luisa. Coordinador: L.A. Lastra
BIOTECNOLOGIA		
Conferencia. VII Congreso Nacional de Fitomejoramiento y Protección de Cultivos. Ibagué, Colombia. May.23-25	Caracterización molecular de variedades de caña de azúcar usando microsatélites y RAPDs*	Asistentes al Congreso. Confer: A.M. Cerón
Conferencia. Industrias del Maíz S.A., Corn Products Andina. Cali, Colombia. Jun.15	Actualización sobre cultivos transgénicos en el mundo	Investigadores y técnicos de la empresa. Confer: F. Angel
Conferencia. XXVIII Congreso Nacional de Entomología. SOCOLEN. Pereira, Colombia. Ago.8-10	Determinación de variabilidad intraespecífica de la hormiga loca usando la técnica de reacción en cadena de la polimerasa*	Asistentes al Congreso. Confer: S. Prieto
Conferencia. Grupo de estudio de genética (GETEG), Universidad del Valle. Cali, Colombia. Sep.7	Síndrome de la hoja amarilla, nueva enfermedad de la caña de azúcar en Colombia*	Miembros del Grupo. Confer: F. Angel
Conferencia. Congreso Alemán–Colombiano de Biotecnología. Hannover, Alemania. Sep.10-12	Propuesta para el desarrollo en Colombia de la genómica aplicada para varios cultivos de interés	Profesores universitarios y representantes de agencias alemanas de cooperación. Confer: F. Angel

* En el Servicio de Información y Documentación de CENICAÑA se encuentran diferentes documentos relacionados con el tema, los cuales pueden ser consultados en la sala de lectura de la biblioteca o mediante solicitud de fotocopias. Las referencias de los títulos disponibles y algunos documentos completos se pueden consultar también en www.cenicana.org

Continúa

Actividad, lugar y fecha	Tema	Asistentes – participantes
CAÑA VERDE		
Conferencia. Comité de Campo de ASOCAÑA. Feb.13	Manejo de los residuos de la cosecha de caña*	Miembros del Comité. Confer: F. Villegas
Presentaciones. Ingenio Riopaila (feb.14), Ingenio Central Castilla (jun.21)	Manejo de los residuos de la cosecha de caña*	Técnicos de los ingenios. Confer: F. Villegas
Reuniones técnicas. Centro Experimental CENICAÑA. Sep.20 y 27	Estado actual del manejo de la caña verde en los ingenios*	Técnicos de campo, cosecha y fábrica de ingenios azucareros. Coord: Programa de Agronomía CENICAÑA
Conferencia. Auditorio ASOCAÑA. Sep.27	Plan de caña verde	Representantes de campo y fábrica de los ingenios azucareros. Confer: J.S. Torres
DISEÑO DE CAMPO		
Conferencia y mesa redonda. Centro Experimental CENICAÑA. Dic.12	Espaciamento de los surcos*	Representantes de campo y cosecha de los ingenios. Confer: C.A. Madriñán, J.S. Torres
MANEJO DE AGUAS: RIEGO Y DRENAJE		
Conferencia. Simposio Internacional de Riego y Drenaje. Honduras. Ago.1–3	Riego y drenaje en caña de azúcar*	Cincuenta agricultores de Honduras. Confer: J.R. Cruz
Conferencia. Congreso Nacional de Ingeniería Agrícola. Neiva, Colombia. Nov.1–2	Nuevas opciones de drenaje en caña de azúcar*	Doscientos asistentes. Confer: J.R. Cruz
NUTRICIÓN Y FERTILIZACIÓN		
Conferencia. Seminario Fertilización Nitrogenada. TECNICAÑA, Cali, Colombia. Ago.3	Fertilización de la caña de azúcar con nitrógeno en suelos del valle del río Cauca*	Ciento cuarenta asistentes. Confer: R. Quintero
MADURACIÓN DE LA CAÑA Y PRODUCTOS MADURADORES		
Conferencia. Ingenio La Cabaña. Mar.15	Evaluación de productos alternativos para la maduración de la caña*	Técnicos del Ingenio. Confer: F. Villegas
Conferencia. Ingenio Risaralda. May.24	Uso de maduradores en caña de azúcar*	Técnicos y proveedores de caña del Ingenio. Confer: F. Villegas
PROCESOS ANALÍTICOS		
Curso teórico–práctico. Centro Experimental CENICAÑA. Feb.2 y 5	Espectroscopia de infrarrojo cercano – NIR y sus aplicaciones en la industria azucarera*	Veintiséis profesionales y técnicos de los ingenios locales. Coordinadores y expositores: J.E. Larrahondo, F.J. Palau
Conferencia. IV Congreso Regional del Occidente en Seguridad, Salud Ocupacional y Protección Ambiental. Universidad del Valle. Cali, Colombia. Nov.8	Desmante del empleo del subacetato de plomo en procesos analíticos de la caña de azúcar*	Doscientos profesionales de la salud, ingenieros industriales y áreas afines. Confer: J.E. Larrahondo

* En el Servicio de Información y Documentación de CENICAÑA se encuentran diferentes documentos relacionados con el tema, los cuales pueden ser consultados en la sala de lectura de la biblioteca o mediante solicitud de fotocopias. Las referencias de los títulos disponibles y algunos documentos completos se pueden consultar también en www.cenicana.org

Continúa

Actividad, lugar y fecha	Tema	Asistentes – participantes
ESTADÍSTICA Y ECONOMÍA		
Curso. Diplomado en Agricultura Orgánica. Universidad del Valle. Cali, Colombia. Jun.	Análisis de datos para la toma de decisiones	Asistentes al diplomado. Docente: A.E. Palma
Presentación. Ingenio Central Tumaco. Jun.	Información de productividad por grupo homogéneo de suertes para el Ingenio Central Tumaco	Gerente general, profesionales de campo, cosecha y fábrica del Ingenio. Confer: A Palma
Presentación. Incauca. Jul.	Información de productividad por grupo homogéneo de suertes para los ingenios Incauca y Providencia	Profesionales de campo de ambos ingenios. Confer: A.E. Palma
Reunión. Centro Experimental CENICAÑA. Jul.31	Entrega de prototipo de prueba del software “SOCA” (sistema para el manejo de los costos de campo en caña de azúcar) a usuarios potenciales	Doce administradores de campo de ingenios y fincas de cañicultores. Coord: J.H. Caicedo, C. Posada
Presentación. Ingenio Pichichí. Ago.	Sistema de información para el manejo del cultivo específico por sitio (SIMCES)*	Profesionales de campo del Ingenio. Confer: A.E. Palma
Conferencia. IV Seminario Internacional sobre Análisis y Mercados Energéticos. Universidad de los Andes. Bogotá, Colombia. ago.16–17	Valoración del vapor en la producción de azúcar*	Personas vinculadas al sector energético. Confer: C. Posada
Reunión. Centro Experimental CENICAÑA. Sep.	Métodos estadísticos y económicos aplicados a la investigación en caña de azúcar	Economistas del Centro de Investigación de la Acuicultura de Colombia –CENIACUA. Participantes: C.A. Luna, A.E. Palma, C.A. Rebellón
Conferencia. Ingenio Sancarlos. Nov.	Conceptos estadísticos básicos	Profesionales de campo, cosecha y fábrica del Ingenio. Confer: A.E. Palma
Reunión técnica. Ingenio Providencia. Nov.6	Diseño de experimento para evaluación del paquete tecnológico de manejo de la variedad CC 85-505 en zona de piedemonte	Jefe de agronomía del Ingenio. Asistentes: C.A. Moreno, H. Rangel
MEDIO AMBIENTE		
Reuniones técnicas. Ingenio Providencia. Abr.25, may.18, ago.22, sep.5	Evaluación de estación de limpieza de caña en seco*	Cuatro profesionales de fábrica del Ingenio. Asist: L.M. Calero, C.A. Moreno
Conferencia. Seminario Calidad del Aire. Universidad Nacional de Colombia –sede Palmira. Feb.22	Estrategias de control de la contaminación atmosférica de fuentes fijas en la industria azucarera*	Asistentes al Seminario. Confer: L.M. Calero
Conferencia. Semana de Educación Ambiental. Ingenio Sancarlos. Ago.3	Emisiones atmosféricas en el sector azucarero colombiano*	Empleados del Ingenio. Confer: L.M. Calero
Conferencia. Centro Experimental CENICAÑA. Nov.22	Manejo de residuos sólidos*	Cincuenta personas de campo y oficinas de CENICAÑA. Confer: L.M. Calero

* En el Servicio de Información y Documentación de CENICAÑA se encuentran diferentes documentos relacionados con el tema, los cuales pueden ser consultados en la sala de lectura de la biblioteca o mediante solicitud de fotocopias. Las referencias de los títulos disponibles y algunos documentos completos se pueden consultar también en www.cenicana.org

Continúa

Actividad, lugar y fecha	Tema	Asistentes – participantes
MANEJO DE QUEMAS DE CAÑA CON INFORMACIÓN METEOROLÓGICA		
Seminario–taller. Ingenios azucareros. Seis eventos de un día entre mar.9 y may.25	Monitoreo meteorológico de las quemas* Estudio de vientos para el valle del río Cauca Proyecto “Seguimiento a la Pavesa” Manejo de sensores portátiles de viento Legislación sobre quemas de caña de azúcar* Convenio de concertación para una producción más limpia*	Más de cuarenta funcionarios de las corporaciones autónomas regionales de Caldas (CORPOCALDAS), Cauca (CRC), Risaralda (CARDER) y Valle del Cauca (CVC). Instructor: E. Cortés
Seminario–taller. Ingenios azucareros. Catorce eventos de un día entre sep.21 y nov.7	Monitoreo meteorológico de las quemas* Estudio de vientos para el valle del río Cauca Proyecto “Seguimiento a la Pavesa” Manejo de sensores portátiles de viento Legislación sobre quemas de caña de azúcar* Convenio de concertación para una producción más limpia* Práctica de campo: realización de una quema.	Más de doscientos asistentes (técnicos de campo y cosecha de los ingenios y mayordomos de fincas). Instructor: E. Cortés
Inducción. Centro Experimental CENICAÑA. Mar.29, abr.10 y ago.6	Monitoreo meteorológico de las quemas* Estudio de vientos para el valle del río Cauca Proyecto “Seguimiento a la Pavesa” Manejo de sensores portátiles de viento Legislación sobre quemas de caña de azúcar* Convenio de concertación para una producción más limpia*	Tres veedores de quemas de ASOCAÑA. Instructor: E. Cortés
Capacitación–entrenamiento. Ingenios La Carmelita y María Luisa. Dic.11 y 18	Monitoreo meteorológico de las quemas* Manejo de sensores portátiles de viento. Legislación sobre quemas de caña de azúcar* Convenio de concertación para una producción limpia* Manejo de computadora, software y equipos de radiocomunicación para consultas de datos en tiempo real a las estaciones de la Red Meteorológica Automatizada	Técnicos de campo y cosecha de ambos ingenios y mayordomos de fincas. Instructor: E. Cortés
PÉRDIDAS DE SACAROSA		
Presentación. Ingenio Manuelita. Jun.8	Informe de resultados de la investigación sobre pérdidas de sacarosa entre cosecha y molienda*	Diez profesionales del Ingenio. Expositor: J.E. Larrahondo
Conferencia. IX Congreso Colombiano de Química. Bogotá, Colombia. Sep.6	Pérdidas de sacarosa de la caña de azúcar después del corte. Una aproximación al proceso químico de deterioro*	Ciento cincuenta profesionales nacionales de la química. Confer: J.E. Larrahondo

* En el Servicio de Información y Documentación de CENICAÑA se encuentran diferentes documentos relacionados con el tema, los cuales pueden ser consultados en la sala de lectura de la biblioteca o mediante solicitud de fotocopias. Las referencias de los títulos disponibles y algunos documentos completos se pueden consultar también en www.cenicana.org

Actividad, lugar y fecha	Tema	Asistentes – participantes
PROCESOS DE ELABORACIÓN DE AZÚCAR		
Entrenamiento. Ingenio Central Tumaco. Ene.24 y 31	Programa automatizado para evaluación de estaciones de calentadores, evaporadores y tachos de ingenios azucareros*	Un profesional del Ingenio. Instructor: N.J. Gil
Conferencia. Centro Experimental CENICAÑA. Mar. 15	Ecuación de pureza esperada en miel final para las condiciones colombianas*	Veintisiete profesionales del área de control de calidad de los ingenios locales. Confer: N.J. Gil
Entrenamiento. Incauca. Jun.4	Programa automatizado para evaluación de estaciones de tachos*	Siete profesionales del Ingenio. Instructor: N.J. Gil
Entrenamiento. Ingenio Riopaila. Oct.5	Técnica de medición de cristales*	Un profesional del Ingenio. Instructor: N.J. Gil
INGENIERÍA MECÁNICA		
Conferencia. II Congreso Nacional de Ingeniería Mecánica. Universidad Nacional de Colombia –sede Bogotá, Facultad de Ingeniería. Bogotá, Colombia. Oct.26–28	Banco para evaluación experimental a escala de acoples de alto torque*	Asistentes al Congreso. Confer: A.L. Gómez
ENERGÍA		
Conferencia. IV Seminario Internacional sobre Análisis y Mercados Energéticos. Universidad de los Andes. Bogotá, Colombia. ago.16–17	Energía eléctrica a partir de residuos de cosecha en verde de la caña de azúcar en Colombia*	Personas vinculadas al sector energético. Confer: L.F. Echeverri
Reuniones técnicas. ASOCAÑA. Ago.–dic	Proyecto “Cogeneración industrial para el sector azucarero colombiano introduciendo y aplicando y el enfoque ESCO”*	Equipo de trabajo del Proyecto. Coordinador técnico: C.O. Briceño
DIVERSIFICACIÓN Y VALOR AGREGADO		
Teleconferencia. VIII Congreso Colombiano de Farmacología y Terapéutica. Universidad del Valle. Cali, Colombia. Ago.17	Valor farmacéutico de las especies vegetales	Profesionales de la salud y ciencias afines. Confer: J.E. Larrahondo
Conferencia. IX Congreso Colombiano de Nutrición y Dietética. Bogotá, Colombia. Nov.2	Procesos de la caña de azúcar, tendencias y azúcar orgánico*	Doscientos profesionales de la salud. Confer: J.E. Larrahondo
INFORMACIÓN GENERAL		
Presentación. Auditorio ASOCAÑA. Nov.8	Informe de asistencia al 24 th International Society of Sugar Cane Technologists Congress en Brisbane, Australia (sep.17–21)*	Expositor: C.O. Briceño

* En el Servicio de Información y Documentación de CENICAÑA se encuentran diferentes documentos relacionados con el tema, los cuales pueden ser consultados en la sala de lectura de la biblioteca o mediante solicitud de fotocopias. Las referencias de los títulos disponibles y algunos documentos completos se pueden consultar también en www.cenicana.org

III. Atención de estudiantes y técnicos del sector agropecuario

Fecha	Institución y número de visitantes	Tema (responsable)
Feb.5	Instituto Colombiano Agropecuario –Bogotá, Cundinamarca. Profesional (1) Estación Cuarentena Cerrada.	Diagnóstico de enfermedades y cultivo in vitro de caña de azúcar (J.C. Angel; M.L. Guzmán)
Mar.15	Universidad EAFIT –Medellín, Antioquia. Estudiantes (16) Departamento de Ingeniería de Procesos.	Uso de la biotecnología moderna en el mejoramiento genético (F. Angel; J.E. Larrahondo)
Mar.22	Universidad Nacional de Colombia –Palmira, Valle del Cauca. Estudiantes (10) Facultad de Ingeniería Agronómica.	Manejo de plagas de caña de azúcar (L.A. Lastra)
Mar.30	Empresa Agrícola San Juan –Chiclayo, Perú. Profesionales (2) de la empresa.	Visita a la biblioteca (G. Bustamante)
Abr.3	Universidad de la Amazonia –Florencia, Caquetá. Estudiantes (25) Programa de Ingeniería Agroecológica.	Plagas y enfermedades de la caña de azúcar y su manejo (L.A. Lastra; J.C. Angel)
Abr.16	Propagar Plantas S.A. –Bogotá, Cundinamarca. Profesionales (2) de la empresa.	Enfermedades de la caña de azúcar, diagnóstico y cultivo in vitro (J.C. Angel; M.L. Guzmán)
May.8	Universidad Tecnológica de Pereira –Pereira, Risaralda. Estudiantes (45) Programa de Administración del Medio Ambiente.	Red meteorológica automatizada. Investigación sobre incidencia de fenómenos El Niño y La Niña en el clima del valle del río Cauca. Aplicaciones de información meteorológica y climatológica en el cultivo de la caña (E. Cortés)
May.24	Universidad Surcolombiana –Neiva, Huila. Estudiantes (13) Programa de Ingeniería Agrícola.	Diagnóstico, diseño, instalación y operación de proyectos de drenaje. Investigaciones y resultados (R. Cruz)
May.30	Universidad Nacional de Colombia –Bogotá, Cundinamarca. Estudiantes (36) Facultad de Agronomía.	Programa de selección y mejoramiento de variedades (C.A. Viveros) Uso y aplicaciones de marcadores moleculares en el mejoramiento genético (F. Angel)
Jun.8	Universidad Nacional de Colombia –Medellín, Antioquia. Estudiantes (8) Programa de Ingeniería Agrícola.	Mecanización de labores, cosecha y manejo de residuos en campos de caña de azúcar (J. Torres)
Jul.16	Periodistas (8) representantes de medios escritos de comunicación de Perú.	Información general de CENICAÑA y recorrido por las instalaciones (V. Carrillo; A. Amaya)
Jul.18	Universidad de Caldas –Manizales, Caldas. Estudiantes (30) Facultad de Ciencias Agropecuarias.	Plagas y enfermedades de la caña de azúcar y su manejo (L.A. Lastra; J.C. Angel)
Ago.8	Ingenio San Antonio –Chichigalpa, Nicaragua. Profesionales (2) del Ingenio.	Utilización de la espectroscopia de infrarrojo cercano (NIR) para análisis de jugos y azúcar (J. Larrahondo)
Sep.14	Corpoica –Florencia, Caquetá. Técnico (1) de la Corporación.	Enfermedades de caña de azúcar, diagnóstico y cultivo in vitro (J.C. Angel; M.L. Guzmán)
Sep.25	Universidad de la Amazonia –Florencia, Caquetá. Estudiantes (30) Programa de Ingeniería Agroecológica.	Manejo integrado de plagas y enfermedades en el cultivo de la caña de azúcar (L.A. Lastra; J.C. Angel)

Continúa

Fecha	Institución y número de visitantes	Tema (responsable)
Sep.25	Banco Interamericano de Desarrollo y COLCIENCIAS. Representantes (2) de estas entidades.	Manejo integrado de hormiga loca (L.A. Lastra) Cosechadora de caña (J. Torres) Estudio del cliente de CENICAÑA (V. Carrillo) Agricultura específica por sitio (E. Anderson)
Oct.10	Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia –Sogamoso, Boyacá. Estudiantes (25) Escuela de Contaduría Pública.	Modelo institucional CENICAÑA (N. Pérez)
Oct.18	Universidad EAFIT –Medellín, Antioquia. Estudiantes (16) Departamento de Ingeniería de Procesos.	Aplicaciones de biotecnología en caña de azúcar (F. Angel) Generalidad sobre biotecnología en la industria (J. Larrahondo)
Oct.24	Universidad de Caldas –Manizales, Caldas. Estudiantes (35) Facultad de Agronomía.	Suelos de la parte plana del valle del río Cauca y fertilización de la caña de azúcar (R. Quintero)
Oct.24	FEDEARROZ, CIAT y Laboratorios Perkins. Profesionales (7) de estas entidades.	Manejo de <i>Sipha flava</i> en caña de azúcar (L.A. Lastra)
Nov.8	Fundación Universitaria de Popayán –Popayán, Cauca. Estudiantes (25) Facultad de Ecología.	Plagas de la caña de azúcar (L.A. Lastra) Uso de la biotecnología moderna en el mejoramiento genético (F. Angel)
Nov.9	Universidad Nacional de Colombia –Bogotá, Cundinamarca. Estudiantes (80) Facultad de Agronomía.	Balance hídrico (R. Cruz) Red meteorológica automatizada (E. Cortés) Zonificación agroecológica para el cultivo de la caña en el valle del río Cauca (B. Ortiz)
Nov.9	Universidad Nacional de Colombia –Palmira, Valle del Cauca. Estudiantes (40) Facultad de Ingeniería Ambiental.	Acciones y manejo ambiental en el sector azucarero (L. Calero) Visita Laboratorio de Química (J. Larrahondo) Visita Laboratorio de Fitopatología (M.L. Guzmán)
Nov.16	Universidad del Valle –Cali, Valle del Cauca. Estudiantes (7) Especialización en Entomología.	Plagas y enemigos naturales de la caña de azúcar (L.A. Lastra; Y. Gutiérrez)
Nov.16	Centro Agropecuario SENA regional Cauca –Popayán, Cauca. Estudiantes (35) Curso Técnico-Profesional en Gestión de Recursos Naturales.	Manejo de aforador RBC, canal abierto (R. Cruz) Observación y manejo de estación meteorológica (E. Cortés; J.Y. Gutiérrez)
Nov.21	Universidad Nacional de Colombia –Bogotá, Cundinamarca. Estudiantes (71) Facultad de Agronomía.	Variedades de caña de azúcar (C. Viveros) Biotecnología aplicada a la obtención de nuevas variedades (F. Angel)
Nov.28	Universidad de Caldas –Manizales, Caldas. Estudiantes (30) Facultad de Ciencias Agropecuarias.	Manejo de plagas y enfermedades en el cultivo de la caña de azúcar (L.A. Lastra; J.C. Angel)
Dic.7	Universidad de Caldas –Manizales, Caldas. Estudiantes (50) Facultad de Ciencias Agropecuarias.	Actividades del programa de investigación en variedades (H. Rangel)
Dic.19	Proyecto ASOPANELA –Florencia, Caquetá. Productores de panela (30) vinculados al proyecto.	Enfermedades de la caña de azúcar (J.C. Angel) Variedades de caña, sistemas de siembra, labores culturales, plagas (C. Isaacs)
Total	31 instituciones. 682 personas	

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

Actividad	Asistente(s)
Visita Universidad de la Florida. Gainesville, Florida—USA. Ene.9–11	A. Amaya
Reunión Consorcio Internacional de Biotecnología de la Caña de Azúcar —ICSB San Diego, California —USA. Ene.12–13	A. Amaya
Asesoría al Ingenio San Antonio —Nicaragua Sugar Estates Limited. Chichigalpa, Nicaragua. Ene.31–feb.4	H. Rangel
Seminario Eficiencia Energética. Centro Nacional de Producción Más Limpia y Tecnologías Ambientales de Colombia —CNPMLTA. Cali, Colombia. Feb.19–20	C.O. Briceño
Taller de revisión. Plan de Manejo para la Protección de las Aguas Subterráneas en el Departamento del Valle del Cauca. Proyecto de Protección Integrada de las Aguas Subterráneas. Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca —CVC. Cali, Colombia. Feb.27	L.M. Calero, J. Carbonell, J.R. Cruz, O.H. Daza, J.S. Torres
Curso. Administración de Informiz Dynamic Server (administración del motor de la base de datos Informix. INFORMIX). Cali, Colombia. Feb.27 y 28	E. Anderson, W. Berrío, J.L. Rivas
Visita a la Universidad Politécnica de Valencia (UPV). – Departamento de Organización de Empresas. Miembro invitado del tribunal a la defensa de la tesis doctoral “La planificación jerárquica de la cosecha de caña de azúcar en Colombia” de la profesora Irene Tischer. – Departamento de Estadística e Investigación de Operaciones, con el objetivo de conocer e intercambiar opiniones sobre los programas académicos y posibilidades de realización de proyectos con la UPV. Valencia, España. May.13–20	O.H. Daza
Visita a la Universidad de Wageningen, Holanda (WU). Departamentos de Ciencia de las Plantas, Ciencia Ambiental, Agrotecnología y Ciencias de Alimentos, y Alterra. Objetivos: conocer e intercambiar opiniones sobre los conceptos de modelado de cultivos y su proyección a la caña de azúcar; manifestar intención de CENICAÑA para aprovechar oportunidades para realizar proyectos de investigación en caña de azúcar como parte de los requisitos académicos de la WU. Wageningen, Holanda. May.20–27	O.H. Daza
Visita al Laboratorio de Modelación de Sistemas de Cultivo (CSML), Departamento de Ingeniería Agrícola y Biológica, Universidad de la Florida —Gainesville. Objetivo: intercambiar opiniones sobre el proyecto para modelar la producción de caña y sacarosa del cultivo de la caña de azúcar, como también discutir la estrategia a seguir para su realización teniendo como referencia otros modelos desarrollados por la Universidad de la Florida de los cuales se puede beneficiar CENICAÑA. Gainesville, Florida —USA. May.27–30.	O.H. Daza
V Conferencia sobre Infraestructura Global de Datos Espaciales. Instituto Geográfico Agustín Codazzi — IGAC y Global Spatial Data Infrastructure —GSDI. Cartagena, Colombia. May.22–24	E. Anderson, C.H. Isaacs, A.E. Palma
Visita técnica al Sugar Processing Research Institute, Inc. —SPRI. New Orleans, Louisiana —USA. Jun.4–7	J.E. Larrahondo
Asistencia a la inauguración del centro experimental del Centro de Investigación de la Caña de Azúcar del Ecuador —CINCAE. Guayaquil, Ecuador. Jul.17	A. Amaya
Simposio de Estadística. La estadística en la investigación social. Universidad Nacional de Colombia. Santa Marta, Colombia. Jul.29 —ago.03	A.E. Palma

Continúa

Actividad	Asistente(s)
Pasantía. Universidad de la Florida –Gainesville (UFG). Departamento de Ingeniería Agrícola y Biológica (ABE). Proyecto Modelo de Producción de Caña y Sacarosa. Gainesville, Florida –USA. Ago.15–dic.14	O.H. Daza
24 th International Society of Sugar Cane Technologists Congress. Australian Society of Sugar Cane Technologists –ASSCT. Brisbane, Australia. Sep.17–21	A. Amaya, C.O. Briceño, C.A. Luna, C.A. Moreno, J.I. Victoria
Seminario sobre Alcohol Carburante. PRAJ Industries Limited (India) y DELTA–T (USA). Organizado por ASOCAÑA. Cali, Colombia. Oct.	C.O. Briceño, L.M. Calero, N.J. Gil, A.L. Gómez
Participación en foro y mesa redonda. Encuentro Internacional sobre Transgénicos. Cartagena, Colombia. Oct.11-12	F. Angel
Seminario. El enfoque ESCO: Empresas de Servicios Energéticos. Sistemas Ambientales Ltda. Cali, Colombia. Oct.18	C.O. Briceño
Viaje a Brasil para obtener información sobre costos de producción de caña y azúcar en ese país. Organizado por ASOCAÑA. Oct.26–nov.3	A. Amaya, C. Posada
Curso. Geoestadística aplicada a estudios ambientales con énfasis en suelos. Educación Continuada, Universidad de Caldas. Manizales, Colombia. Oct.29–nov.3	B.V. Ortiz; A.E. Palma
Curso. GIS Modeling and Application Issues. Denver, Colorado –USA. Nov.5–7	J. Carbonell
Conferencia. Third International Conference on Geospatial Information in Agriculture and Forestry. Denver, Colorado –USA. Nov.5–7	J. Carbonell
Curso Internacional. Detección e identificación de virus, viroides y fitoplasmas (teórico–práctico). Madrid, España. Nov.12–23	J.C. Angel
Taller de concertación. Primera Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales –IDEAM, Ministerio del Medio Ambiente de Colombia. Paipa, Colombia. Nov.15–16	L.M. Calero
24 ^a Conferencia Interamericana de Contabilidad. Asociación Interamericana de Contabilidad. Punta del Este, Uruguay. Nov.18–21	L.G. Medranda
IV Congreso Técnico Azucarero Nacional. Asociación de Técnicos Azucareros de Venezuela –ATAVE. San Felipe, Venezuela. Nov.21	N. Pérez
Curso Regional de Capacitación en Aplicación de Trazadores Moleculares en la Industria Azucarera. Acuerdo Regional de Cooperación para la Promoción de la Ciencia y Tecnología Nucleares en América Latina y El Caribe –ARCAL. La Habana, Cuba. Nov.26–30	N.J. Gil
Proceso de formulación del Plan de Gestión Ambiental Regional. Análisis del diagnóstico ambiental del Valle del Cauca: situaciones relevantes. Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca –cvc. Cali, Colombia. Dic.6–7	L.M. Calero

V. Convenios interinstitucionales

- **Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT)**, junio de 1994: acuerdo de uso de lotes del CIAT para siembra de ensayos y experimentos de CENICAÑA.
- **Sugar Processing Research Institute (SPRI)**, enero de 1997: como miembro del Instituto, CENICAÑA recibe los informes de carácter confidencial sobre avances de investigaciones de frontera en calidad de caña, nuevos productos y nuevas técnicas de laboratorio, los cuales pueden ser suministrados a los ingenios donantes. Oportunidades para desarrollar proyectos de investigación conjuntos y beneficiarse de la capacitación que ofrece el Instituto.
- **Universidad del Valle**, enero 10 de 1999: con el propósito de continuar recibiendo la colaboración del Departamento de Ingeniería Mecánica de la Universidad en proyectos específicos del Programa de Procesos de Fábrica de CENICAÑA.
- **Departamento Administrativo de Gestión del Medio Ambiente (DAGMA)**, abril 9 de 1999: para suministrar datos de la red meteorológica automatizada del sector azucarero que el DAGMA utiliza como base de análisis para mejorar el manejo de la calidad del aire en la ciudad de Cali.
- **Instituto Colombiano Agropecuario (ICA)**, noviembre 4 de 1999: con el fin de continuar recibiendo apoyo del ICA para introducción, cuarentena y exportación de variedades de caña de azúcar. CENICAÑA prestará los servicios de diagnóstico de enfermedades y plagas en muestras remitidas por el ICA, provenientes de zonas paneleras del país.
- **Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA)**, abril 9 de 2001: con el objeto de apoyar los diferentes programas de investigación en caña de azúcar en la contratación de personal técnico altamente calificado, nacional o extranjero, y la implementación de laboratorios y equipos.

VI. Proyectos cofinanciados por COLCIENCIAS

- **Desarrollo de una cosechadora de caña verde.** Contrato 411/1996. Período: Jun.1997–mar.2002
- **Manejo integrado de la hormiga loca.** Contrato 501/1997. Período: Jun.1998–jun.2002
- **Diseño de campo y manejo del agua para la cosecha de caña sin quemar.** Contrato 519/1997. Período: May.1998–may.2002
- **Pérdidas de sacarosa entre cosecha y molienda.** Contrato 537/1997. Período: Jun.1998–jun.2002
- **Macroproyecto de caña verde.** Contrato 358/1998. Período: Sep.1998–sep.2003
- **Convenio de cooperación Jóvenes Investigadores.** Contrato 038/2000. Período: Oct.2000–oct.2001
- **Convenio de cooperación Jóvenes Investigadores.** Contrato 043/2001. Período: Oct.2001–nov.2002
- **Agricultura específica por sitio (fase I).** Contrato 252/2000. Período: Dic.2000–jun.2002
- **Agricultura específica por sitio (fase II).** Contrato 115/2001. Período: May.2002–nov.2003
- **Evaluación de la resistencia al síndrome de la hoja amarilla en plantas transformadas por medio de bombardeo de partículas.** Contrato 203/2001. Período: Feb.2002–ago.2003

VII. Ingresos de CENICAÑA 1996-2001 en términos constantes

Año	Cuotas causadas nominales (millones Col\$)	I.P.C. 2001 ¹	Factor conversión Col(2001)\$	Cuotas causadas (millones Col(2001)\$)
1996	3096.0	21.63	1.99	6154
1997	4559.4	17.88	1.63	7451
1998	5400.0	16.70	1.39	7486
1999	4990.0	9.23	1.19	5928
2000	5558.0	8.75	1.09	6044
2001	8258.0	7.65	1.00	8258

1. Índice de precios al consumidor. FUENTE: Departamento Nacional de Estadística-DANE.

En 24 años el sector azucarero ha invertido Col\$128 mil millones en investigación y desarrollo tecnológico a través de CENICAÑA.

VIII. Capital humano

Para el desarrollo de las actividades de investigación durante el año 2001 el Centro contó con treinta y cinco personas de nivel profesional, treinta y cinco personas de apoyo en investigación y servicios, y setenta trabajadores de campo.

Durante el año estuvieron vinculados nueve jóvenes investigadores gracias al programa auspiciado por COLCIENCIAS (ver página 75). En desarrollo de trabajo de grado y pasantía se vincularon diez estudiantes de distintas disciplinas.

IX. Jóvenes Investigadores

CENICAÑA es una de las instituciones nacionales de apoyo al fortalecimiento de la capacidad científica del país y como tal participa desde 1997 en el programa de formación de jóvenes investigadores auspiciado por COLCIENCIAS. En el marco del programa, durante 2001 se desarrollaron dos convenios especiales de cooperación a través de los cuales el Centro contó con nueve profesionales jóvenes de distintas disciplinas.

Los informes de los proyectos concluidos se encuentran disponibles en la biblioteca de CENICAÑA.

Convenio 038/2000. Entre octubre de 2000 y diciembre de 2001 se desarrolló este convenio con la participación de cuatro jóvenes investigadores. Al concluir el convenio los pagos totales ascendieron a \$60,360,000 de los cuales \$23,040,000 fueron financiados por COLCIENCIAS y \$ 37,320,000 por CENICAÑA.

Nombre y profesión	Proyecto y Programa de investigación	Período
María Paola Rangel Lema <i>Bióloga</i>	Obtención de plantas transgénicas de caña de azúcar (Programa de Variedades)	Octubre 17, 2000-2001
Andrés Mauricio Cerón González <i>Químico</i>	Caracterización molecular de variedades de caña de azúcar con microsatélites (Programa de Variedades)	Octubre 17, 2000-2001
Carlos Andrés Rebellón Villán <i>Economista</i>	Sistema de información para el manejo de caña específico por sitio, SIMCES (Programa Análisis Económico y Estadístico)	Noviembre 7, 2000-2001
Gloria Hibeth Caicedo Muñoz <i>Economista</i>	Caracterización sociocultural de cañicultores (Servicio de Cooperación Técnica y Transferencia de Tecnología)	Noviembre 30, 2000-2001

Convenio 043/2001. En octubre de 2001 se dio inicio a este convenio, en el cual participan cinco jóvenes investigadores. El presupuesto aprobado para su desarrollo es de \$72,000,000 de los cuales el 40% (\$28,800,000) será financiado por COLCIENCIAS y el 60% (\$43,200,000) por CENICAÑA.

Nombre y profesión	Proyecto y Programa de investigación	Período
Arbey Carvajal López <i>Ingeniero Mecánico</i>	Proyecto GEF-ASOCAÑA “Cogeneración industrial para el sector azucarero colombiano introduciendo y aplicando el enfoque de Empresas de Servicios Energéticos (ESCO)” (Programa de Procesos de Fábrica)	Octubre 4, 2001–2002
Andrés Leonardo Campiño Beltrán <i>Economista</i>	Análisis económico y financiero de los cambios hacia la cosecha de caña verde o sin quemar (Programa de Análisis Económico y Estadístico)	Octubre 22, 2001–2002
Juliana Osorio Córdoba <i>Ingeniera Agrónoma</i>	Relación entre la variedad de caña y la cantidad de residuos (Programa de Variedades)	Octubre 24, 2001–2002
John Jaime Riascos Arcos <i>Biólogo</i>	Medición de la diversidad genética de las variedades colombianas de caña de azúcar (Programa de Variedades)	Noviembre 1, 2001–2002
Johny Mauricio Borrero Salazar <i>Estadístico</i>	Caracterización de productos (Servicio de Cooperación Técnica y Transferencia de Tecnología)	Noviembre 15, 2001–2002

X. Personal Profesional (a diciembre de 2001)

Dirección General

Alvaro Amaya Estévez
Director General
Ingeniero Agrónomo, Ph. D.

Programa de Variedades

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

Hernando Antonio Rangel Jiménez
Fitomejorador
Ingeniero Agrónomo, Ph. D.

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

Juan Carlos Angel Sánchez
Fitopatólogo
Ingeniero Agrónomo, M. Sc.

María Luisa Guzmán Romero
Microbióloga
Bacterióloga

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

Luz Adriana Lastra Borja
Bióloga
Bióloga-entomóloga

Fernando Angel Sánchez
Biotecnólogo
Microbiólogo, Ph.D.

Programa de Agronomía

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

Fernando Villegas Trujillo
Ingeniero de Mecanización Agrícola
Ingeniero Agrícola, M. Sc.

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

Rafael Quintero Durán
Edafólogo
Ingeniero Agrónomo, M. Sc.

Carlos Alberto Madrián¹
Ingeniero Mecánico

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
Ingeniero de Procesos Químicos
Ingeniero Químico

Adolfo León Gómez Perlaza²
Ingeniero Mecánico
Ingeniero Mecánico, M. Sc.

Luis Fernando Echeverry Dávila³
Ingeniero de Procesos Mecánicos
Ingeniero Mecánico

Programa de Análisis Económico y Estadístico

Carlos Adolfo Luna González
Director
Ingeniero Agrónomo, M. Sc.

Carlos Arturo Moreno Gil
Biometrista
Estadístico, M. Sc.

Alberto Efraín Palma Zamora
Biometrista
Matemático, M. Sc.

Oscar Humberto Daza Medina³
Investigador Modelos de Decisión
Ingeniero Agrícola, Ph. D.

Claudia Posada Contreras
Economista
Economista

Servicio de Información y Documentación

Guadalupe Bustamante Alvarez
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

Juan Pablo Raigosa Varela³
Proyecto Estudio del Cliente
Ingeniero Agrícola

Diego Alberto Gaviria Mejía³
Agrónomo de Transferencia
Ingeniero Agrónomo

Superintendencia de Campo

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

Enrique Cortés Betancourt
Meteorólogo
Ingeniero Meteorólogo, M. Sc.

José Yesid Gutiérrez Viveros³
Administrador Red Meteorológica
Ingeniero Agrícola

Brenda Valezca Ortiz Uribe³
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 - Servicios Generales
Técnico Mercadeo Agrícola

1. Contrato de consultoría en mecanización agrícola
2. Contrato con Univalle, medio tiempo
3. Contrato a término fijo

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, Procesos de Fábrica y Análisis Económico y Estadístico; cuenta con servicios de apoyo en Tecnología Informática, Información y Documentación, 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 2001 corresponden a donaciones directas realizadas por los ingenios azucareros 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, 2002

CITA BIBLIOGRÁFICA

Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia. Cali.
2002. Informe Anual 2001. Cali, CENICAÑA. 80p.