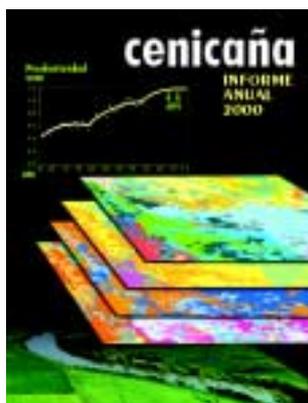


cenicaña

**INFORME
ANUAL
2000**



A partir de este año CENICAÑA apoya el desarrollo de la agricultura específica por sitio (AEPS) para el cultivo de la caña de azúcar en el valle del río Cauca. La AEPS es una estrategia integrada de investigación y transferencia tecnológica, a través de la cual se busca la adopción de prácticas de manejo agroindustrial que consideren la variabilidad espacio-temporal propia de los sitios donde se desarrolla el cultivo. Uno de los objetivos es mejorar la productividad en términos de toneladas de azúcar por hectárea y por mes (TAHM), lo cual demanda sistemas de análisis que integren la diversidad de condiciones locales y el uso de información georreferenciada.

Publicación CENICAÑA 2001.
ISSN 0120-5854

CENTRO DE INVESTIGACIÓN DE LA CAÑA DE AZÚCAR DE COLOMBIA. CALI.
2001. Informe Anual 2000. Cali, CENICAÑA. 104 p.

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

1100 ejemplares
Impreso en Colombia

Contenido

- iv Junta Directiva y Comités de la Junta, 2000
- v Cenicaña frente al siglo XXI
- vi Informe del Director / *Director's report*
- 2 Zonificación agroecológica
- 7 Generalidades del comportamiento del clima, 2000
- 9 Producción de caña y azúcar, 2000

Macroproyectos

- 19 Alta sacarosa estable
- 26 Caña verde
 - Proyectos Complementarios en Agronomía
 - 33 Labranza reducida
 - 33 Impacto tarifas de energía
 - 34 Control administrativo del riego
- 35 Reducción pérdidas de sacarosa
 - Proyectos Complementarios en Fábrica
 - 41 Estandarización sistemas de medición
 - 41 Gestión ambiental
 - 44 Gestión energética
- 45 Modelos de decisión
- 51 Mercadeo de tecnología

Servicios de Apoyo

- 58 Superintendencia de campo
- 63 Tecnología informática
- 66 Información y documentación
- 67 Cooperación técnica y transferencia de tecnología
- 69 Laboratorios de análisis
- 71 Anexos
- 87 Referencias bibliográficas
- 88 Acrónimos, abreviaturas y términos técnicos y regionales

Cenicaña 2000

JUNTA DIRECTIVA

JUAN JOSÉ LÜLLE SUÁREZ
Presidente

PRINCIPALES

JUAN JOSÉ LÜLLE SUÁREZ
Presidente
Incauca S.A.

HAROLD CERÓN RODRÍGUEZ
Gerente General
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 IRURITA RIVERA
Presidente Junta Directiva
PROCAÑA

SUPLENTES

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

JOSÉ JOAQUÍN TAFUR CALDERÓN
Gerente Unidad Negocios Campo
Ingenios Castilla S.A. y Riopaila S.A.

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

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

MAURICIO IRAGORRI RIZO
Gerente General
Ingenio Mayagüez S.A.

BERNARDO SILVA CASTRO
Representante de los cultivadores
afiliados a ASOCAÑA

GUIDO MAURICIO LÓPEZ OCHOA
Vicepresidente Junta Directiva
PROCAÑA

INVITADO

ARMANDO SAMPER GNECCO
Director Emérito
CENICAÑA

COMITÉS DE LA JUNTA

COMITÉ EJECUTIVO

Presidente
RICARDO VILLAVECES PARDO
Presidente ASOCAÑA

COMITÉ DE PROGRAMAS

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

COMITÉS DE INVESTIGACIÓN

CAMPO

Presidente
HUMBERTO CALDERÓN AGUDELO
Jefe División de Investigación y
Control Fitosanitario
Incauca S.A.

COSECHA

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

FÁBRICA

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

Cenicaña frente al siglo XXI



El siglo XX terminó con la peor crisis que haya tenido la industria azucarera colombiana en toda su historia, pues además de los bajos precios internacionales y la revaluación sostenida de los últimos años, se derrumbó el mercado interno y ocurrió en 1999 y en el primer semestre de 2000 el más prolongado invierno de que se tenga conocimiento en los registros históricos. El 2000 fue un año de transición en el que se consolidó la unidad del sector y se establecieron reglas claras dentro del Fondo de Estabilización de Precios del Azúcar. Con la unidad de todos los ingenios para exportar y una industria que aprovechó la crisis para producir en forma más económica y eficiente, entramos al siglo XXI en una situación muy diferente, para lograr la competitividad internacional. Es imperativo entonces recuperar, de la planeación por escenarios, del plan Ciamsa Siglo XXI y otros estudios a los que la industria les ha dedicado su valioso tiempo y sabiduría, los conceptos y directrices para elaborar su Plan Estratégico de Valor, que la lleve a ser competitiva internacionalmente antes del año 2005. Juega un papel muy importante en la meta de ser competitivos, el Plan de Valor que se defina con CENICAÑA, así como la concertación con los proveedores de caña, terminando así de ordenar la casa y afianzar la confianza entre todos los actores. En el propósito de alcanzar un plan efectivo de valor con CENICAÑA, la industria debe considerar las enseñanzas del pasado, apropiar los recursos necesarios y entregar en forma abierta toda la información que el Centro requiera con el fin de establecer los impulsores con sus índices bien definidos, que nos permitan el mejoramiento continuo de la eficiencia y la disminución del costo unitario. Entre los mayores propósitos, debe estar la implementación de la agricultura por sitio específico con énfasis en la sacarosa sostenible y llegar posteriormente a la agricultura de precisión, filón que debe explotarse para ser más competitivos. Con veintitrés años de historia, CENICAÑA, con sus logros en el mejoramiento de la eficiencia y la disminución de costos de la agroindustria, ha demostrado ser *per se* un impulsor que agrega valor al sector azucarero, fortaleza que contribuirá a dar el salto esperado para consolidar el desarrollo del sector.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'H. Cerón R.', with a stylized flourish at the end.

HAROLD A. CERÓN R.
Gerente General
Riopaila S.A. – Central Castilla S.A.

Informe del Director

Director's Report



Doctor Alvaro Amaya Estévez

Con una economía globalizada y un mercado del azúcar cada vez más competido, la agroindustria azucarera colombiana recibe el nuevo milenio consciente de que la sostenibilidad y proyección futuras se basan en el desarrollo tecnológico y en la innovación. Estos principios, vigentes desde la creación de CENICAÑA veintitrés años atrás, se ratifican hoy en razón de los logros obtenidos. Los gestores del Centro consideraron que la investigación estratégica tendría más éxito con unión y objetivos comunes que sólo con la acción individual. Tuvieron presente que la competitividad requiere desarrollos tecnológicos orientados con la visión integral de un centro de investigación. En el último año, los avances en las distintas áreas contribuyen en la solución de necesidades tecnológicas de la agroindustria y muestran que la inversión en investigación genera beneficios presentes y bases para afrontar los retos del futuro.

Durante estos años CENICAÑA ha sido un receptor de ideas y un generador de propuestas, de manera que el desarrollo agroindustrial es fruto del trabajo en equipo entre los investigadores del Centro y los usuarios de la tecnología, ingenios y cultivadores.

Los incrementos de la productividad y los cambios en el uso de insumos agrícolas hacen parte de los beneficios tangibles derivados de la inversión en investigación: durante los veinte últimos años la agroindustria incrementó en 53% la productividad en toneladas de azúcar por hectárea y por mes, disminuyó el consumo de agua de riego en 50%, racionalizó de forma notoria las aplicaciones de fertilizantes y agroquímicos, y ha logrado mantener los cultivos libres de plagas y enfermedades. En los cinco últimos años las pérdidas de sacarosa han disminuido en 0.4 unidades porcentuales de sacarosa % caña y actualmente el 80% del área en cultivo está sembrada con variedades producidas o evaluadas por CENICAÑA. La transferencia de tecnología se ha fortalecido con recomendaciones basadas en el análisis de información experimental y comercial, a través de una relación cada vez más activa con ingenios y cultivadores; el seguimiento de la adopción muestra que quienes validan y adoptan las nuevas tecnologías obtienen los mejores resultados económicos.

Los desarrollos tecnológicos han contribuido al fortalecimiento de la agroindustria y a su sostenibilidad. Es probable que el panorama fuera muy distinto si no hubiéramos

With a globalised economy and an increasingly competitive market for sugar, the Colombian sugar agroindustry has received the new millennium, fully cognisant that its future sustainability and projections rest upon technology development and innovation. These principles, in force since CENICAÑA was founded 23 years ago, are ratified today in view of the Centre's achievements. The Centre's directors considered that strategic research would have greater success if the sector worked together towards common goals rather than through individual actions. They recognized that competitiveness requires technological developments oriented by an integrated vision of a research centre. In this past year, the advances in the different areas have contributed to the solution of the agroindustry's technological needs and shown that the investment in research not only generates benefits today but also provides the bases for meeting the challenges of the future.

During these years CENICAÑA has been a receptor of ideas and a generator of proposals; consequently agroindustrial development is the fruit of the teamwork among the Centre's researchers and the end-users of the technology—the sugar mills and the cane growers.

The increases in productivity and the changes in the use of agricultural inputs form part of the tangible benefits derived from the investment in research: During the last 20 years the agroindustry has increased its productivity in tons of sugar per hectare and per month by 53%, decreased the consumption of irrigation water by 50%, rationalized the applications of fertilizers and agrochemicals notably, and managed to maintain the crops free of pests and diseases. In the last five years the losses of sucrose have decreased by 0.4 percentage points of sucrose % cane, and currently 80% of the area in cane is planted with varieties produced or evaluated by CENICAÑA. The transfer of technology has been strengthened by recommendations based on the analysis of experimental and commercial information through an increasingly more dynamic relationship with both the sugar mills and growers. The monitoring of adoption has shown that those who validate and adopt the new technologies obtain the best economic results.

The technological developments have contributed to the strengthening of the agroindustry and its sustainability. It is highly probable that the panorama would be quite different if we had not visualized the importance of improving the technology or had not prepared ourselves to face the reality of these last few years.

There are also intangible benefits of the impact of the Centre's research and development activities within the regional and national context. The Centre contributes to the country's development by delivering improved varieties, collaborating in the training of professionals, and performing the monitoring and evaluation of crop sanitary conditions in areas with cane for panela, principally in

visualizado el mejoramiento de la tecnología ni nos hubiéramos preparado para afrontar la realidad de los últimos años.

Existen también beneficios intangibles de impacto en el contexto regional y nacional. El Centro contribuye al desarrollo del país al entregar variedades, colaborar en la capacitación de profesionales y hacer seguimiento y evaluación sanitaria del cultivo en áreas con caña para panela, principalmente en aquellas que pueden amenazar la sanidad de la agroindustria azucarera. Otro beneficio intangible se refleja en los aportes al fortalecimiento de la capacidad investigativa del país, al vincular durante estos años más de 250 profesionales que han recibido formación y tutoría mediante pasantías y trabajos de tesis; hoy, estos profesionales contribuyen activamente al desarrollo nacional bien sea en la agroindustria azucarera o en otros renglones de la economía.

La agroindustria azucarera colombiana enfrenta actualmente varios retos, algunos de ellos enmarcados en los compromisos del convenio para una producción más limpia y otros enfocados al fortalecimiento de la innovación tecnológica, el análisis y la proyección del futuro. Los avances en el último año para el establecimiento del sistema de producción con caña verde apoyan en parte el cumplimiento de estos objetivos, especialmente en aspectos relacionados con la adecuación de los campos, el manejo de los residuos de cosecha y la caracterización de variedades; en el mismo sentido, se ha iniciado un proyecto que mejorará los conocimientos acerca de los efectos de la materia extraña en la extracción de sacarosa. También son relevantes los progresos puntuales en fábrica, el desarrollo de metodologías de análisis económico que aportan mejores elementos de decisión para la difusión de las nuevas tecnologías y los avances en la caracterización de factores ambientales para una producción más limpia.

La innovación es un factor intrínseco al desarrollo tecnológico. Sin embargo, para tener éxito se requiere disponibilidad de cambio, no sólo de tecnologías e infraestructura -que hoy podemos tener pero que ciertamente podemos mejorar- sino también de actitudes.

Actualmente, con más información disponible y mejores herramientas de análisis CENICAÑA orienta sus estrategias hacia el desarrollo tecnológico específico tanto en campo como en fábrica, con la premisa de que la especificidad puede generar un impacto mayor que la generalización. En el campo este enfoque se desarrolla con tecnología para una agricultura específica por sitio, a través de la cual se mejorarán los beneficios económicos y la capacidad para afrontar los efectos de factores de difícil control como el clima y los precios, que durante el último año afectaron negativamente el desempeño agroindustrial. Los avances en la caracterización de las zonas agroecológicas desde el punto de vista espacial y temporal, la selección y ubicación de variedades por zona agroecológica, el manejo agronómico en condiciones específicas y el seguimiento dinámico de la adopción en las unidades productivas son algunos de los avances del año 2000 relacionados con la agricultura específica por sitio.

those areas that can threaten the health of the sugar agroindustry. Another intangible benefit is reflected in the contributions made towards strengthening the country's research capacity during these years in the form of establishing linkages with more than 250 professionals who have received training and guidance through in-service training and thesis research opportunities. Today, these professionals contribute actively to national development, whether this be in the sugar agroindustry or in other areas of the economy.

The Colombian sugar agroindustry currently faces several challenges, some of which are related to commitments in the agreement with the Ministry of the Environment to make cane production cleaner; while others are focused on strengthening technological innovation, analysing and making projections for the future. The progress made in establishing the production system with green cane during the last year supports, in part, the compliance of these objectives, especially in aspects related to the adaptation of the fields, the management of harvest residue and the characterization of varieties. Similarly, there is a project to improve the knowledge about the effects of foreign matter in the sucrose-extraction process. The different advances made at the factory level—including the development of methodologies of economical analysis that contribute more precise decision-making elements for disseminating the new technologies and the advances made in the characterisation of environmental factors for a cleaner production—are also relevant.

Innovation is a factor intrinsic to technological development. Nevertheless, in order to have success, it is necessary to be willing to change not only technologies and infrastructure, which we have today but which we can certainly improve upon, but also attitudes.

Currently, with more information and better analytical tools available, CENICAÑA is orienting its strategies towards specific technological development in both the field and the factory, under the premise that specificity can generate a greater impact than generalization. In the field this focus has resulted in the development of technology for site-specific agriculture, through which the economic benefits and the capacity for facing the effects of difficult-to-manage factors such as climate and prices, which during the last year had an adverse effect on the agroindustry's performance, are improved. Progress in the characterisation of the agroecological zones based on spatial and temporal variables, the selection and placement of varieties by agroecological zone, the agronomic management under specific conditions, and the dynamic monitoring of adoption in the production units are some of the advances made in the year 2000 related to site-specific agriculture.

The new technological developments depend on the agroindustry's needs and on its future vision. CENICAÑA continues true to its mission of generating technology for the benefit of the sugarcane sector and of the region, in accordance with the projections for the agroindustry. The situation of the sugar industry worldwide and of regional trade have changed significantly in the last years. It is convenient to analyse the projection of this agroindustry in order to face the effects of the globalisation that we are currently experiencing and of the forthcoming pact of the ALCA (Free Trade Agreement of the Americas), which will be in force by 2005. Based on the results of this analysis, it will be possible to define better

Los nuevos desarrollos tecnológicos dependen de las necesidades de la agroindustria y de su visión futura. CENICAÑA continuará fiel a su misión de generar tecnología para beneficio del sector azucarero y de la región, de acuerdo con las proyecciones de la agroindustria. La situación de la industria azucarera mundial y del comercio regional han cambiado significativamente en los últimos años. Es conveniente analizar la proyección de esta agroindustria para afrontar los efectos de una globalización que ya vivimos y de un cercano acuerdo del ALCA (Acuerdo de Libre Comercio de las Américas), el cual empezará a regir en 2005. En función de este análisis se podrán definir mejor los rumbos de la investigación y la asignación continuada de recursos. Temas como las alternativas de uso de la caña y del azúcar, la producción de energía, la utilización de los residuos en el desarrollo de productos útiles, la producción de azúcar orgánico, la revisión de los sistemas de transporte de la caña y los residuos, así como el uso de la biotecnología, son ejemplos que se deben tener en cuenta en el análisis conjunto que la industria debe emprender para proyectar su futuro.

La competitividad en un mundo globalizado se basa en la innovación y en la gestión del conocimiento. La creatividad y el fortalecimiento del recurso humano tanto en su capacidad de interactuar con el entorno como en la actualización del conocimiento, son factores fundamentales en la proyección y evolución de un centro de investigación. En el último año se propició la capacitación de acuerdo con los recursos disponibles; sin embargo, es conveniente fortalecer esta actividad en los años venideros.

El presente informe resume los resultados sobresalientes de la investigación realizada por el personal científico y de apoyo del Centro con la cooperación del sector productivo, enmarcada en la filosofía de trabajo multidisciplinario y el esquema de macroproyectos vigente. No es la intención incluir demasiado detalle con metodología y datos, sino más bien destacar los progresos más significativos logrados en el último año. El análisis detallado se presenta en publicaciones específicas, en las cuales hay oportunidad de ilustrar acerca de los antecedentes, justificación, metodologías, análisis de resultados, discusión y recomendaciones.

La Junta Directiva de CENICAÑA aprobó mi nombramiento como nuevo Director General del Centro a partir de agosto 23 de 2000. Agradezco la confianza depositada en mí, lo cual representa un reto en la carrera profesional que he venido desarrollando durante los últimos 18 años en CENICAÑA y al cual espero responder con el apoyo de todos. También interpreto la decisión como un voto de confianza en el Centro, al escoger a uno de sus investigadores para ejercer el cargo.



the directions of research and the continued allotment of resources. Topics such as alternative uses of cane and sugar, the production of energy, the utilization of the residues in the development of useful by-products, the production of organic sugar, the revision of the cane and residue transportation systems, as well as the use of biotechnology are examples that should be taken into account in the joint analysis that the industry should undertake to project its future.

Competitiveness in a globalised world is based on innovation and on the management of knowledge. Creativity and the strengthening of human resources-both in their capacity for interacting with their surroundings and maintaining updated in knowledge-are fundamental to the projections and evolution of a research centre. This past year training was provided in accordance with the resources available; however, this activity should be intensified in the coming years.

This report summarizes the highlights of the research carried out by the Centre's scientific and support staff with the cooperation of the production sector, within a philosophical framework of multidisciplinary work and the current scheme of macroprojects. It is not our intention to include detailed information backed by their respective methodologies and data, but rather to highlight the most significant progress made during the past year. Detailed analyses are to be found in specific publications, in which there is the opportunity to learn more about the background, justification, methodologies, analyses of results, discussion and recommendations.

The Board of Directors of CENICAÑA approved my appointment as the new Director General of the Centre as of 23 August 2000. I am grateful for the confidence placed in me, which represents a challenge in the professional career that I have been developing over the last 18 years at the Centre and to which I expect to respond with everyone's support. I also interpret this decision to select one of its researchers to exercise this responsibility as a vote of confidence in the Centre.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'A. J. J.', with a horizontal line underneath the name.





Zonificación Agroecológica

La agroindustria azucarera colombiana se localiza en el valle del río Cauca, entre tres y cinco grados latitud norte, ocupando unas 200 mil hectáreas en los departamentos de Caldas, Cauca, Risaralda y Valle del Cauca. El valle es angosto ($76^{\circ}22'$ $75^{\circ}31'$ longitud oeste) y su altura sobre el nivel del mar no supera los mil metros en promedio. El río Cauca lo cruza de sur a norte, dejando al oriente la mayor proporción de área agrícola, que la industria azucarera vincula casi en el 50%.

Con el objetivo de caracterizar la heterogeneidad de condiciones productivas y de esta forma orientar la investigación y el desarrollo tecnológico hacia una agricultura específica y sostenible por sitio, CENICAÑA ha venido realizando aproximaciones progresivas de la zonificación agroecológica para el cultivo de la caña de azúcar en la región. Los avances incluyen la caracterización agroclimática y edáfica del área en cultivo y la caracterización socioeconómica de los productores y sus unidades productivas.

En el proceso definitorio de las zonas, durante el último año se complementó la caracterización por balance hídrico (balance entre precipitación y evapotranspiración) que en asocio con la permeabilidad de los suelos generó lo que se ha denominado Grupos de Humedad (Torres; et al, 2000). Así, en esta segunda aproximación la zonificación combina los Grupos de Manejo de Suelos (Quintero y Castilla, 1992) definidos por cinco factores (taxonomía, posición geomorfológica, régimen de humedad, familia textural y cualidad de drenajes) y los Grupos de Humedad.

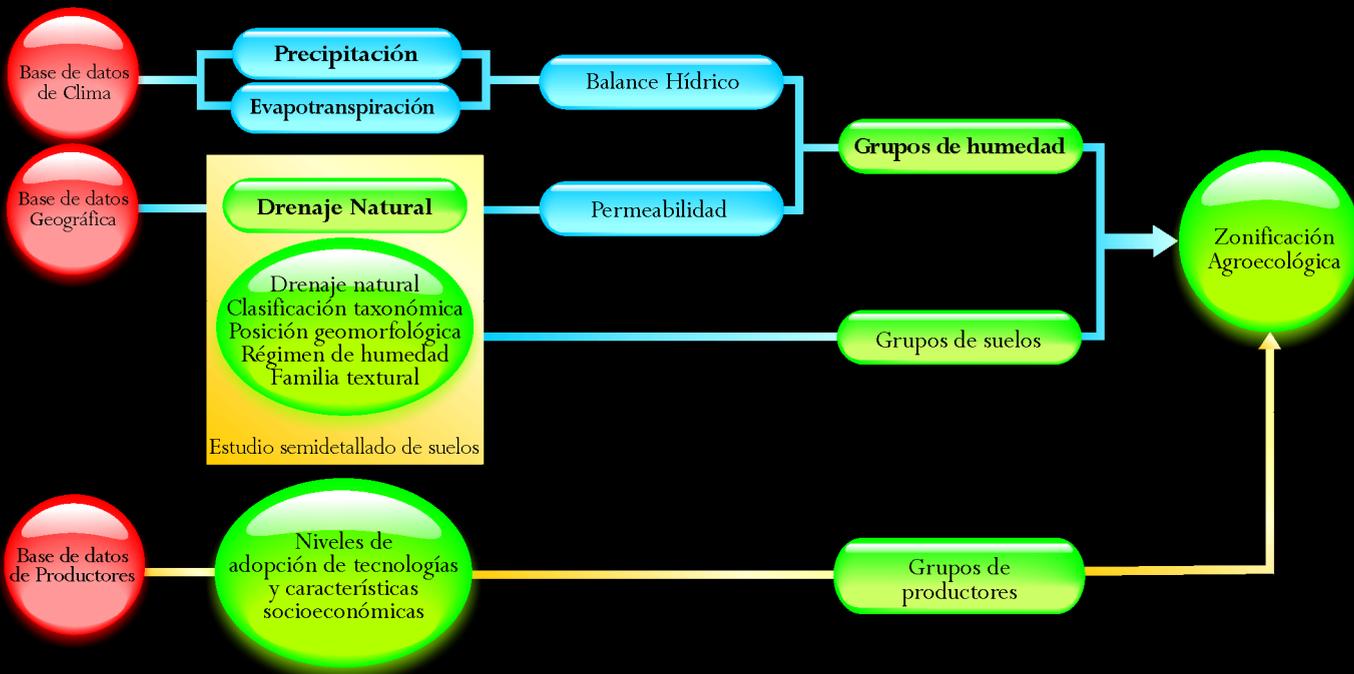
La integración de ambas coberturas mediante sistemas de información geográfica indica que en un año de pluviosidad normal existen 51 zonas. Las variaciones temporales del clima se han definido para tres escenarios anuales, determinados por el predominio de condiciones secas (fenómeno de El Niño), húmedas (Niña) y normales. Estas zonas y el conocimiento de las características socioeconómicas de la realidad productiva serán la base para la formulación y el desarrollo de estrategias alternativas que contribuyan a cerrar las brechas de la productividad de caña y azúcar entre sitios y productores.

Así, de acuerdo con los factores involucrados en las necesidades de experimentación y el grado de detalle o precisión al que se quiera llegar, se pueden realizar nuevas agrupaciones. Por ejemplo, para localizar los sitios de selección de variedades se consideran suficientes tres o cuatro categorías; sin embargo, para efectos de recomendaciones agronómicas puede ser conveniente mantener sitios de referencia más específicos.

Zonificación Agroecológica

La zonificación agroecológica del área con influencia del cultivo de la caña de azúcar en el valle del río Cauca distingue zonas caracterizadas por factores biofísicos relativamente estables, en las cuales se espera que la respuesta del cultivo sea homogénea en términos de producción.

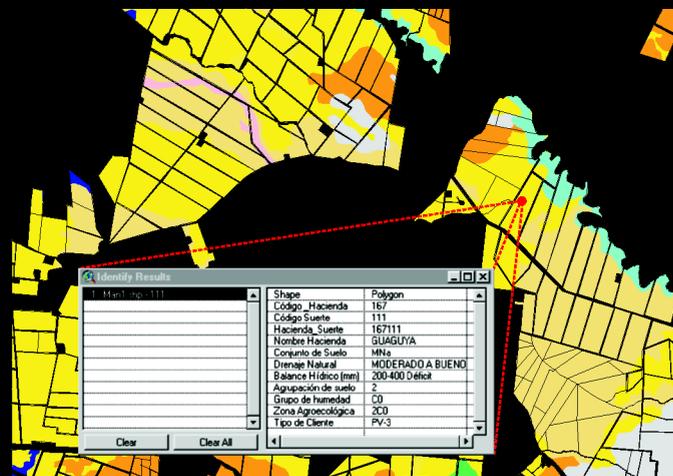
El diagrama siguiente muestra los factores tenidos en cuenta para la zonificación. Los datos correspondientes se registran electrónicamente en un sistema común de coordenadas geográficas y mediante la colección de capas se definen las zonas, utilizando herramientas de sistemas de información geográfica (SIG).

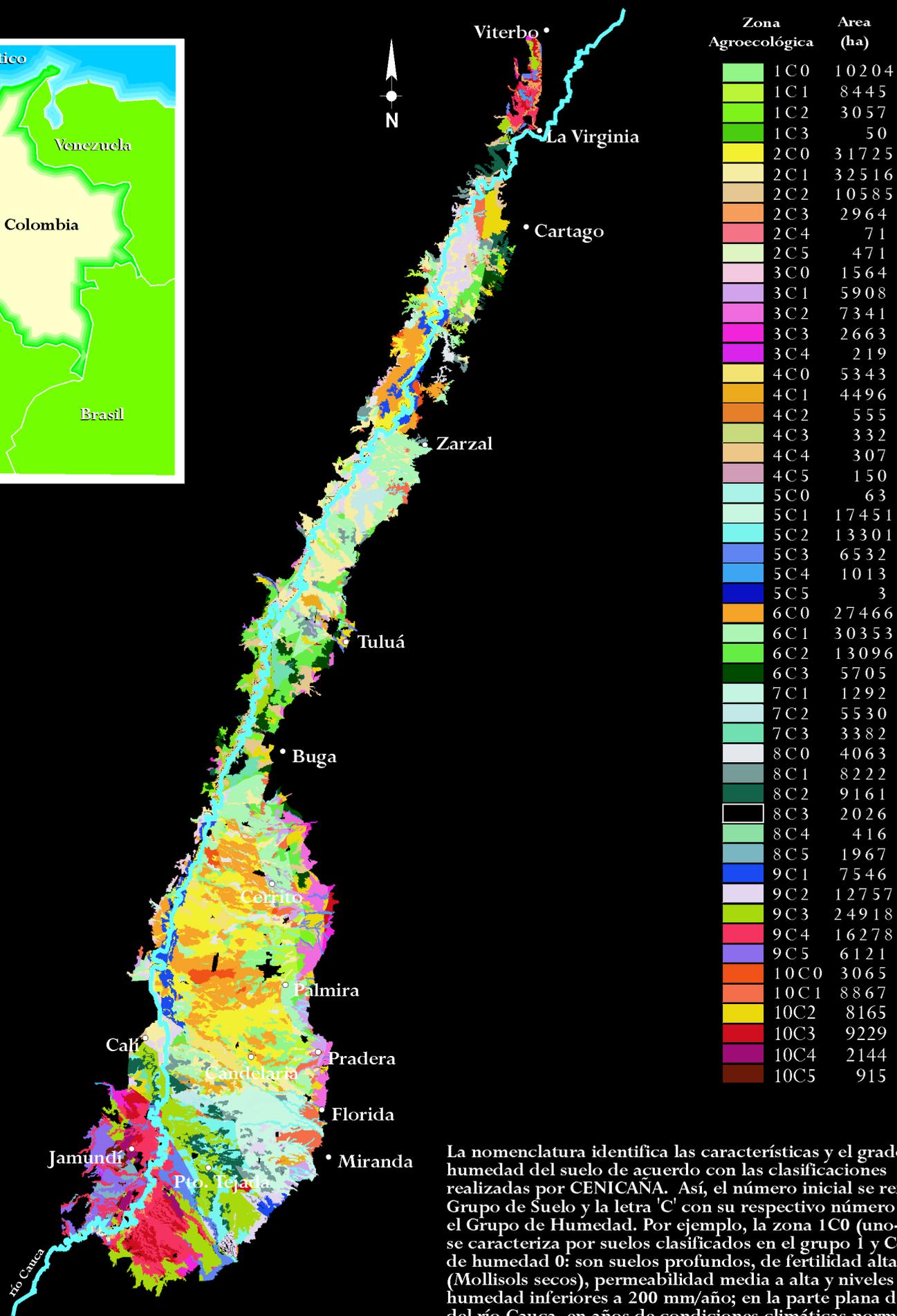


En el valle del río Cauca, en un año de precipitaciones normales (valores medios multianuales) se identifican 51 zonas agroecológicas en el área dedicada al cultivo de la caña de azúcar. Los cambios en el número y la distribución espacial de las zonas dependen de la ocurrencia de lluvias, las cuales afectan directamente el balance hídrico en el suelo y por consiguiente la extensión de áreas con déficits o excesos de humedad.

Esta 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 agronómico para cada condición.

Los SIG facilitan el almacenamiento y el uso de la información espacial con diferentes fines. Sobre la base de una cartografía digital precisa y los registros de atributos específicos del área se forman las unidades básicas de análisis que, en este caso, corresponden a suertes de caña.





La nomenclatura identifica las características y el grado de humedad del suelo de acuerdo con las clasificaciones realizadas por CENICANA. Así, el número inicial se refiere al Grupo de Suelo y la letra 'C' con su respectivo número indican el Grupo de Humedad. Por ejemplo, la zona 1C0 (uno-C-cero) se caracteriza por suelos clasificados en el grupo 1 y Condición de humedad 0: son suelos profundos, de fertilidad alta (Mollisols secos), permeabilidad media a alta y niveles de humedad inferiores a 200 mm/año; en la parte plana del valle del río Cauca, en años de condiciones climáticas normales, se pueden encontrar hasta 10,204 hectáreas con estas características.

Grupos de Suelos

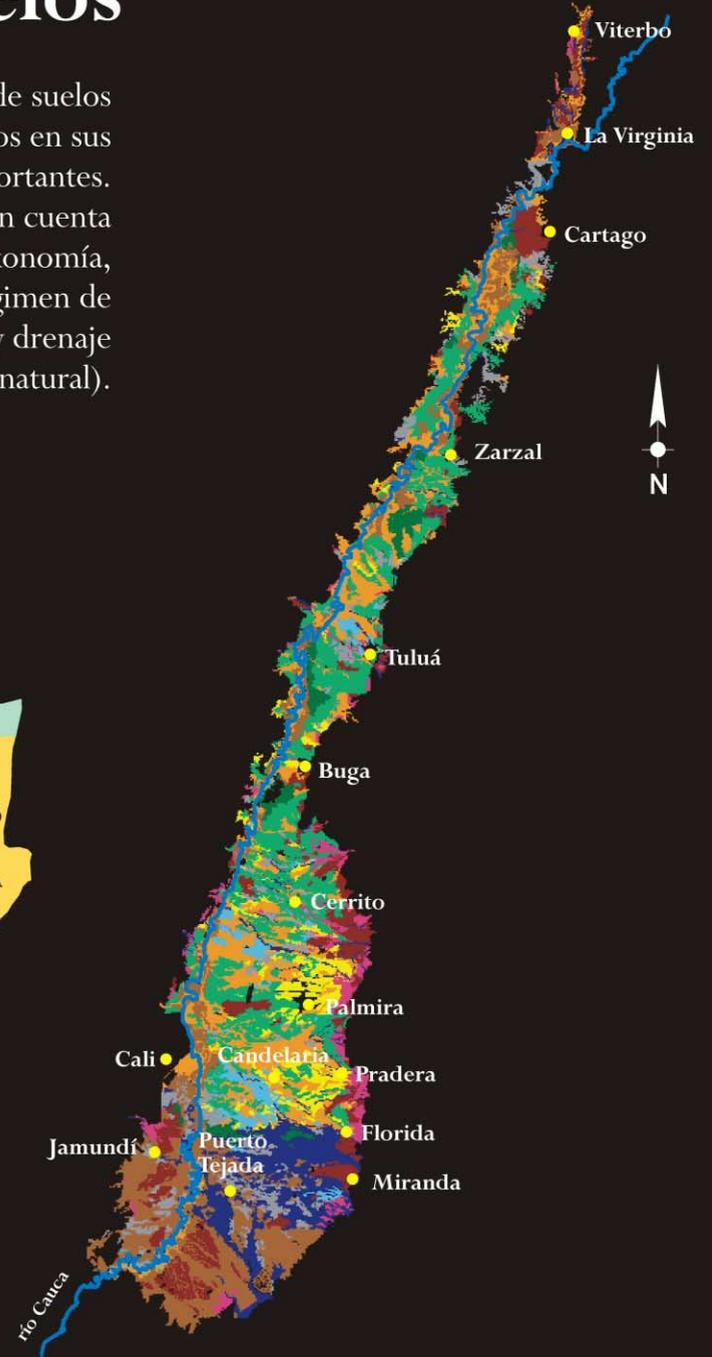


Aplicaciones de la zonificación

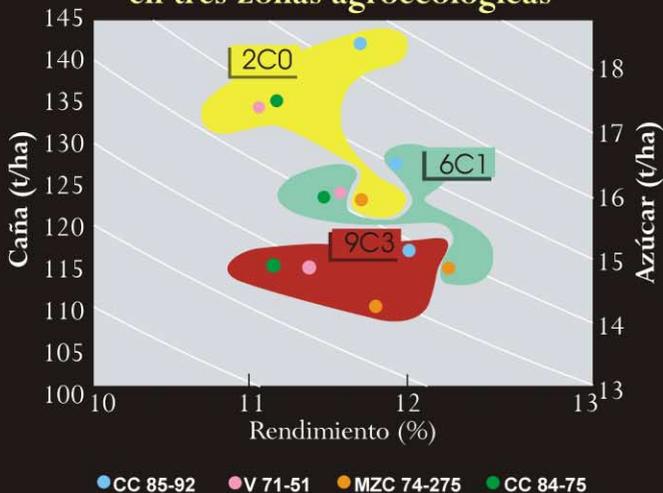
Cuantificar la extensión de áreas con diferentes cualidades, evaluar su aptitud para el cultivo de la caña, estimar el potencial de productividad según niveles de insumos, identificar prácticas para incrementar el rendimiento o analizar el comportamiento de variedades en diferentes condiciones de suelo y clima, son algunas de las aplicaciones de la zonificación agroecológica.

El análisis de la productividad en tres zonas con cuatro de las variedades más cosechadas por la agroindustria local durante los diez últimos años (promedios corregidos por edad y número de corte, 1990-2000) muestra diferencias varietales en caña y azúcar entre y dentro de las zonas. Las variaciones dentro de una zona pueden tener su explicación en factores cuyo efecto no se ha caracterizado totalmente, como es el caso del manejo agronómico. El paso siguiente es profundizar en las relaciones manejo-productividad para llegar a definir estándares de manejo por zona, de acuerdo con la capacidad de adopción de tecnología de cada tipo de productor; de esta forma se busca aprovechar el potencial productivo de cada sitio.

Los grupos integran conjuntos de suelos que se espera sean homogéneos en sus características físicas más importantes. Para la agrupación se tuvieron en cuenta cinco factores: clasificación taxonomía, posición geomorfológica, régimen de humedad, familia textural y drenaje (externo, interno, natural).



Productividad de cuatro variedades en tres zonas agroecológicas



Grupos de Suelos

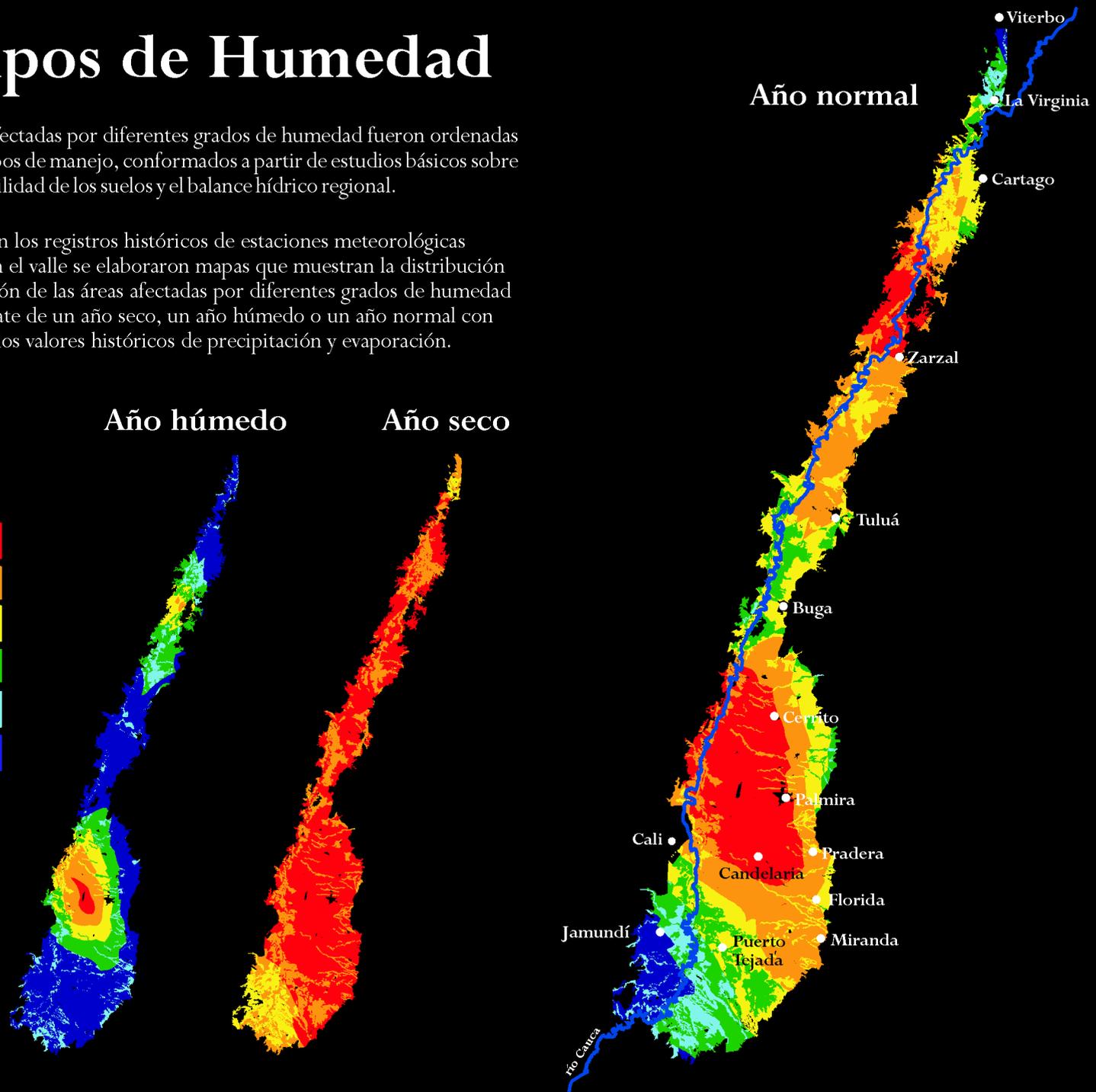
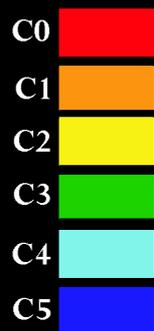
Características principales

1	Suelos profundos, bien drenados y de alta fertilidad (Mollisols secos)
2	Suelos moderadamente profundos, bien drenados y de alta fertilidad (Mollisols e Inceptisols secos)
3	Mollisols secos, superficiales y de mediana a baja fertilidad
4	Mollisols secos, arenosos y superficiales
5	Mollisols húmedos, profundos pero con horizontes inferiores masivos
6	Suelos arcillosos, imperfectamente drenados y de alta fertilidad (Vertisols secos)
7	Suelos arcillosos, moderadamente profundos y pobremente drenados (Vertisols húmedos)
8	Suelos moderadamente profundos, con grietas, imperfectamente drenados y de fertilidad mediana a alta (Inceptisols secos)
9	Suelos superficiales, con grietas, pobremente drenados y baja fertilidad (Inceptisols y Entisols muy húmedos)
10	Suelos superficiales limitados por horizontes compactados subsuperficiales (Alfisols)

Grupos de Humedad

Las áreas afectadas por diferentes grados de humedad fueron ordenadas en seis grupos de manejo, conformados a partir de estudios básicos sobre la permeabilidad de los suelos y el balance hídrico regional.

Con base en los registros históricos de estaciones meteorológicas ubicadas en el valle se elaboraron mapas que muestran la distribución y la extensión de las áreas afectadas por diferentes grados de humedad según se trate de un año seco, un año húmedo o un año normal con respecto a los valores históricos de precipitación y evaporación.



Grupos de Humedad	Características principales
C0: déficit de humedad	Áreas con déficit de humedad y suelos de permeabilidad media alta.
C1: humedad normal	Áreas con exceso de humedad inferior a 200mm/año y áreas donde, a pesar de presentar déficit de humedad, pueden ocurrir encharcamientos debido a la poca pendiente del terreno o a la existencia de suelos de permeabilidad baja.
C2: humedad baja	Áreas con exceso de humedad entre 200 y 400mm/año y suelos de permeabilidad media a alta; se incluyen también áreas con excesos inferiores a 200mm/año y suelos de permeabilidad baja.
C3: humedad media	Áreas con exceso de humedad entre 400 y 600mm/año y suelos de permeabilidad media a alta; también, áreas con exceso entre 200 y 400mm/año y suelos de permeabilidad baja.
C4: humedad alta	Áreas con exceso de humedad superior a 600mm/año y suelos de permeabilidad alta; se incluyen también áreas con exceso entre 400 y 600mm/año donde predominan los suelos arcillosos de permeabilidad baja, además de relieve plano.
C5: humedad muy alta	Áreas con exceso de humedad superior a 600mm/año donde predominan los suelos arcillosos de permeabilidad baja a media y el relieve es plano.

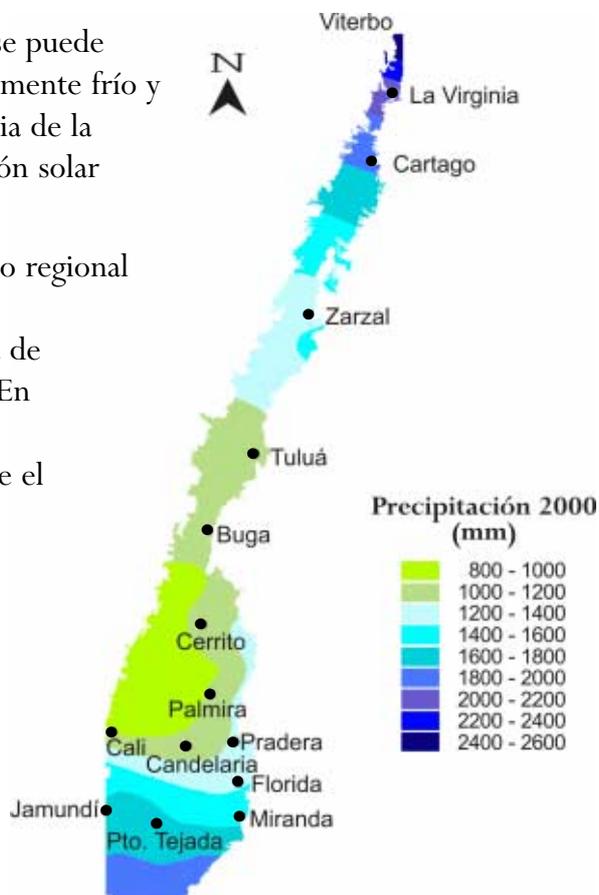
Generalidades del comportamiento del clima, 2000

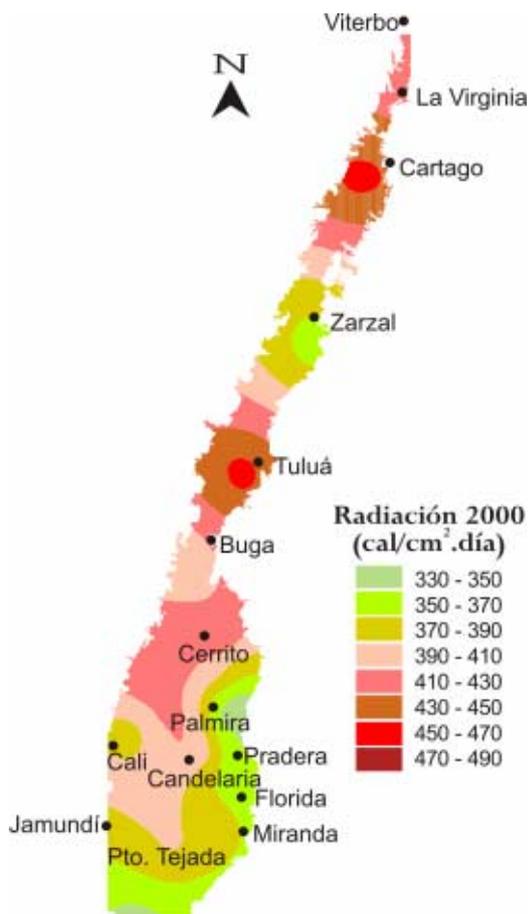
La condición climática externa más representativa del año fue la disminución paulatina de la intensidad del fenómeno de La Niña durante todo el primer semestre. Esta Niña, considerada una de las más fuertes y prolongadas del siglo XX, desapareció casi por completo en julio de 2000 luego de 24 meses de duración.

En el segundo semestre del año en el océano Pacífico tropical se observaron temperaturas superficiales del mar muy cercanas a los respectivos valores medios multianuales, así como algunos núcleos aislados de anomalías negativas de dichas temperaturas. Este segundo semestre se constituyó en un período de transición hacia condiciones cálidas de las aguas del océano Pacífico tropical, que podrían llevar a la aparición de un nuevo fenómeno de El Niño en el segundo semestre de 2001.

Para el valle del río Cauca, el 2000 en su conjunto se puede considerar un año de precipitación normal, relativamente frío y húmedo, con valores bajos de oscilación media diaria de la temperatura y con valores bastante bajos de radiación solar media diaria.

La precipitación anual, entendida como el promedio regional de los totales anuales de las 28 estaciones de la Red Meteorológica Automatizada que cubre toda el área de influencia del cultivo de la caña, llegó a 1354 mm. En relación con ese mismo promedio regional para el período 1997–2000 (1294 mm) se puede decir que el año 2000 fue 5% más lluvioso. La comparación del año 2000 con los años inmediatamente anteriores señala un déficit de 5% con respecto a la lluvia promedio de 1999, año Niña con 1428 mm; un exceso de 10% en relación con 1998, con presencia de El Niño en el primer semestre y de La Niña en el segundo y precipitación promedio anual de 1229 mm; un exceso de 12% respecto a 1997, año Niño con 1207 mm de precipitación en promedio.





El análisis a escala anual de la radiación solar media diaria muestra un descenso acumulado de 6.5% en los tres últimos años: mientras en 1997 la radiación fue de 423 cal/cm²xdía, en 1998 de 410 y en 1999 de 403, en el año 2000 fue de 396 cal/cm²xdía.

La temperatura promedio anual histórica para el área con caña en el valle del río Cauca es de 23.0 °C. Así, 1999 con 22.5 °C y 2000 con 22.6 °C se pueden considerar años fríos, mientras que 1998, con 23.6 °C, se constituye en un año cálido respecto a la temperatura habitual que tiene lugar en el área.

Por su parte, la oscilación media diaria de la temperatura del aire en el valle tiene un valor normal de 10.6 °C. En el año 2000 ésta fue sensiblemente más baja, 10.3 °C, muy similar a la de 1999 que fue de 10.1 °C. En 1998 esta variable climática registró un valor de 10.7 °C, prácticamente igual a la media histórica.

Entre enero y junio de 2000 cayeron 826 mm de lluvia en promedio (60% de la media anual) y entre julio y diciembre cayeron 528 mm (40%). Así, el primer semestre fue 50% más lluvioso que el segundo.

La temperatura del aire fue superior en 0.3 °C durante los seis últimos meses del año (22.8 °C vs. 22.5 °C) y la radiación solar media diaria fue mayor 10 cal/cm²xdía en este mismo período (400 vs. 390 cal/cm²xdía). De igual forma, la oscilación media diaria de la temperatura del aire en el segundo semestre (10.8 °C) superó en 0.9 °C el valor registrado durante los seis primeros meses del año 2000 (9.9 °C). Finalmente, la humedad del aire entre enero y junio excedió en 2% los valores observados entre julio y diciembre.

Análisis de la Producción de Caña y Azúcar, 2000

La cosecha de 181,575 hectáreas de caña de azúcar en el año 2000 (21,314 ‘suertes’) es una cifra récord en la historia de la agroindustria azucarera colombiana. El área cosechada aumentó en 13.1% con respecto al año anterior (21,127 ha y 2429 ‘suertes’ más) y se molieron 204,542 toneladas de caña adicionales, para un total anual de 19,098,794 toneladas. Con un rendimiento de 11.56% por cada tonelada molida, la producción de azúcar ascendió a 2,391,324 toneladas métricas valor crudo, cifra sólo 3% mayor que la de 1999 (+ 71,453 t.m.v.c.).

Mientras la producción de caña disminuyó en 12.7 toneladas por hectárea (0.94 t/mes) y las fábricas recuperaron 1500 gramos de azúcar más por cada tonelada molida, en términos de azúcar se registró una merma de 1.3 t/ha (0.93 t/mes). La edad de cosecha de la caña se mantuvo estable entre un año y otro, con 13.3 meses en promedio.

Las estadísticas generales de la producción en el total de la agroindustria y en grupos de ingenios organizados según su localización geográfica se presentan en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Estadísticas globales de producción comercial en la agroindustria azucarera colombiana durante el año 2000.

Información suertes	Número de cosechada cosechadas	Area neta corte (ha)	Edad de (meses)	TCH cosecha ¹	TCHM cosecha ²	TAH	qqHC ³	TAHM (%)	Rendimiento comercial	Caña/ azúcar ⁴ corte ⁵	Número de
Total Sector	21,314	181,575	13.34	106.08	8.09	12.26	245.23	0.935	11.56	8.65	3.85
Zona Norte	5,204	37,697	14.17	103.78	7.53	11.92	238.34	0.867	11.49	8.70	4.39
Zona Centro	5,765	57,226	13.42	120.88	9.11	14.32	286.31	1.079	11.84	8.44	3.48
Zona Sur	10,345	86,652	12.89	97.25	7.65	11.05	220.94	0.869	11.36	8.80	3.92

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/Rdto. = toneladas de caña para producir una tonelada de azúcar.

5. Número promedio de cortes de la caña cosechada.

Zona Norte: Ingenios Risaralda, Riopaila y Sancarlos.

Zona Centro: Ingenios Pichichí, Providencia, Manuelita y Central Tumaco.

Zona Sur: Ingenios Mayagüez, Central Castilla, María Luisa, Incauca y La Cabaña.

La pureza del jugo diluido fue consistentemente más alta este año en comparación con 1999. La recuperación de azúcar como un porcentaje de la sacarosa en la caña (*overall recovery*) fue alta, especialmente durante el segundo semestre, lo cual demuestra la tendencia de mejoría continua en las operaciones fabriles (Figura 1).

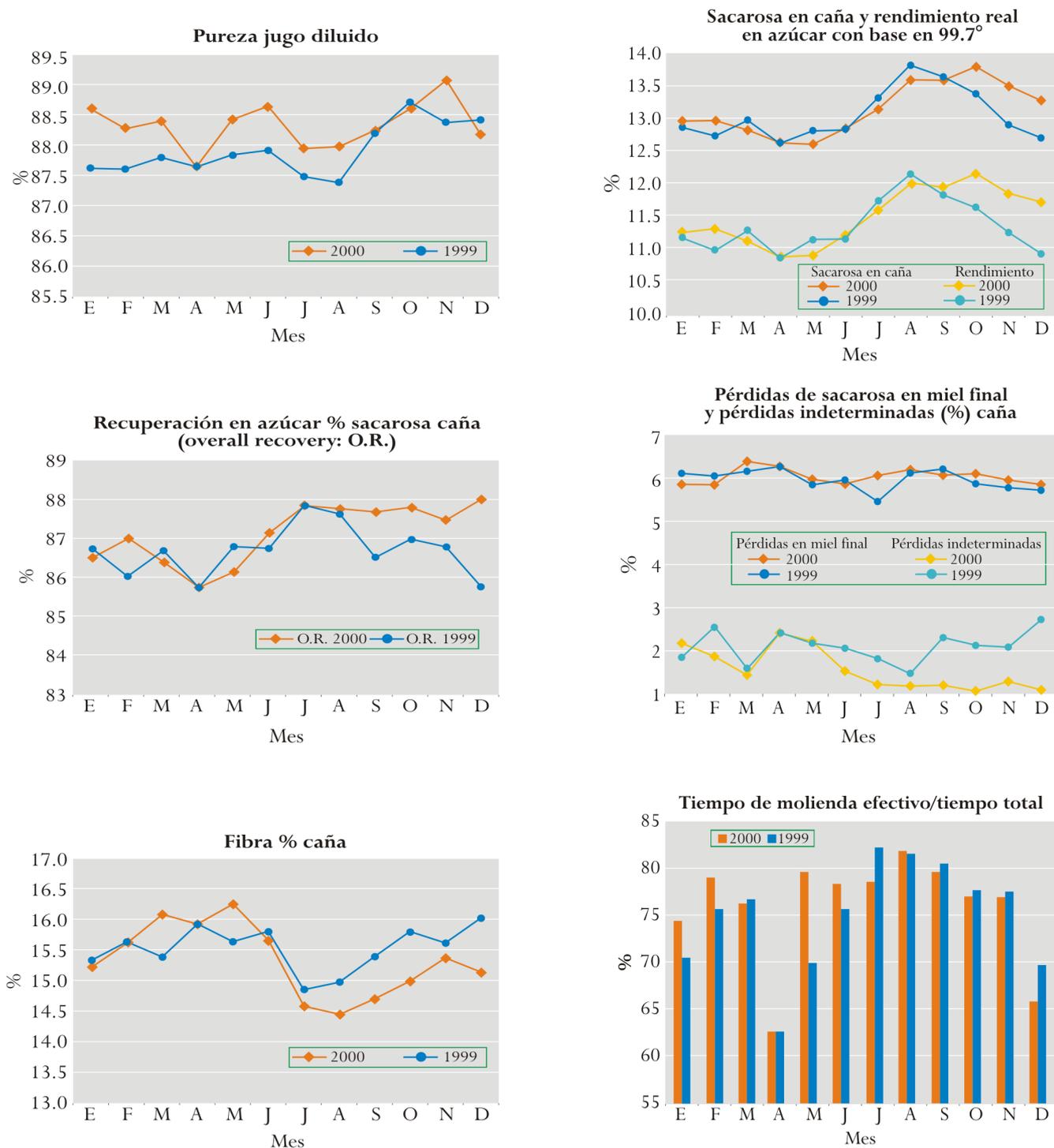


Figura 1. Resultados de los principales parámetros industriales para la producción de azúcar. Colombia, 2000.

Durante el año 2000 la agroindustria cosechó el 96.4% del área que tenía sembrada al principio del año, tendencia expresada por la relación área cosechada/área sembrada (Figura 2). La tasa de molienda fue más alta que lo normal en los primeros seis meses y, en el segundo semestre, cuando las lluvias disminuyeron y los precios internacionales y domésticos registraron aumentos, la industria resolvió mantener la tasa de molienda incrementando el porcentaje de caña cosechada en edades inferiores a los 13 meses. Al terminar agosto se había consumido el 62% del área sembrada, situación que causó una disminución significativa de caña en algunos ingenios al finalizar el año (Figura 3).

En el primer semestre del año se registró una precipitación 50% mayor que en el segundo (Figura 4).

Los precios del azúcar en el mercado internacional comenzaron a recuperarse hacia finales de abril, luego de una tendencia descendente que había durado cerca de 2.5 años; los domésticos también reaccionaron al alza por la misma época, después de la fuerte caída registrada a finales de 1999 (Figura 5).

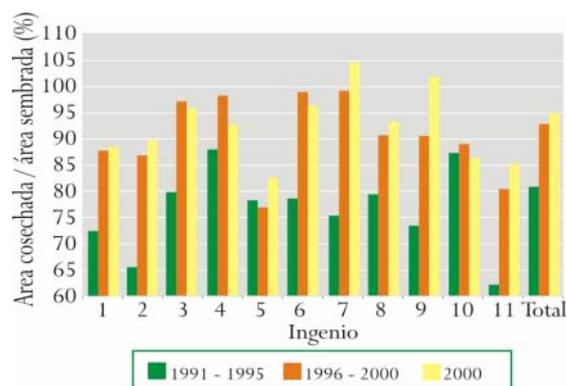


Figura 2. Evolución de la relación área cosechada/área sembrada entre 1991 y 2000.

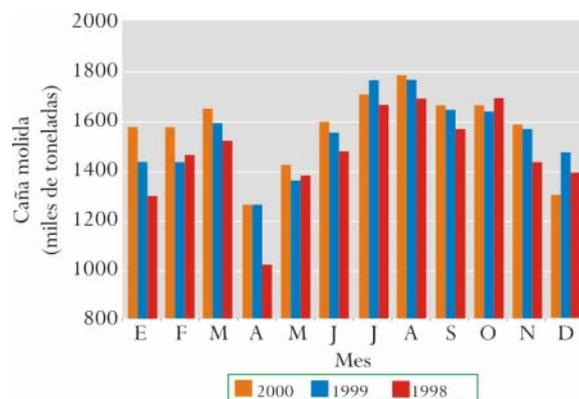


Figura 3. Evolución de las toneladas de caña molidas entre 1998 y 2000.

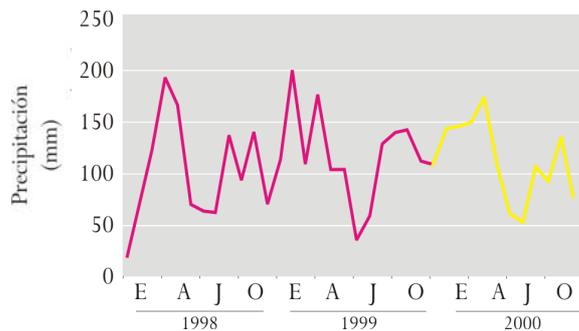


Figura 4. Precipitación (mm) promedio mensual en el valle del río Cauca entre 1998 y 2000.

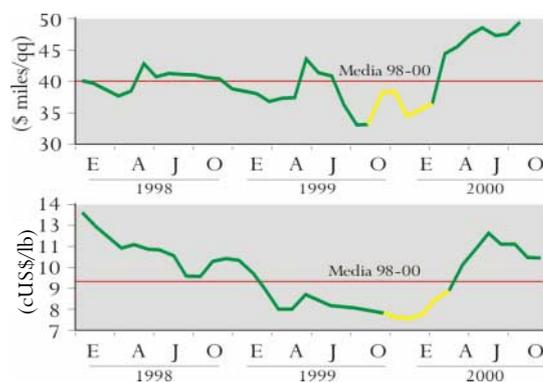


Figura 5. Evolución de los precios del azúcar en los mercados externo e interno entre 1998 y 2000, (diciembre 2000=100)

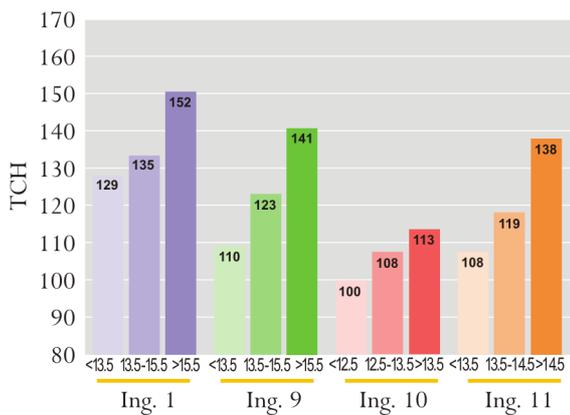


Figura 6. Producción de toneladas de caña por hectárea (TCH) según la edad de cosecha en cuatro ingenios colombianos, 1990-2000.

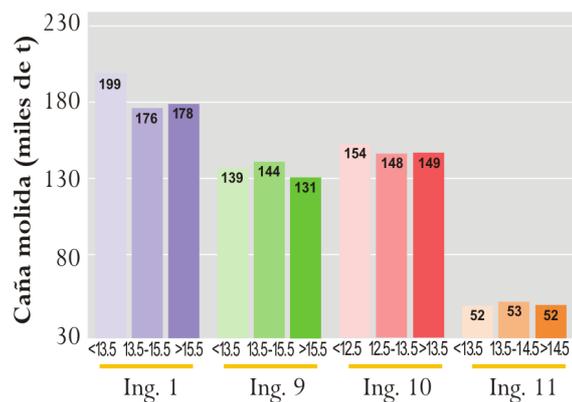
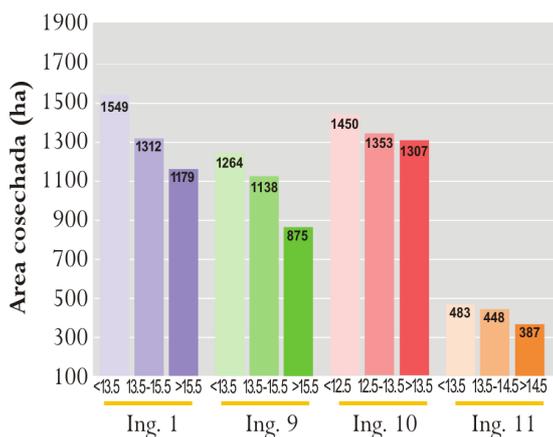


Figura 7. Área cosechada y edad de corte en cuatro ingenios colombianos, 1990-2000.

Las variedades de caña más cosechadas fueron CC 85-92, MZC 74-275, V 71-51, CC 84-75, PR 61-632 y RD 75-11 que, con la tecnología en uso, alcanzan los mejores niveles de rendimiento en azúcar entre los 13 y los 14 meses de edad. El análisis del seguimiento comercial durante una década muestra las menores producciones en toneladas de caña por hectárea (TCH) cuando la cosecha se realiza en edades bajas en comparación con los resultados en edades mayores (Figura 6). Esta situación fue evidente en el año 2000, como se puede observar en los análisis para cuatro ingenios que representan más del 35% del área (Figura 7). La cosecha en edades tempranas puede afectar significativamente las utilidades pues los gastos de levantamiento del cultivo son prácticamente iguales que en edades óptimas pero la productividad es menor tanto en caña como en azúcar.

La productividad agrícola real puede variar con respecto a los presupuestos debido a la acción de factores exógenos, como las lluvias o el nivel de radiación incidente (Figura 8), y no ajustar consecuentemente las actividades industriales termina por deprimir aún más dicha productividad.

Con los registros mensuales de cinco ingenios para el

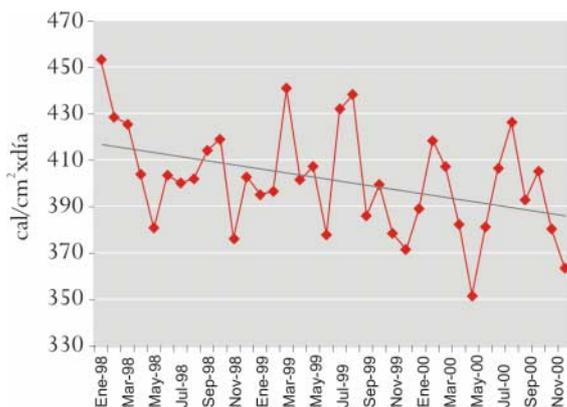


Figura 8. Radiación solar incidente (cal/cm² x día) promedio mensual en el valle del río Cauca entre junio de 1998 y diciembre de 2000.

periodo 1990-2000 se analizaron las relaciones de causa-efecto entre las fluctuaciones de la producción de caña y las variables área cosechada, cantidad de caña molida y edad de corte, utilizando la metodología estadística *Análisis de Senderos*. De acuerdo con los resultados, las tres variables explican entre el 73 y el 96% de la variabilidad mensual de la productividad de caña en los ingenios analizados; el clima y el manejo agronómico, como factores atribuidos al error 'U' en la estimación, contribuyeron en menor proporción en la explicación para los casos y el período de observación; en la Figura 9 se ilustran los resultados en un ingenio.

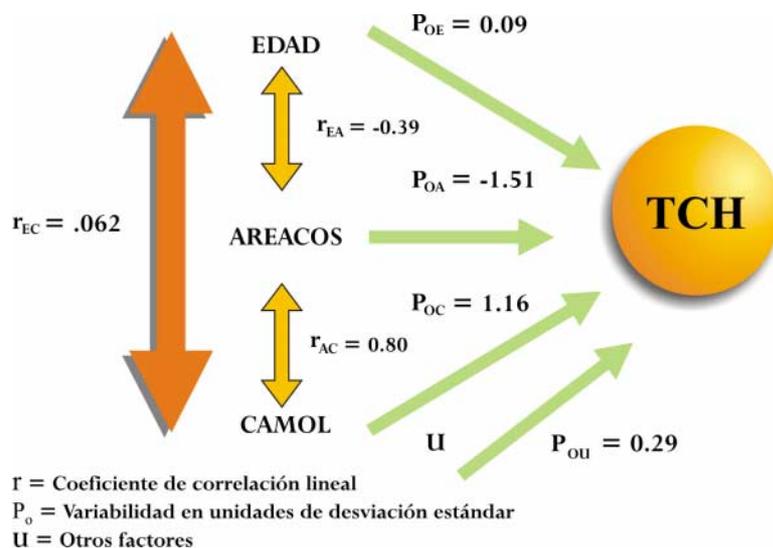


Figura 9. Participación de tres factores en la explicación de las variaciones de toneladas de caña por hectárea (TCH) en el Ingenio 9. Período 1990-2000.

Un análisis complementario con variables no incluidas en la observación anterior advierte que el ingenio (como indicador de las decisiones administrativas y técnicas en campo, cosecha y fábrica), las zonas agroecológicas y la edad de corte contribuyen significativamente en la explicación de las variaciones en producción de caña (t/ha) de la variedad CC 85-92 durante 1990-2000 (Cuadro 2). Las decisiones de cosecha y molienda así como las características agroecológicas son factores críticos de riesgo en la estabilidad de la productividad de caña en el contexto de la agroindustria local.

Cuadro 2. Factores que contribuyen en la explicación de las variaciones en producción de caña (t/ha). Variedad CC 85-92 (1990-2000).

Modelo	Factor	%
1	Ingenio	59.0
	Zona agroecológica	21.2
	Edad de corte	13.5
	Año de cosecha	3.1
	Mes de cosecha	2.1
	Número de corte	1.1
2	Ingenio	68.2
	Edad de corte	12.7
	Grupo de suelos	7.9
	Año de cosecha	4.2
	Grupo de humedad	3.3
	Mes de cosecha	2.4
	Número de corte	1.5

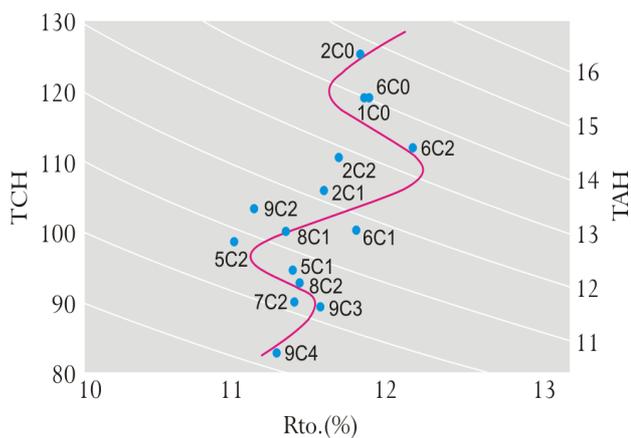


Figura 10. Isoproductividad de caña y azúcar por zona agroecológica, año 2000.

Los resultados de producción del año 2000 en las zonas agroecológicas más representativas en área muestran una variación considerable de la productividad en azúcar (t/ha), principalmente por efecto de las diferencias en toneladas de caña por hectárea entre zonas. La tendencia de producir más caña en ambientes con déficit de humedad en el suelo que en ambientes con humedad alta se atribuye a las inversiones en infraestructura de riego en contraste con las deficiencias en drenaje (Figura 10, Cuadro 3. Ver Zonificación Agroecológica en la página 2). En la zona agroecológica con mayor área cosechada en el año 2000 se encuentran diferencias en los niveles de

productividad logrados por cada ingenio (Figura 11), patrón que tiende a mantenerse al pasar de una zona a otra (Figura 12). Igual ocurre en el análisis por conjunto de suelos (Figura 13). Lo anterior sugiere que las decisiones administrativas propias de cada ingenio están marcando diferencias en la productividad de campo, tanto o más que las características agroecológicas.

Cuadro 3. Resultados de producción (promedios) en las zonas agroecológicas de mayor área cosechada durante el año 2000.

Zona agroeco.*	TCH	Rdto. (%)	Edad de corte (meses)	TAH	TAHM	Area (ha)	Número de suertes
2C0	126	11.71	13.3	14.7	1.11	9169	762
6C0	119	11.76	13.2	14.0	1.07	8769	712
1C0	119	11.74	13.0	14.0	1.09	3716	297
6C2	112	12.04	15.1	13.5	0.92	3505	370
2C2	111	11.58	15.0	12.8	0.91	2185	304
2C1	106	11.49	13.6	12.1	0.91	8012	834
9C2	103	11.05	13.6	11.4	0.86	3383	425
6C1	100	11.68	13.6	11.7	0.98	12,439	1203
8C1	100	11.25	13.6	11.3	0.86	2374	312
5C2	99	10.93	12.7	10.7	0.86	3419	541
5C1	95	11.29	12.4	10.7	0.87	5587	603
8C2	93	11.34	12.6	10.5	0.85	3247	433
7C2	90	11.30	13.4	10.2	0.78	3192	284
9C3	89	11.46	13.1	10.2	0.80	7310	904
9C4	83	11.19	12.8	9.3	0.74	3949	589
Promedios y totales	104	11.59	13.3	12.0	0.92	107,241	11,652

* Ver página 2.

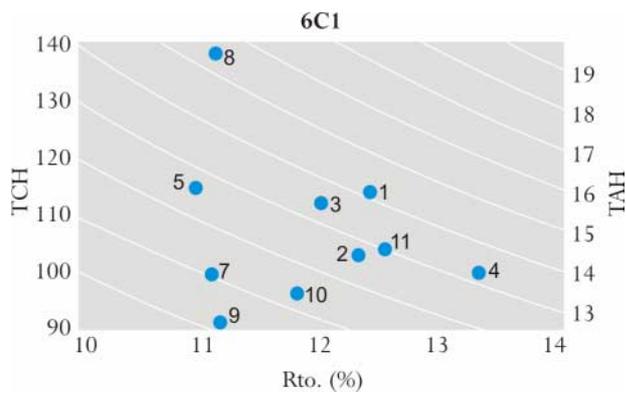


Figura 11. Isoproductividad de caña y azúcar por ingenio en la zona agroecológica 6C1. Año 2000.



En la zona agroecológica con mayor área cosechada en el año 2000 se encuentran diferencias en los niveles de productividad logrados por cada ingenio, patrón que tiende a mantenerse al pasar de una zona a otra. Igual ocurre en el análisis por conjunto de suelo.

Lo anterior sugiere que las decisiones administrativas propias de cada ingenio están marcando diferencias en la productividad de campo, tanto o más que las características agroecológicas.

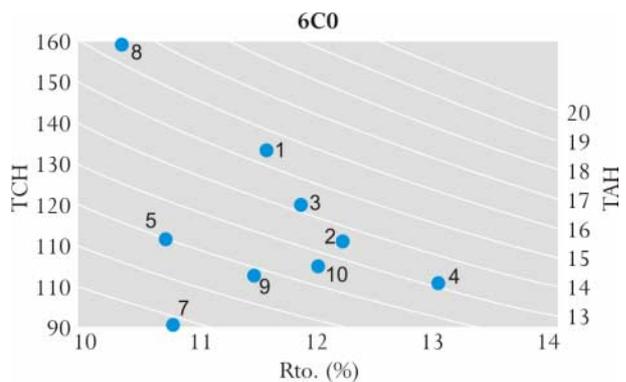
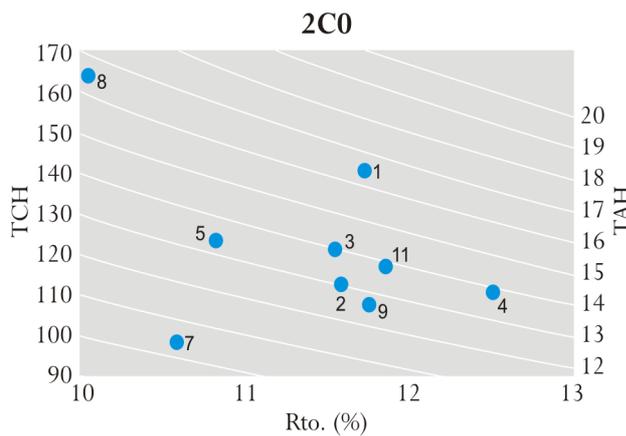


Figura 12. Isoproductividad de caña y azúcar por ingenio en las zonas agroecológicas 2C0 y 6C0. Año 2000.

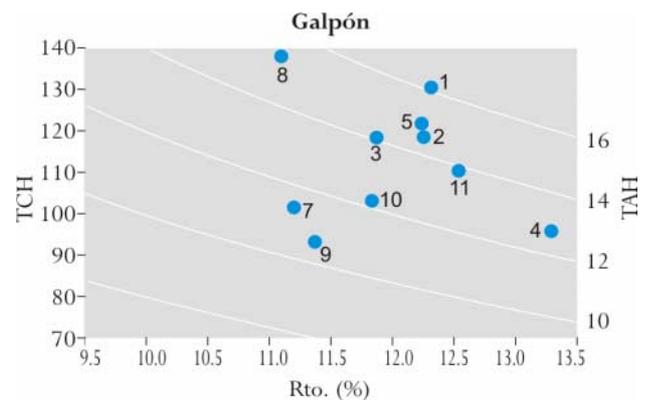


Figura 13. Isoproductividad de caña y azúcar por ingenio en el conjunto de suelo Galpón. Año 2000.

Variedades de caña de azúcar

La variedad más sembrada y más cosechada en el año 2000 fue CC 85-92, con la cual se obtuvo una productividad en azúcar de 1.06 toneladas por hectárea por mes (TAHM). La segunda más sembrada y tercera en área cosechada fue V71-51, con 0.92

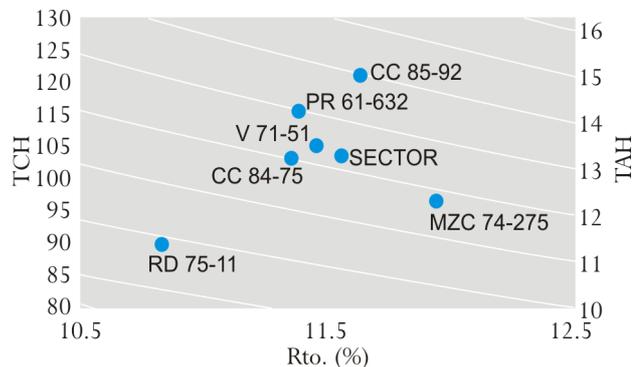


Figura 14. Isoproductividad de caña y azúcar de las variedades más cosechadas durante el año 2000 en la agroindustria azucarera colombiana.

TAHM; la MZC 74-275 fue tercera en área sembrada y segunda en la cosecha, con una productividad de 0.88 TAHM (Figura 14, Cuadro 4). Los resultados de las principales variedades en las zonas agroecológicas y los conjuntos de suelos con mayor área cosechada en el año 2000 se presentan en la Figura 15 y en el Cuadro 5.

La CC 85-92 participó en el 24% del área total cosechada y con ella se logró una productividad en azúcar 12.5% superior con respecto al promedio general (Cuadro 6), situación que sólo tiene el precedente de lo ocurrido cuando la CP 57-603 reemplazó a la POJ 2878 a comienzos de la década de 1980.

Cuadro 4. Resultados de producción (promedios) de las seis variedades de caña más cosechadas durante el año 2000.

Variedad	Área sembrada (ha) ¹	Porcentaje en la industria	Diferencia en participación con 1999 ²	Área cos. ³ (ha)	Edad de corte (meses)	Corte (no.)	TCHM	TAHM	Rto. %
CC 85-92	59,154	31.7	8.7	43,456	13.3	2.2	9.05	1.06	11.64
V 71-51	31,173	16.7	-2.5	34,981	13.4	4.7	8.06	0.92	11.46
MZC 74-275	28,600	15.3	-5.4	36,402	13.3	5.1	7.40	0.88	11.94
CC 84-75	22,310	12.0	1.7	18,304	13.2	3.1	8.01	0.91	11.36
PR 61-632	12,152	6.5	-0.6	12,345	13.8	4.5	8.26	0.94	11.39
RD 75-11	9482	5.1	-0.9	11,137	13.1	3.8	6.93	0.75	10.84
Total área sembrada en caña				186,743 ha					
Total área en renovación				5868 ha					
Total área en pancoger y pastos				835 ha					
Total área próxima a siembra más tierras nuevas				605 ha					
Total área con cachaza en descomposición ('cachacera') ⁵				5 ha					
Total área en potreros				91 ha					
Total área disponible para el cultivo ⁴				194,146 ha					
Total área variedades CC				91,558 ha					
Total área variedades VIC				53,999 ha					

1. Número de hectáreas sembradas a diciembre 31 de 2000

2. Diferencia entre el área sembrada a dic. 31/1999 y el área sembrada a dic. 31/2000

3. Número de hectáreas cosechadas a diciembre 31 de 2000

4. Comprende el área sembrada, el área en renovación y aquella con cultivos de pancoger en lotes de caña.

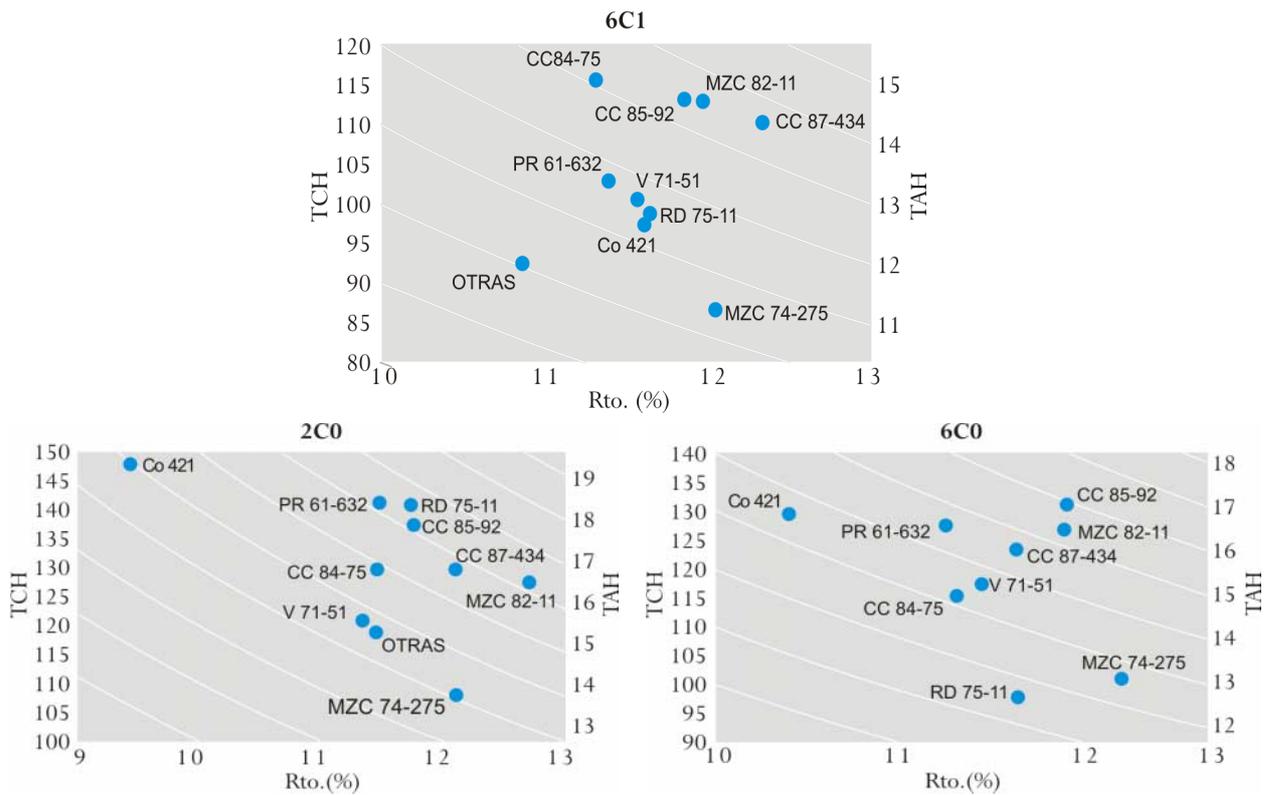


Figura 15. Isoproductividad de caña y azúcar de las variedades más cosechadas durante el año 2000 en las zonas agroecológicas 6C1, 2C0 y 6C0.

Cuadro 5. Resultados de producción (promedios) de cuatro variedades de caña en los cinco conjuntos de suelos con mayor participación en el área cosechada durante el año 2000.

Conjunto de suelos*	TCH	Rto. (%)	Edad (meses)	Corte (no.)	Conjunto de suelos	TCH	Rto. (%)	Edad (meses)	Corte (no.)
CC 85-92					V 71-51				
GLa	126	12.3	13.1	2.1	GLa	109	11.6	12.8	5.1
MNa	123	11.8	12.7	2.4	MNa	112	11.6	12.8	5.0
PJa	94	12.1	12.2	3.6	(GL-PM)a	114	11.9	13.2	4.3
RLa	105	11.2	12.7	2.9	PMa	112	11.3	12.8	4.8
(GL-PL)a	121	12.4	13.4	1.9	(JN-MA)a	113	11.6	14.7	5.4
MZC 74-275					CC 84-75				
GLa	96	12.5	12.9	5.1	GLa	112	11.3	12.9	4.0
MNa	103	12.1	13.4	4.2	PJa	97	11.2	12.9	2.8
GUa	99	11.6	13.0	5.3	RLa	102	11.2	13.0	2.8
JNa	98	11.7	13.3	5.7	ROa	94	10.4	12.1	2.8
CKa	99	11.5	14.1	5.4	BNa	99	10.9	12.7	3.1

* Significado de los símbolos correspondientes a cada conjunto de suelos en la página 90.

Cuadro 6. Ventaja en toneladas de azúcar por hectárea (TAH) de la variedad más cosechada por año con respecto al promedio de la agroindustria. Período 1996-2000.

Año	Variedad más cosechada	Ventaja en TAH sobre el promedio de la agroindustria (%)	Area cosechada con la variedad sobre el total cosechado (%)
2000	CC 85-92	12.5	23.9
1999	MZC 74-275	-3.9	23.8
1998	MZC 74-275	1.0	29.9
1997	MZC 74-275	0.0	36.0
1996	MZC 74-275	0.3	40.3

Los promedios anuales de los indicadores agroindustriales de la 85-92 en el año 2000, en un área de 43,456 hectáreas cosechadas, fueron: 109 TCH, 12.72 TAH y 11.64 % de rendimiento en azúcar. Estos valores superan los resultados con el resto de variedades cosechadas en 16 TCH-año, 2 TAH-año y 0.11 puntos porcentuales de rendimiento. La diferencia entre el promedio de la agroindustria con la CC 85-92 y sin ella indica que por cosechar esta variedad los indicadores globales aumentaron en 3.75 TCH; 0.302 TCHM; 0.48 TAH; 0.302 TCHM y 0.03 puntos porcentuales de rendimiento.

La variedad CC 85-92 tiene un amplio rango de adaptación; sin embargo, su productividad no es igual en todos los sitios (Cuadro 7, Figura 16). El enfoque actual en la selección es hacia variedades específicas por sitio con lo cual se espera desarrollar el potencial productivo de cada sitio y controlar la expansión generalizada de variedades individuales.

Cuadro 7. Diferencia en toneladas de azúcar por hectárea (TAH) de la variedad CC 85-92 con respecto a la siguiente variedad más cosechada o a la más cosechada. 2000.

Ingenio azucarero	Posición de CC 85-92	Diferencia en TAH
1	2	1.60
2	2	3.51
3	2	1.56
4	2	2.42
5	4	1.05
6	2	1.76
7	1	2.46
8	3	3.97
9	3	2.70
10	1	1.07
11	2	3.27
12	1	2.22

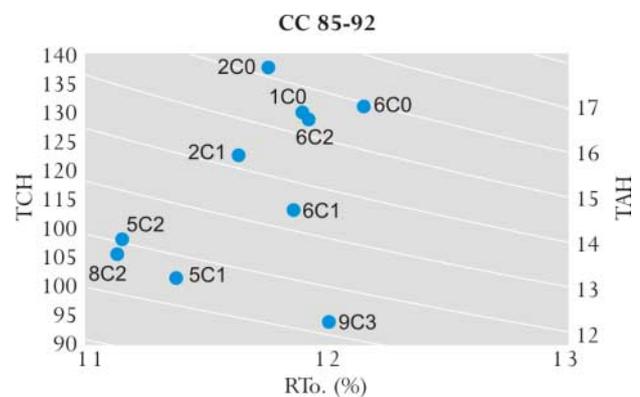


Figura 16. Isoproductividad de caña y azúcar de la variedad CC 85-92 según zona agroecológica. 2000.

Alta Sacarosa Estable

Las actividades del macroproyecto están encaminadas a desarrollar variedades de caña con contenido de sacarosa alto y poco variable y producción de caña estable a través de los cortes. Estas variedades, seleccionadas para sitios específicos y evaluadas en relación con las principales prácticas culturales de cultivo, contribuyen a mejorar la productividad y la rentabilidad de la industria agrícola azucarera. En la selección participan cultivadores, técnicos de campo e investigadores de diferentes áreas de manera que los resultados integran conocimientos prácticos, técnicos y científicos. Actualmente el reto es obtener variedades de máxima adaptación a condiciones agroecológicas específicas, en el marco del cultivo y la cosecha de caña verde.

Entre los avances logrados durante el año 2000 se destacan:

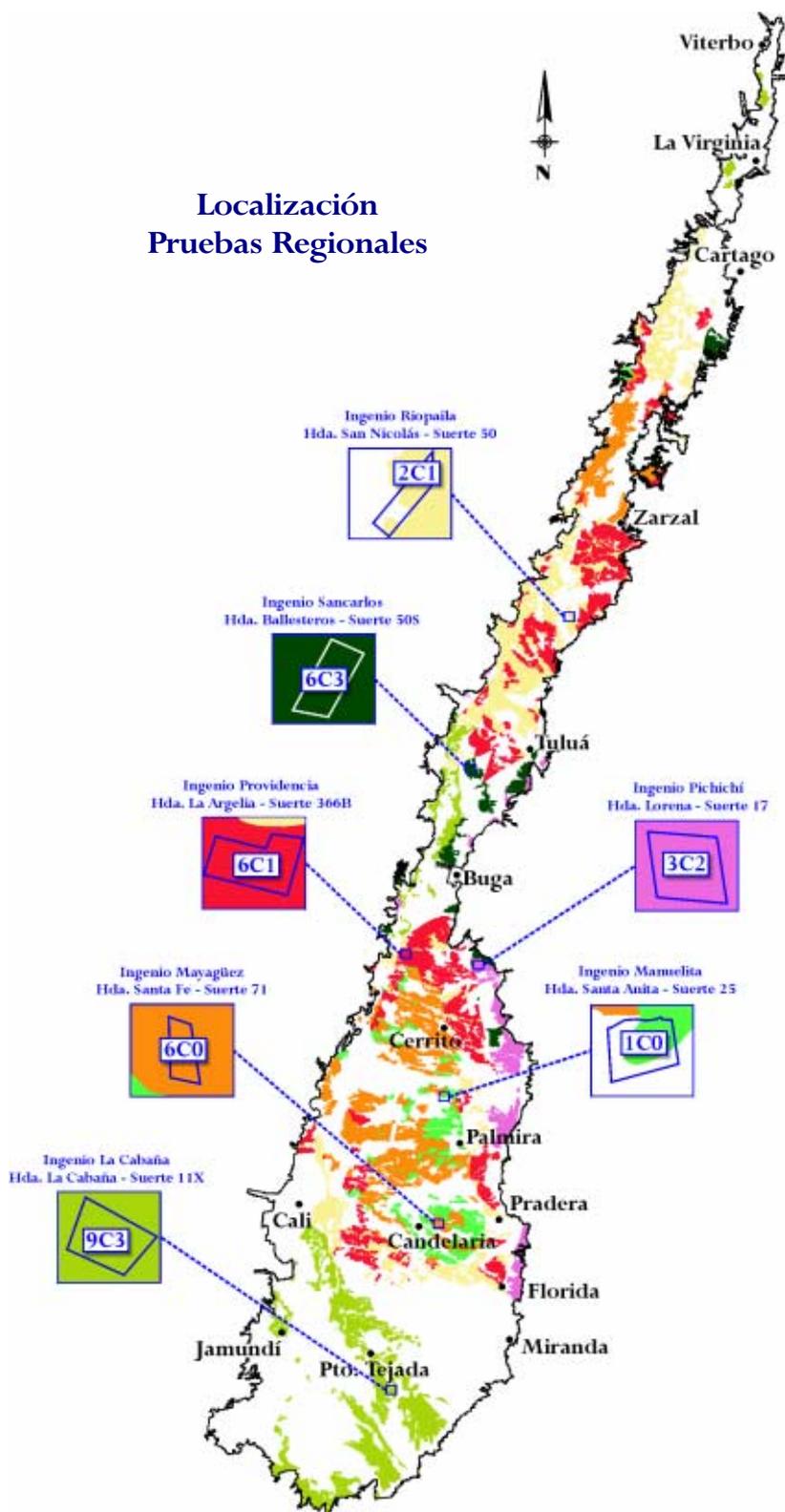
1. La identificación de variedades promisorias en términos de productividad y margen operacional para zonas agroecológicas específicas.
2. La normalización y el uso de métodos inmunoenzimáticos para el diagnóstico de las cinco enfermedades de mayor importancia en el cultivo de la caña de azúcar en Colombia.
3. La evaluación de insecticidas de alta selectividad y cebos tóxicos para el desarrollo de un manejo integrado de la hormiga loca (*Paratrechina fulva*).
4. La definición de dosis y épocas de aplicación de nitrógeno para la variedad CC 85-68 en suelos de alta fertilidad.
5. La dosis de madurador para la variedad CC 85-92.

Al finalizar el año 2000 los ingenios y cultivadores donantes a CENICAÑA tenían 188,262 hectáreas sembradas con caña en el valle del río Cauca: el 55% con variedades CENICAÑA Colombia –CC–, el 30% con variedades importadas y evaluadas por CENICAÑA –VIC– y el 25% con otras variedades. La variedad más sembrada y cosechada en el año fue CC 85-92, distribuida en 59,000 hectáreas.

CeniAD

Durante el año 2000 se adoptó el sistema CeniAD para determinar el contenido de sacarosa de la caña en el campo en los experimentos, el cual se basa en el análisis directo vía húmeda de muestras de caña desfibrada. El sistema fue validado a escala comercial en el Ingenio Providencia.

Localización Pruebas Regionales



Evaluación regional de variedades

La evaluación regional de variedades muestra el potencial de mejorar la productividad y el margen operacional del cultivo en un sitio específico al sembrar las variedades de mejor adaptación en ese sitio, en lugar de aquellas que se adaptan a condiciones diversas.

La productividad está representada por la producción de caña en toneladas por hectárea (TCH), el contenido de sacarosa y las toneladas de sacarosa por hectárea (TAH). El margen operacional mide la capacidad de cada variedad para cubrir sus propios costos de operación y dejar un margen bruto sobre la operación para el productor. Su inclusión como criterio de selección en la evaluación regional de variedades fortalece el análisis, afianza las recomendaciones para zonas agroecológicas específicas y ofrece mayores elementos de decisión al agricultor. Para identificar las diferencias varietales se adaptó el sistema de presupuestación financiera o Generador de Presupuestos desarrollado por el Programa de Análisis Económico y Estadístico de CENICAÑA. El sistema calcula el margen operacional por 'suerte' de caña con base en los costos de los factores productivos y el precio del azúcar ponderado según porcentajes dados de ventas en los mercados interno y externo.

Las cosechas de siete pruebas regionales con variedades de las series 88 a 91 en plantilla indican la existencia de materiales promisorios que combinan productividad y margen operacional superiores a los obtenidos con los testigos o variedades comerciales principales (Cuadro 8).

Cuadro 8. Productividad y margen operacional de variedades (plantilla) cosechadas en siete pruebas regionales localizadas en diferentes zonas agroecológicas.

Denominación ¹	Zona agroecológica		Suelos predominantes en la prueba (orden, conjunto)	Mejores variedades según productividad y margen operacional
	Area representativa (ha)	Variedades comerciales principales		
2C1	32,516	MZC 74-275 CC 85-92	Vertisols, Burrigá	CC 84-75 CC 91-1945
6C1	30,353	V 71-51 CC 85-92	Vertisols, Esneda	CC 85-92 CCSP 89-259 CCSP 89-43
6C0	27,466	CC 85-92 MZC 74-275	Inceptisols, Ricaurte	CC 87-434
9C3	24,918	RD 75-11 CC 84-75	Inceptisols, Puerto Tejada	CCSP 89-43
1C0	10,204	MZC 74-275 CC 85-92	Mollisols, Manuelita	CCSP 89-43 CC 85-92
3C2	7341	CC 85-92 CC 84-75	Inceptisols, Pradera	CC 91-1880
6C3	5705	V 71-51 CC 85-92	Vertisols, Corintias-Herradura	CC 84-75 CC 91-1945

1. Busque la descripción de cada zona agroecológica en la página 2.

Caracterización molecular de variedades

La estrecha base genética de las variedades comerciales usadas en los diferentes países donde se cultiva la caña de azúcar ha hecho que el mejoramiento sea difícil y por consiguiente menos eficiente que en otros cultivos. En CENICAÑA se usaron marcadores moleculares llamados ‘RAPDs’ o polimorfismos de ADN amplificados al azar para medir la diversidad genética de 18 variedades escogidas con base en su importancia. Ciento cincuenta y tres bandas polimórficas generadas por 74 cebadores permitieron agrupar las variedades estudiadas mediante el índice de similitud de Dice y la distancia genética de Nei.

Dos grupos fueron evidentes con un índice de similitud mínimo de 0.78 y máximo de 0.85. El otro grupo tuvo un índice mínimo de 0.76 y máximo de 0.87. La variedad V 71-51, a pesar de no quedar incluida en ninguno de los dos grupos, mostró un índice de similitud de 0.72 con respecto a ellos. El índice entre los grupos fue de 0.74.

Harvey y Botha (1996) usando la misma metodología y variedades comerciales cultivadas en Sudáfrica encontraron un índice de similitud mayor que 0.76, siendo superior que 0.8 en la mayoría de las variedades estudiadas. Esto indica que nuestra base genética es más amplia que la de otros países y que contamos con variabilidad genética para uso en cruzamientos.

Determinación de razas del virus del síndrome de la hoja amarilla

En algunas variedades se determinó la presencia de las razas brasilera (B), Florida/Texas (F/T) y una posible mezcla de las dos razas. Trabajos recientes del Consorcio Internacional de Biotecnología de la Caña de Azúcar (ICSB, sigla en inglés) señalan la presencia de una tercera y posible nueva raza del síndrome de la hoja amarilla en Colombia, afectando especialmente la variedad CC 85-96.



En la muestra compuesta por veinte hojas se realiza el diagnóstico de cinco enfermedades. Con el método TBIA las nervaduras se imprimen en una membrana de nitrocelulosa y mediante la aplicación de antiseros específicos se detecta la presencia de los patógenos.

Desarrollo de técnicas de diagnóstico de patógenos

Se normalizaron los métodos inmunoenzimáticos de tissue-blot (TBIA) y dot-blot (DBIA) usando tejido foliar para el diagnóstico simultáneo de las cinco enfermedades principales que afectan el cultivo y se transmiten por semilla vegetativa: síndrome de la hoja amarilla (ScYLV), virus baciliforme, mosaico, raquitismo de la soca (RSD) y escaldadura de la hoja (LSD). El diagnóstico oportuno en semilleros permitió generar durante el año 2000 semilla de mejor calidad y por supuesto ha facilitado el control de las enfermedades.

Mediante el servicio de diagnóstico de patógenos se comprobó que las incidencias de RSD y LSD en 650 hectáreas de semilleros fueron inferiores al 1%, mientras que para el síndrome de la hoja amarilla la incidencia estuvo alrededor del 3.7%. A escala comercial, en cerca de 3500 hectáreas cubiertas en un muestreo la incidencia del RSD fue de 0.7%, 1% para LSD y 2.4% para ScYLV.

Manejo integrado de la hormiga loca

La hormiga loca (*Paratrechina fulva*) es un insecto que encuentra en la caña de azúcar un ambiente propicio para su establecimiento y proliferación; particularmente en condiciones de caña verde, los residuos favorecen su establecimiento. Si bien esto ha sido más drástico en otras áreas con caña panelera, en el valle del río Cauca se han detectado situaciones de altas pérdidas en la producción de azúcar debido a su presencia conjunta con insectos chupadores (protegidos y diseminados por la hormiga, son los que causan el daño) al igual que áreas donde su impacto ambiental ha sido desastroso. Durante 1996 por ejemplo, en la suerte 061, hacienda Lagunas del Ingenio Riopaila, la concentración de azúcar se redujo en 60% en comparación con una suerte libre de la hormiga.

Dentro de las estrategias de manejo se trabajó en el mejoramiento de cebos tóxicos fijando la proporción más adecuada de los constituyentes harina de pescado (atrayente), bagacillo de caña (absorbente de la solución tóxica) y aceite o agua (solventes de los insecticidas) para la mejor aceptación y acarreo por las hormigas a

su nido. Los ensayos de los cebos con ácido bórico y otros insecticidas en laboratorio y campo han mostrado un efecto sobresaliente en cuanto al efecto tóxico al reducir la población de obreras y mantenerla baja por lo menos durante un mes (Figura 17). Debido a la alta selectividad y aceptación del cebo y a las bajas concentraciones del insecticida su empleo es promisorio para el control de la hormiga loca, minimizando el impacto ambiental resultante de su uso.

Plagas potenciales

Se registró por primera vez oficialmente, la presencia de *Prosapia simulans*, una de las especies comúnmente conocidas como salivazo y que fue registrada en Centro América en caña de azúcar. En el valle del río Cauca *P. simulans* ha sido encontrada principalmente en pastos (Santander de Quilichao y El Cerrito, vereda de Santa Helena) pero existen registros que señalan su presencia en caña para panela en la vereda Cordobitas del municipio de Yotoco, hasta el momento en niveles bajos de incidencia.

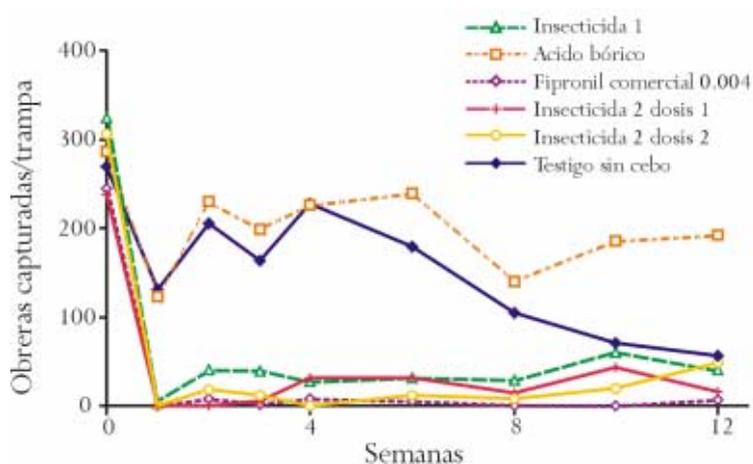


Figura 17. Efecto del uso de insecticidas (cebos tóxicos) sobre las poblaciones de hormiga loca en un lote con caña de azúcar. Ingenio Risaralda, hacienda Morasur, suertes 4 y 5.



Homoptera: Cercopidae
Prosapia simulans sobre pasto.
Tamaño: 7.8 mm.

Fertilización de la variedad CC 85-68

Con el propósito de aumentar la eficacia en el uso del nitrógeno (N) se efectuó un experimento sobre fraccionamiento y épocas de aplicación de este nutriente con la variedad CC 85-68. Se usó un suelo Guadualito (Mollisols - Grupo de manejo no.2) de alta fertilidad, con 3.9% de materia orgánica. Los resultados durante tres cortes consecutivos mostraron una respuesta mediana al N que no justifica aplicar dosis superiores a 50 kg de N/ha en plantilla ni dosis superiores a 75 kg de N/ha en primera o segunda socas en este tipo de suelos. La eficacia del N aplicado al suelo fue mayor cuando no se fraccionó la dosis; por tanto, es conveniente realizar una aplicación total entre los 30 y 60 días después de la siembra o el corte. Dosis relativamente altas aplicadas a los 60 ó 90 días de edad del cultivo afectaron los contenidos de sacarosa, lo cual indica que la CC 85-68 puede ser sensible a las aplicaciones tardías de N.



Lectura indirecta de clorofila con un clorofilómetro portátil Spad-502.

Las producciones relativamente altas de caña obtenidas en este experimento (148 t/ha, promedio de tres cortes) indican que los suelos del conjunto Guadualito (Fluvaquentic Haplustolls) y en general los suelos del Grupo de manejo no.2 son bastante apropiados para la siembra de la variedad CC 85-68. Durante los tres cortes que duró el experimento se tomaron lecturas indirectas de clorofila en las láminas de las hojas correspondientes al primer cuello visible (TVD) con un clorofilómetro portátil Spad-502 (izquierda). Las lecturas indicaron que en este tipo de suelos es posible esperar producciones relativamente altas de caña con la CC 85-68 si a los tres

meses de edad del cultivo dichas lecturas están por encima de 40 spad en plantilla y por encima de 38 spad en segunda soca.

Pruebas de manejo de nitrógeno con CC 89-2000

La CC 89-2000 se ha destacado entre las variedades promisorias por sus altos contenidos de sacarosa, alto macollamiento, fácil deshoje y tallos gruesos que facilitan la cosecha mecanizada. Los resultados obtenidos en plantilla en un suelo Ricarte (Inceptisols - Grupo de manejo no.6) de textura arcillosa y contenidos altos de materia orgánica, indican que la CC 89-2000 no respondió al N aplicado al suelo a los 45 días después de la siembra. La ausencia de respuesta se explica por los contenidos altos de materia orgánica producto de la incorporación de 150 t de cachaza fresca/ha durante la preparación del suelo. La variedad mostró alta capacidad para absorber potasio del suelo. La plantilla se cosechó a los 13 meses de edad y produjo 161 t de caña/ha con 14.93% de sacarosa en caña, promedio de once dosis de N.

Dosis de madurador para CC 85-92

La aplicación de maduradores debe ser una práctica segura que garantice el aumento del contenido de sacarosa en los tallos sin detrimento del cultivo aplicado ni repercusión en la producción del cultivo siguiente. Cuando la variedad 85-92 recibe aplicaciones de madurador (Roundup o Fusilade) en dosis similares a las que se usan con otras variedades, las hojas manifiestan una quemazón fuerte que conduce a pensar que la dosis utilizada fue alta. Frecuentemente los rebrotes del cultivo siguiente presentan un amarillamiento de las hojas que preocupa a los agricultores por la posibilidad de efectos en la producción.

El estudio del efecto del madurador en la CC 85-92 mostró que esta variedad presenta cierta susceptibilidad al Roundup y al Fusilade, pero esta situación antes que constituir un problema representa una ventaja en tanto es factible aplicar dosis relativamente bajas para obtener respuestas excelentes. Si bien en condiciones

naturales de maduración la CC 85-92 puede contener menos sacarosa que otras variedades (p.e. MZC 74-275), cuando todas han recibido madurador puede llegar a igualar e incluso a superar los niveles de éstas.

Con una dosis de 1.0 L/ha de Roundup se logró incrementar hasta en 21% el azúcar recuperable estimado (ARE) en la CC 85-92, mientras con 0.7 l/ha de Fusilade el aumento fue de 16%. En ningún caso hubo problemas en el rebrote ni en la producción del cultivo siguiente. La aplicación del madurador en la dosis apropiada según la producción estimada y las condiciones climatológicas no debe afectar el desarrollo ni la producción del cultivo siguiente. Para la CC 85-92, por cada 100 t/ha de caña estimadas al momento de hacer la aplicación se pueden emplear: en época de lluvias, 0.9 l/ha de Roundup ó 0.5 l/ha de Fusilade; en época seca, 0.7 l/ha de Roundup ó 0.4 l/ha de Fusilade.

Evaluación de maduradores no convencionales

Los maduradores más usados en el valle del río Cauca (Roundup, Fusilade y Moddus) son reguladores de crecimiento y como consecuencia de este efecto primario se incrementa el contenido de sacarosa en los tallos. La agroindustria azucarera colombiana ha venido utilizando productos alternativos con mecanismos de acción diferentes (la mayoría estimula el crecimiento), que incrementen la sacarosa sin afectar los cultivos vecinos en caso de derivas. Se realizaron una serie de experimentos con el propósito de determinar si los productos Bioticón, K-Fol, Sugar y algunos aminoácidos pueden usarse para mejorar la maduración de la caña de azúcar en el valle del río Cauca.

Los incrementos en sacarosa fueron mayores con los maduradores que restringieron el crecimiento de los tallos (caso Roundup) en comparación con aquellos utilizados para estimularlo, casos Sugar (Etefón), K-Fol, aminoácidos y mezclas de melaza, KNO_3 y RyZup (ácido giberélico). El Sugar y los aminoácidos no incrementaron la sacarosa ni la producción de caña y en consecuencia su aplicación no fue rentable. El K-Fol causó pequeños incrementos en la sacarosa y en la producción de caña, lo cual puede justificar que continúen sus evaluaciones. La mezcla de Roundup con Bioticón (melaza + KNO_3 + RyZup) no demostró ser mejor que el Roundup solo; al parecer la melaza y/o el RyZup inhibieron un poco la acción del Roundup.

Caña Verde

El área cosechada en verde se incrementa cada año y así mismo la necesidad de contar con paquetes tecnológicos adecuados para las diferentes zonas agroecológicas. El cambio, que debe cubrir toda el área con caña en el año 2005, afecta las diferentes fases del proceso agroindustrial azucarero.

Actualmente, en las áreas con restricción de quemas los residuos se están encallando al 2x1, manual o mecánicamente, y en muchos casos es necesario rectificar la labor con varios pases de encalladora o bien de forma manual, proceso que consume tiempo y dinero. En los campos programados para renovación los residuos se sacan a los callejones y con frecuencia obstaculizan el tránsito de la maquinaria. En otras ocasiones los residuos se dejan en el campo y es necesario incrementar el número de pases de arados y rastras usados para la preparación debido a que estos accesorios no pueden trabajar adecuadamente con residuos sobre la superficie del suelo.

La cosecha mecanizada se ha concentrado en las zonas con mayor restricción para las quemas y su cobertura se ha mantenido estable en los últimos años. De manera opcional se está adoptando el corte manual verde limpio con resultados atractivos por una mayor recuperación de azúcar que compensa los sobrecostos de la labor manual.

El nivel de incidencia de las enfermedades se ha mantenido estable debido al uso de semilla sana, la siembra de variedades resistentes o tolerantes y en general el uso de sistemas efectivos de control. Hasta el momento no se ha observado ningún

Corte manual verde limpio



efecto de la cosecha en verde sobre la incidencia de insectos barrenadores del tallo pero se han registrado ataques localizados de los picudos *Metamasius hemipterus* y *Rhynchophorus palmarum*. En la medida que el área de manejo en verde se incrementa las plagas pueden encontrar un ambiente propicio para su proliferación, razón por la cual se realiza un seguimiento permanente de las poblaciones insectiles.

Las investigaciones efectuadas indican que un buen aporque de los campos combinado con el picado de los residuos es la mejor opción para establecer sistemas de producción de caña verde, sin perder la rentabilidad lograda hasta ahora con caña quemada. CENICAÑA ha desarrollado un accesorio efectivo para

el aporque y continúa el desarrollo de una máquina picadora de residuos con el objetivo inmediato de mejorar su rendimiento de campo de manera que sea eficiente para picar los residuos en las socas; actualmente, la eficiencia de campo de la máquina afianza su adopción en campos que se van a renovar.

Para establecer la cosecha en verde los campos deben ser nivelados de tal manera que las pendientes transversales sean adecuadas para evacuar los excesos de humedad en tiempos razonables; las pendientes longitudinales deben ser lo más uniformes posible para facilitar el riego y el paso de las máquinas, cosechar varios tablones en serie y lograr longitudes de recorrido superiores a 150 metros. Los surcos con residuos enteros deberán recibir un suplemento de nitrógeno para compensar el amarillamiento causado por éstos. El picado de los residuos facilitará el riego por surco alterno y el agua será transportada a los surcos por medio de mangueras flexibles de 30 a 45 cm de diámetro. Las acequias de riego y drenaje profundas desaparecerán para facilitar el paso de los tractores y los equipos de cosecha.

Las variedades de caña sembradas deben ser de alta productividad, con altos contenidos de sacarosa, baja producción de residuos, fácil deshoje, cogollos cortos, macollamiento temprano, tallos gruesos, erectos, de altura uniforme y tolerantes a la presencia de residuos.

A continuación se presentan los hechos sobresalientes de este macroproyecto ocurridos durante el año 2000. Las investigaciones relacionadas se adelantan con el apoyo financiero de COLCIENCIAS.

Diseño de los campos

La cosecha en verde conlleva reducciones en las eficiencias de las operaciones de campo, por lo cual es necesario desarrollar criterios de diseño que contribuyan a obtener la mayor rentabilidad de las labores y de la cosecha manual o mecanizada. Estos criterios de diseño cubren aspectos de longitud, pendiente, geometría y conformación de los surcos, especificaciones sobre la infraestructura de riego y drenaje y ancho de los callejones.

La evaluación experimental de las normas de diseño se ha dificultado en los últimos años por la ocurrencia de lluvias frecuentes que han impedido cumplir con los programas de adecuación y renovación, de manera que fue necesario optar por un seguimiento de la cosecha y del riego en campos comerciales. En el Ingenio Manuelita, al usar surcos largos para la cosecha se encontró que los tiempos perdidos por las máquinas cosechadoras de un surco en giros y paso de callejones disminuyeron de 22 a 15%; así mismo, la eficiencia de campo de la cosechadora se incrementó de 34 a 48%. El tiempo en espera de vagones se mantuvo en valores cercanos a 14%, considerado alto, lo cual indica que se podría ganar en eficiencia al tener un mayor número de vagones disponibles.

En cuanto al riego, al pasar de surcos de 120 m a surcos largos de 180 m con pendientes irregulares, el consumo de agua se incrementó de 1400 a 2000 m³/ha, volumen muy superior al requerido por riego (600 m³/ha). La mano de obra para el riego también se incrementó de 1.2 a 1.9 jornales/ha y la eficiencia de aplicación fue de 30%. Por tanto, para mejorar el desempeño del riego y de la cosecha es necesario realizar una nivelación de mantenimiento a precisión.

En conclusión, para mejorar el desempeño del riego y la cosecha es necesario nivelar a precisión, trazar surcos colineales entre tablones con una longitud para riego de 150 a 200 m, espaciados a 1.75 m y aporcados a 15 cm de altura; construir callejones de 5 m de ancho; reemplazar las acequias regadoras por politubulares o tubería rígida con ventanas y construir las acequias de drenaje en forma de batea de 20 cm de profundidad, con descarga libre a los colectores. Se continuarán las evaluaciones del desempeño del riego y el drenaje, las labores de cultivo y los sistemas de cosecha en lotes comerciales que han sido adecuados siguiendo los nuevos criterios de diseño.

Drenaje

Los excesos de humedad que ocurren en los tres primeros meses de desarrollo del cultivo o durante el período de la cosecha frecuentemente resultan en disminuciones en las producciones de caña. Para abatir el nivel freático tradicionalmente se han instalado sistemas de drenaje a un nivel que en ocasiones no han sido efectivos para evacuar los excesos de humedad en suelos de baja permeabilidad. El sistema de drenaje con tuberías colocadas a dos profundidades de manera alterna se está complementando con la construcción de drenes topo, aporque alto y roturación profunda con el fin de mejorar las condiciones para la cosecha y el desarrollo del cultivo en las zonas húmedas.

En el Ingenio La Cabaña, donde la precipitación media anual es de 1500 mm y el suelo es arcilloso (Inceptisols húmedo) con conductividad hidráulica baja, durante el 70% del período de evaluación las precipitaciones mensuales fueron mayores que 100 mm. La posición del nivel freático en el lote con drenaje a dos niveles fue similar a la del lote con drenaje convencional a un nivel (Figura 18) y la profundidad media de 1.0 m durante los meses más lluviosos no afectó el desarrollo del cultivo. En el campo con drenaje a dos niveles las líneas más superficiales siempre descargaron libremente en el colector abierto, aunque el tirante en el colector fuera alto, lo cual constituye una ventaja hidráulica con respecto al sistema de drenaje convencional.

La producción de caña de la variedad CC 84-75 después de la instalación del drenaje a dos profundidades se incrementó en 38 t/ha. Así mismo, la producción de la variedad V 71-51 aumentó en 11 t/ha. El uso de los drenes a dos niveles sigue mostrando ventajas hidráulicas y económicas, lo cual será verificado en nuevos ensayos que incluyan las recomendaciones del presente estudio.

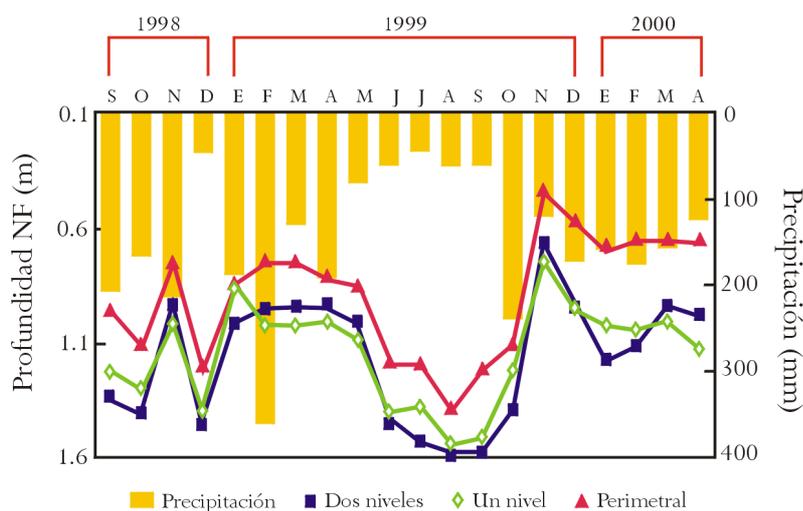


Figura 18. Fluctuaciones del nivel freático (NF) entre 1998 y 2000, Ingenio La Cabaña.

Cosecha

El corte manual verde limpio (CMVL) consiste en cortar el tallo por la base, descogollar, remover las hojas y apilar la caña realizando una limpieza completa de la zona contigua a los tallos para evitar la incorporación de residuos al momento del alce mecanizado. CENICAÑA ha promovido la adopción de este sistema, luego de identificar sus ventajas en ensayos experimentales y en las fincas piloto.

Los ingenios La Cabaña, Mayagüez y Risaralda están adoptando el sistema, con incrementos en el rendimiento comercial de azúcar hasta de 0.6 puntos porcentuales en comparación con la caña quemada (Cuadro 9). Con el CMVL los niveles de materia extraña en la caña moladora son significativamente menores que los registrados con caña quemada o proveniente del corte verde convencional; con la caña limpia se reducen los costos de fabricación e incrementan los rendimientos de azúcar comercial, compensando los sobrecostos derivados del menor rendimiento en el corte.

Actualmente existen variedades con características que facilitan el corte verde limpio y aumentan la eficiencia del cortero. En el Ingenio Mayagüez, en un Mollisols del conjunto Manuelita (Grupo de manejo no.2), con la variedad CC 87-434 se consiguió alta eficiencia en el corte a pesar del alto volcamiento y se obtuvieron niveles adecuados de productividad y rentabilidad. En el mismo ingenio, con la variedad CC 89-2000 se obtuvo un rendimiento comercial de 13.6% con 121 toneladas de caña por hectárea y eficiencia de 3.7 toneladas de caña por jornal; los resultados se lograron en un Inceptisols del conjunto Ricaute (Grupo de manejo no.6) y en un Mollisols, Palmira (Grupo de manejo no.1).

Cuadro 9. Comparativo de dos sistemas de cosecha con datos reportados por tres ingenios.

Sistema de cosecha de caña	Toneladas (%)	Rdto. (%)	Materia extraña (horas)	Tiempo de permanencia
Ingenio Mayagüez				
Manual verde limpio	188,351	12.9	2.25	36
Manual quemada	763,378	12.3	3.27	46
Ingenio Risaralda				
Manual verde limpio	42,842	11.98	4.37	30
Manual quemada	1,108,019	11.09	4.84	37
Ingenio La Cabaña				
Manual verde limpio	197,244	11.24	1.55	37
Manual quemada	946,060	10.49	3.66	37

Manejo de los residuos

La industria azucarera se ha comprometido con el Convenio de Producción Limpia para eliminar las quemas de la caña a partir del 1° de enero de 2005. Después de la cosecha en verde de las actuales variedades comerciales, las cantidades de residuos dejadas en el campo varían entre 50 y 100 t/ha, lo cual exige el desarrollo de la tecnología necesaria para el manejo de los campos con altas producciones de biomasa.

Cuando ocurren lluvias después de la cosecha en verde se observan excesos de humedad en la superficie del suelo que causan pudriciones de las cepas y afectan la germinación. La práctica de la cosecha continua durante todo el año puede acentuar los daños causados por los excesos de humedad asociados con los residuos de la cosecha en verde. Durante la última década se han realizado experimentos sobre manejo de residuos con variedades de alta producción de biomasa en suelos de los órdenes Vertisols, Inceptisols y Mollisols. Luego de la cosecha en verde de la plantilla se han establecido diferentes opciones de manejo de los residuos en campos comerciales.

Las producciones de caña de las primeras y segundas socas fueron similares en todos los tratamientos de manejo de residuos incluyendo el manejo tradicional de caña quemada. Las producciones de caña de las terceras socas de los tratamientos de encalle 0x0, 0x1 y 1x1, donde no había posibilidad de realizar prácticas de cultivo, fueron 40% menores que las obtenidas con los tratamientos de encalle 2x1 ó con residuos picados complementados con un aporque alto de los campos. En las condiciones del valle del río Cauca es necesario manejar los residuos de tal manera que se puedan adelantar las prácticas de cultivo en un alto porcentaje del área cultivada o de lo contrario se puede afectar negativamente la producción de caña. Se proyecta establecer nuevos sitios experimentales para el manejo de los residuos de la cosecha verde en las zonas húmedas de los ingenios Incauca y La Cabaña.



Máquina picadora antes de instalar la nueva mesa alimentadora con capacidad para recoger en un solo pase los residuos provenientes de seis surcos de caña.

Picadora de residuos

El picado de los residuos y su incorporación al suelo constituyen la mejor opción para el manejo de los residuos de la cosecha en verde en el valle del río Cauca. El proceso mecánico para recoger del suelo y picar los residuos de la caña parece en primera instancia algo sencillo; sin embargo, las altas cantidades de biomasa dejadas sobre el campo y el mismo aporte de los surcos dificultan la recolección, para el picado se requieren máquinas de alta potencia.

CENICAÑA diseñó y construyó un prototipo de una mesa de alimentación de seis metros de ancho que estaría en capacidad de recoger en un solo pase la ‘chorra’ de residuos provenientes de la cosecha manual en verde de seis surcos de caña en campos aporcados. Pruebas preliminares de picado con la nueva mesa la muestran promisorias: el flujo de los residuos hacia el interior de la máquina es más uniforme y se evitan los atascamientos debidos a la formación de tacos.



Hongo basidiomiceto sobre residuos de caña

Hongos para la descomposición de los residuos

Una alternativa para el manejo de los residuos de cosecha es su descomposición con hongos y microorganismos. Se evaluaron hongos basidiomicetos, caracterizados por utilizar celulosa y lignina como fuentes de carbono y energía, inicialmente en laboratorio y en invernadero y después se llevaron al campo.

La acción de los hongos se determinó

mediante la observación del crecimiento sobre los residuos y los cambios químicos que produjeron en los mismos después de cuatro semanas de inoculación: la multiplicación fue más rápida cuando se usaron residuos picados y sin esterilizar, y su acción estuvo condicionada por la presencia de lluvias; se sugiere regar por aspersión para asegurar buena descomposición de los residuos en los períodos secos. En bolsas plásticas se sembraron los hongos comestibles *Pleurotus ostreatus*, *P. djamor* (sombrija) y *Volvariella esculenta*, los cuales crecieron satisfactoriamente.

La velocidad de descomposición inducida por estos hongos es aún muy lenta y su potencial está más en la producción de proteína usando los residuos de caña como sustrato que en aplicarlos con fines de descomposición. Se planea continuar las evaluaciones, esta vez con algunos microorganismos.

Dinámica de las plagas

En el año 2000 finalizó el seguimiento de las poblaciones de insectos en lotes cosechados en verde y después de la quema en la hacienda Meléndez de Incauca, actividad realizada durante tres cortes consecutivos. En ambos casos las poblaciones de insectos chupadores fueron bajas y disminuyeron a lo largo de los cortes. Aun en estas condiciones se vio una población del saltahojas hawaiano *Perkinsiella saccharicida* ligeramente superior en los lotes cosechados con quema (Figura 19), tal como se había detectado anteriormente. Para el caso de los barrenadores *Diatraea indigenella* y *Blastobasis graminea* (*Valentia*) no se ha visto hasta el momento ningún efecto del tipo de cosecha sobre su incidencia de ataque.

Evaluaciones de la dinámica de las poblaciones de insectos realizadas anteriormente indicaron que los picudos *Metamasius hemipterus* y *Rhynchophorus palmarum* se incrementaron con la cosecha en verde. En campos comerciales se comprobó este hecho por medio de la captura en trampas de los adultos, específicamente en la finca piloto en el CIAT y en la zona sur del Ingenio Providencia. En este último sector, a lo largo de este año la captura de adultos de *M. hemipterus* fue superior a 1,500,000 individuos. También se capturaron hormigas pertenecientes a los géneros *Pheidole* y *Solenopsis*; no se encontró hormiga loca (*Paratrechina fulva*).

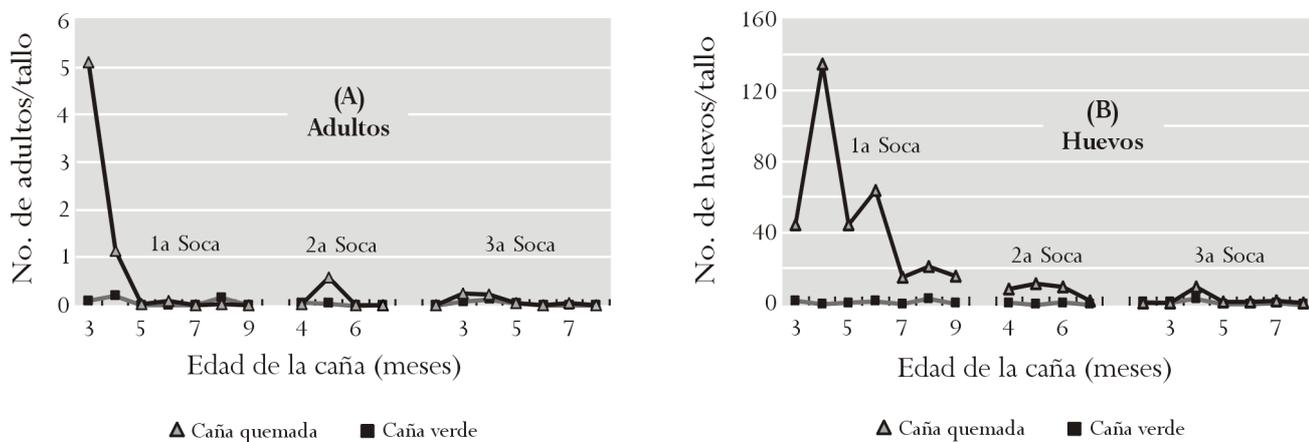


Figura 19. Población de adultos (A) y de huevos (B) del saltahojas *Perkinsiella saccharicida* en lotes de caña cosechados en verde y con quema. Var. CC 85-92, por tres cortes consecutivos. Hacienda Meléndez, Incauca S.A. Enero de 1998 a julio de 2000.

Labranza reducida

El éxito de la renovación de plantaciones con el sistema de labranza reducida (LBR) está determinado, en gran medida, por la erradicación eficiente del cultivo anterior. En 1999 CENICAÑA realizó un convenio con Monsanto Colombiana, mediante el cual se efectúan investigaciones para mejorar esta fase del sistema.

Los resultados muestran que el glifosato (Roundup) aplicado en dosis de 6 l/ha es efectivo para erradicar plantaciones de caña. El volumen de la mezcla para aplicaciones manuales es de 80 a 110 l/ha y se usan boquillas 120-02 ó TK 1.5 con presión constante de 230 pascales. La aplicación se debe hacer entre los días 30 y 35 después del corte, cuando el rebrote tenga 0.40 m de altura, dirigiendo la aspersión hacia el ápice de las hojas superiores para garantizar la mejor cobertura del follaje.

Debido a que las cepas de la caña de azúcar no constituyen unidades fisiológicas, la traslación del glifosato entre tallos es mínima e insuficiente para causar la muerte de los tallos de una misma cepa que no han recibido la aspersión. La aplicación del glifosato se debe realizar cuando todos los tallos primarios han emergido.

La ocurrencia de lluvias pasajeras (25 mm) o de alta intensidad (100 mm/h) entre las cero y ocho horas siguientes a la aplicación reduce la efectividad del herbicida, por lo cual se recomienda hacer aplicaciones localizadas y controlar posibles escapes.

Las investigaciones continuarán para identificar el manejo de otros factores que pueden limitar la efectividad de las aplicaciones de gramínicidas, como la textura y humedad del suelo, la calidad del agua y la variedad de caña. También se estudiará la posibilidad de complementar la erradicación química con la mecánica.

Impacto de las tarifas de energía en la agroindustria azucarera

Por resolución de la Comisión Reguladora de Energía y Gas –CREG– las tarifas del servicio de energía eléctrica se incrementarán en 100% a partir de enero de 2001 en todo el territorio colombiano. Se eliminará la tarifa binomia doble, la más utilizada por ingenios y cañicultores en la operación de pozos profundos y equipos de bombeo para riego y drenaje.

Durante el año 2000 los integrantes del Grupo de Manejo de Aguas, conformado por técnicos e investigadores de la industria azucarera, desarrollaron un análisis económico de las opciones tarifarias y recomendaron a la agroindustria adoptar las tarifas monomía doble y monomía horaria con medición en el nivel de tensión dos. Con estas tarifas la medición se hace en 13,200 voltios y el consumo se factura con precio diferencial según horarios. Aun así, el incremento de los costos de energía será de 75% en comparación con el año 2000.

Ante los hechos, en el Comité de Campo de ASOCAÑA se nombraron dos comisiones, una negociadora y otra técnica. La comisión negociadora adelanta gestiones con la CREG para buscar que se aplaque el desmonte de la tarifa binomía doble; la comisión técnica, conformada por CENICAÑA y el Grupo de Manejo de Aguas, realiza un estudio para establecer la respuesta del cultivo al agua y la rentabilidad del riego.

Control administrativo del riego, versión 1.0

CENICAÑA desarrolló en hoja electrónica de Microsoft® Excel v.5.0/95 una plantilla para el control administrativo del riego, herramienta útil para hacer el seguimiento diario de la labor. La metodología base fue definida por el centro de investigación con la cooperación del Ingenio Central Castilla y actualmente es utilizada por los ingenios Manuelita, Providencia y Pichichí donde han logrado disminuir los volúmenes de agua aplicados en 30% e incrementar el rendimiento de los regadores en 25% sin afectar la productividad.

Con pocos datos tomados en el campo durante la ejecución del riego, el sistema calcula automáticamente las variables de control o índices de gestión: área regada por día, sincronización del agua (diferencia entre la hora en que llega el regador al sitio y la hora en que arriba el agua), jornal imputado por hectárea, jornal neto por hectárea, eficiencia administrativa, volumen de agua aplicado, volumen de agua requerido, eficiencia de aplicación y profundidad de humedecimiento.

Los índices de gestión proporcionan información básica para tomar decisiones correctivas inmediatas y fundamentar inversiones en adecuación y preparación del terreno, construcción de obras hidráulicas y desarrollo de aguas en general, mejoramiento continuo que contribuye a disminuir los costos del riego y el uso del recurso agua. La plantilla se entrega sin costo a los cultivadores donantes a CENICAÑA.



Reducción Pérdidas de Sacarosa

La investigación relacionada con este macroproyecto se concentra en los siguientes temas, definidos por su aporte en la reducción de las pérdidas de sacarosa en el proceso agroindustrial: (a) consecuencias del tiempo de permanencia de la caña entre corte y molienda y determinación de la materia extraña y sus efectos en el proceso industrial; (b) análisis y mejoramiento de los sistemas de preparación y molienda para reducir la sacarosa en bagazo; (c) determinación de pureza esperada y metodologías de agotamiento para reducir las pérdidas en miel final.

El trabajo comenzó en 1994 con el desarrollo y adaptación de metodologías confiables que ayudaron a identificar los puntos del proceso donde ocurrían las mayores pérdidas, para luego determinar los rangos de éstas en las operaciones de corte-alce-transporte (CAT), preparación-molienda y clarificación-semillamiento-cristalización.

La evidencia de las cifras motivó en los ingenios la introducción de mejoras en la logística de CAT y la formulación de proyectos cooperativos con CENICAÑA para desarrollar procedimientos de muestreo y monitoreo permanente de los materiales y procesos industriales.



Las actividades en preparación y molienda se dedican al análisis físico-mecánico en diseño, operación y mantenimiento de los componentes buscando mejorar los índices de eficiencia, duración de partes, demanda energética y tiempos de reparación. En elaboración se orientan al desarrollo de metodologías y herramientas de optimización de procesos, así como al análisis de recomendaciones de inversión en equipos y modificaciones.

Los resultados son significativos y se reflejan en la tendencia sostenida de reducción de las pérdidas de sacarosa en la industria durante los tres últimos años.



Pérdidas de sacarosa entre cosecha y molienda

Con los trabajos adelantados hasta la fecha se han establecido métodos de muestreo, técnicas analíticas y rangos de pérdidas de sacarosa entre corte y molienda.

Se ha determinado que las mayores pérdidas de sacarosa después del corte suceden en la caña quemada y cortada

mecánicamente, con registros entre 5 y 16% a las 20 horas de apilamiento en los equipos de transporte. Lo anterior ha hecho que los ingenios den prioridad en la molienda a la caña cosechada con máquinas, lo que ocasionalmente causa mayores arrumes de caña entera proveniente del corte manual en los patios de las fábricas.

Durante el año 2000 se efectuó un seguimiento de las pérdidas de sacarosa en patios de fábrica, con la cooperación de los ingenios Mayagüez y Central Castilla. Para el estudio se seleccionaron las variedades MZC 74-275 y CC 85-92 cortadas manualmente con quema previa y en verde. Aunque estadísticamente sólo se encontraron diferencias significativas para los niveles de sacarosa y pureza de los jugos a las 24 horas de realizado el arrume, se detectaron pérdidas de sacarosa del orden de 0.30% por hora, valor que duplicó y triplicó los observados y reportados en pilas dejadas en los equipos de transporte y en el campo, respectivamente.

Los resultados muestran la necesidad de planear la cosecha de manera que se evite formar arrumes en los patios de la fábrica y que en el evento de apilar caña entera, quemada o verde, es preferible dejarla en el campo en pequeñas 'chorras' o pilas, procedimiento seguido en la mayoría de los países productores de caña.

Este proyecto es cofinanciado por COLCIENCIAS.

Determinación de la materia extraña y sus efectos en la recuperación de sacarosa

La calidad de la caña para molienda disminuye por efecto de la materia extraña incorporada durante la cosecha, con consecuencias poco cuantificadas sobre la recuperación de sacarosa.

CENICAÑA ha iniciado actividades para buscar alternativas sencillas y confiables que mejoren las prácticas actuales de determinación de materia extraña a escala comercial y está formulando un proyecto para cuantificar el impacto de ésta en el proceso agroindustrial.

A escala de laboratorio se comprobó que 1% de materia extraña vegetal causa un descenso de 0.14 unidades porcentuales de sacarosa, equivalentes a una reducción del 1% en relación con la sacarosa presente en caña limpia. En caña cosechada mecánicamente se observó una disminución superior a 1.1% por cada 1% de tierra o material mineral.

Para cuantificar la materia extraña en la caña para molienda algunos ingenios han adoptado un sistema de evaluación basado en muestreo con sonda mecánica (Core Sampler) mientras otros realizan limpieza manual de muestras de caña tomadas con una uña mecánica.

Una primera evaluación de estos procedimientos utilizando diez variedades de caña mostró diferencias significativas entre ellos para las determinaciones de material vegetal incorporado con la cosecha manual y mecanizada, pero no indicó diferencias en la evaluación total de materia mineral más vegetal en caña cosechada manualmente.

Pérdidas de sacarosa en bagazo

Este proyecto se inició en 1995 con el objetivo de disminuir progresivamente las pérdidas de sacarosa en el bagazo, incrementando la eficiencia en los procesos de preparación y extracción hasta alcanzar y superar los niveles logrados en otros países que tradicionalmente han sido muy eficientes en estas áreas.

Los procesos de preparación y molienda se abordan con un enfoque integral, analizando aspectos que en conjunto definen la eficiencia y confiabilidad de las estaciones correspondientes y su productividad. A continuación se presentan los avances más destacados logrados durante el año 2000.

Técnicas de ajuste para unidades de molienda

Se han difundido una serie de técnicas de ajuste de molinos que permiten definir un perfil de compactaciones adecuado a lo largo del tándem, de manera que se alcance una buena extracción con una demanda racional de potencia y evitando sobrecargar elementos mecánicos del molino o la transmisión.

Para facilitar el diseño de ajustes del tren de molinos se elaboró y entregó a once ingenios la aplicación Analista de Molinos (Microsoft® Excel 97) con la cual se realizan en forma ágil y confiable los cálculos requeridos para encontrar las principales aperturas de cada molino.

Prolongación de la vida útil de componentes mecánicos de molinos

Los ingenios colombianos muelen 313 días al año en promedio, sin la posibilidad de contar con largos períodos interzafra para inspecciones, recambios y acciones correctivas en general.

Se realizaron análisis preliminares dirigidos a encontrar tecnologías que contribuyan a prolongar la vida útil de los molinos, de manera que los componentes críticos sean más resistentes en condiciones de molienda continua, calidad de caña y entrada de materia extraña asociada con la cosecha mecanizada. Se trabajó en la prolongación de la vida útil de los viradores o cuchillas centrales, logrando igualar la duración de las mazas en los casos estudiados.

Experimentación con molinos de dos mazas

El paso de molinos convencionales de tres mazas principales a molinos de dos mazas podría reducir la demanda de energía y el mantenimiento, conservando niveles de extracción aceptables que den viabilidad técnica y económica a su empleo en trenes de molienda.

Este año se evaluaron simultáneamente un molino convencional de tres mazas y una desmenuzadora de dos mazas, provistos ambos de una maza alimentadora adicional, instalados como primera unidad de dos trenes que funcionan en paralelo en un ingenio de la región. La evaluación se realizó empleando los equipos y procedimientos del Laboratorio Móvil de CENICAÑA.

Los resultados señalaron que la unidad de dos mazas tiene una extracción ligeramente inferior (63.1%) que el molino de tres mazas (64.6%), a pesar de ser alimentada con caña mejor preparada (66 y 62 P.O.C.). Aun así la extracción resulta atractiva si se tiene en cuenta que el número de componentes mecánicos del molino es menor, lo cual reduce la carga de fricción y por tanto la demanda de potencia y mantenimiento. Se analizará en detalle la factibilidad técnica y económica de desarrollar esta opción.

Pérdidas de sacarosa en miel final

Durante este año culminó el proceso de establecimiento de la ecuación para predecir el máximo grado de agotamiento práctico de la miel final en las condiciones colombianas. Con esta herramienta los ingenios podrán evaluar la eficiencia con la cual están llevando a cabo la operación de agotamiento.

La ecuación se obtuvo a partir de concentrar compuestos de mieles finales con diferentes contenidos de materia seca y agotarlos con la metodología estandarizada para el agotamiento (Gil; et al, 2000). Estos compuestos, suministrados trimestralmente por once ingenios, se obtuvieron a partir de caña cosechada en condiciones imperantes en cada ingenio: alta y baja pluviosidad y condiciones normales.

La caracterización físico-química de los compuestos antes del agotamiento evidenció que en los períodos de alta pluviosidad la relación azúcares reductores/cenizas alcanza el valor más bajo, igual a 0.63.

Los resultados corroboraron la influencia de la relación impurezas/agua (I/A) en el agotamiento: a mayor relación I/A, menor pureza de la miel final. Sin embargo, en ingenios con igual valor de I/A se pueden presentar valores diferentes de pureza agotada en miel final y de consistencia, lo cual se explica por la variabilidad en la composición de la miel.

La ecuación de pureza esperada se estableció en términos de pureza real (sacarosa por doble polarización/materia seca) para dos condiciones de consistencia, 100 y

250 Pa.sⁿ, en razón de las diferencias en tecnologías de tachos y cristalizadores en la industria¹. Las correlaciones más altas se obtuvieron cuando las ecuaciones se expresaron en función de la relación azúcares reductores/cenizas. Los mejores ajustes corresponden a ecuaciones de tipo logarítmico:

Ecuación de pureza esperada con una consistencia de 100 Pa.sⁿ (determinada a 50°C)

$$P = 38.5 - 7.7 \ln (A.R./Cen.); R^2 = 0.59$$

Ecuación de pureza esperada con una consistencia de 250 Pa.sⁿ (determinada a 50°C)

$$P = 35.8 - 6.3 \ln (A.R./Cen.); R^2 = 0.32$$

Donde:

P = pureza real

A.R. = azúcares reductores, método Lane and Eyon.

Cen = cenizas sulfatadas

El uso de la ecuación en los ingenios hará posible establecer la diferencia entre la pureza predicha por la ecuación y la obtenida en el ingenio; de esta manera se conocerá el potencial de mejora. Las proyecciones son validar la ecuación a partir de nuevos compuestos de mieles finales.

Consideraciones económicas del seguimiento de la sacarosa en el proceso agroindustrial

El seguimiento de la sacarosa durante todo el proceso agroindustrial es fundamental para entender en cuál parte (cultivo, cosecha, fábrica) las mejoras tecnológicas y administrativas tienen mayor impacto sobre las utilidades de un ingenio. En primera instancia, el Programa de Análisis Económico y Estadístico de CENICAÑA cuantificó las pérdidas de sacarosa en un ingenio piloto, desde la cosecha de la caña hasta la molienda y elaboración del azúcar (Cuadro 10).

Cuadro 10. Pérdidas de sacarosa absolutas y porcentuales en un ingenio piloto, entre 1996 y 2000.

Año	Campo - Báscula		Báscula - Fábrica		Fábrica - Bodega	
	Absoluta	%	Absoluta	%	Absoluta	%
1996	1.66	10.1	0.79	5.3	1.89	13.6
1997	1.72	10.5	0.97	6.6	1.82	13.3
1998	1.69	10.4	1.18	8.2	1.68	12.6
1999	1.55	9.9	0.75	5.3	1.79	13.4
2000	1.47	9.5	0.68	4.9	1.70	12.8

1. En fluidos que no cumplen la ley de Newton, como es el caso de la miel final, la resistencia a fluir se denomina consistencia y no viscosidad. El valor de n que acompaña sus unidades indica el tipo de fluido no newtoniano.

Se considera que partiendo del efecto estimado de los factores que determinan los niveles de cada una de las pérdidas es factible deducir dónde pueden ser más efectivas las mejoras sobre el valor agregado total del ingenio; al estimar los montos por invertir para realizar dichas modificaciones es posible identificar oportunidades de inversión que apunten a una mayor recuperación de sacarosa.

Este seguimiento mostró que la sacarosa % caña al momento de la cosecha presenta un marcado comportamiento estacional (Figura 20). Se puede apreciar que existe un cierto determinismo entre la sacarosa que contiene la caña en el campo y el azúcar que finalmente es extraído. Este hecho resalta la importancia de conseguir alta sacarosa en los campos y sugiere que el desempeño de un proceso de la cadena productiva del azúcar depende estrictamente del proceso anterior.

La figura también muestra una tendencia decreciente de la sacarosa en el campo en este ingenio y una fuerte dependencia entre las sacarosas a lo largo del proceso productivo. Esta información sobre el comportamiento cíclico y estacional de la sacarosa ofrece una magnífica oportunidad para programar mejor la operación de molienda y las labores de campo. Un ingenio en particular logrará una mayor producción de azúcar, vía mayor recuperación de sacarosa, si muele procíclicamente, es decir si aprovecha el comportamiento estacional de la sacarosa en el campo.

Los resultados muestran la conveniencia de efectuar seguimientos semejantes en otros ingenios para corroborar las interpretaciones alcanzadas en esta primera aproximación.

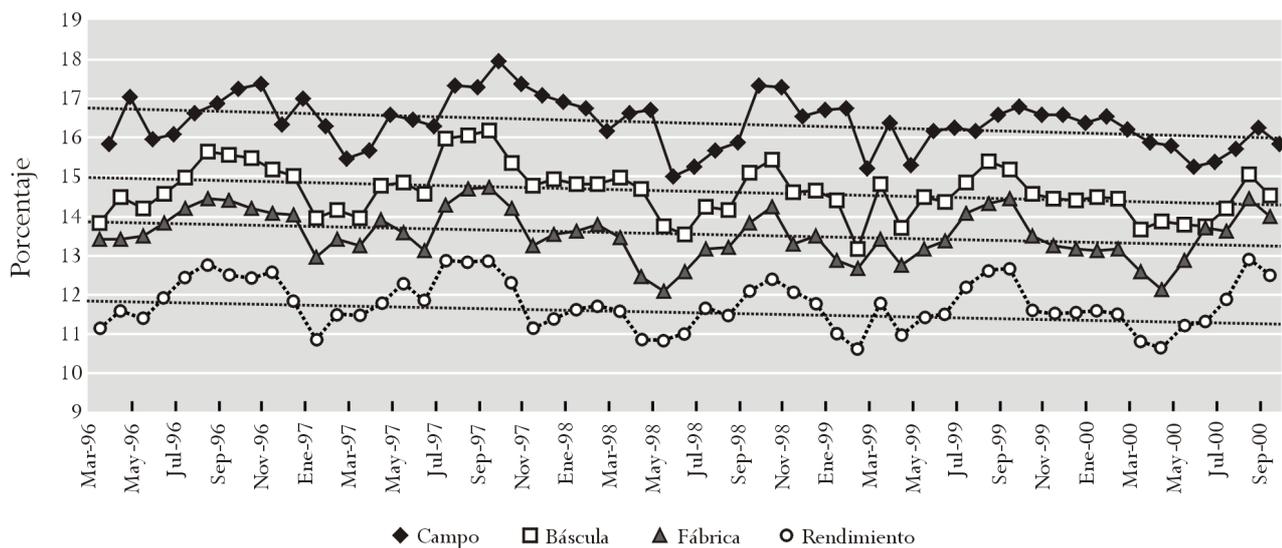


Figura 20. Sacarosa mensual desde la mata hasta la bodega en un ingenio piloto.

Estandarización de los sistemas de medición en las fábricas



Nuevas técnicas: aplicaciones de la espectroscopia NIR

De acuerdo con las necesidades de la industria azucarera colombiana CENICAÑA ha venido adaptando la espectroscopia de infrarrojo cercano (NIR) para determinaciones de elementos mayores en tejido foliar, sacarosa aparente y real y sólidos solubles (brix) en jugos de caña y otros materiales del proceso fabril.

Las calibraciones y validaciones para determinar sacarosa, brix y humedad en caña desfibrada concluyeron en el año 2000, utilizando el análisis directo (AD) vía húmeda como método primario. Los mejores coeficientes de correlación para el análisis de los tres constituyentes se obtuvieron con el modelo matemático PLSR (Partial Linear Square Regression): $R = 0.92-0.96$ durante la etapa de calibración y $R = 0.86-0.91$ durante la etapa de validación.

Los resultados y el método establecido se han constituido en una buena base para los análisis habituales de la caña desfibrada en la industria azucarera local.

Gestión ambiental

CENICAÑA comenzó en 1999 los estudios en el área de medio ambiente con proyectos enmarcados en los temas definidos como prioritarios dentro del plan de acción ambiental del sector azucarero.

Caracterización ambiental de los procesos de fábrica

Los propósitos de este proyecto son identificar y caracterizar los procesos industriales desde el punto de vista ambiental y establecer metodologías de evaluación de la contaminación en una fábrica de azúcar.

Durante el último año se estudiaron y validaron las metodologías de muestreo para el análisis de efluentes líquidos (períodos y frecuencias, cantidades y composición de las muestras) y las metodologías de medición de caudales de acuerdo con el tipo de flujo y la forma de conducción (laminar o turbulento; canal abierto o tubería).

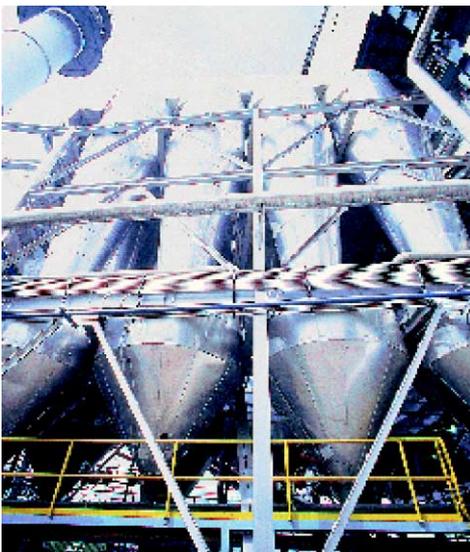
Se definieron como indicadores ambientales la demanda bioquímica de oxígeno (DBO), los sólidos suspendidos totales (SST), la temperatura y el pH.

La sacarosa y sus productos de inversión fueron los componentes predominantes en la carga orgánica contaminante; por tanto, el valor de kilogramos de sacarosa por día en los efluentes se definió como indicador ambiental e indicador indirecto del funcionamiento del proceso evaluado. Debido a que los kg/día de sacarosa en efluentes son una fracción de las pérdidas indeterminadas, el establecimiento de rangos de variación de este valor ayuda a identificar problemas de fugas o dilución de sacarosa que al ser detectados y controlados pueden contribuir a reducir las pérdidas en fábrica.

La aplicación de las metodologías desarrolladas y el establecimiento de los rangos de los indicadores por parte de cada ingenio serán herramientas de decisión para la identificación de problemas, el seguimiento y posterior mejoramiento de los procesos. Los resultados se traducirán en menores cargas contaminantes y mejor control y reducción de las pérdidas de sacarosa en los efluentes, lo cual se reflejará en menores pagos por tasas retributivas (Decreto 901 y Resolución 0273 del 1º de abril de 1997).

Estimación de la dispersión de emisiones de fuentes fijas (chimeneas)

La industria azucarera utiliza el bagazo como principal combustible para la generación de vapor y es frecuente que las emisiones de las chimeneas tengan mayor proporción de material particulado que de gases. Con el objetivo de reducir al mínimo posible las emisiones de partículas a la atmósfera y mejorar la calidad del aire en las zonas circundantes de acuerdo con la legislación vigente, la industria colombiana ha introducido modificaciones en los procesos de combustión y ha adoptado sistemas de control de emisiones.



Durante el año 2000 CENICAÑA desarrolló un proyecto piloto utilizando el modelo de dispersión SCREEN 3 (EPA, 1995); este modelo fue propuesto por la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca –CVC– al sector industrial para estimar la dispersión de las emisiones atmosféricas de fuentes fijas. La herramienta se utilizó con el objetivo de predecir el alcance y comportamiento de las emisiones atmosféricas de chimeneas y posteriormente estimar el impacto de éstas en la calidad del aire. Los resultados conducen a proponer esta metodología como modelo para la industria.

Para el proyecto piloto se colectó información histórica (1991 a 1999) del Ingenio Providencia correspondiente a los resultados de muestreos isocinéticos² de las emisiones individuales de tres chimeneas. En 1997 el Ingenio adoptó tecnologías en calderas para mejorar la combustión y reducir las emisiones, razón por la cual ese año se consideró como de transición y el modelo SCREEN 3 se aplicó para analizar la dispersión de las emisiones en los años 1996 y 1998-1999. Se estimaron las áreas con las máximas concentraciones de material particulado y se analizó el efecto de las condiciones meteorológicas de la zona en la dispersión de dicho material.

La introducción de tecnologías en los sistemas de combustión, calderas y control condujo a reducir el impacto de las emisiones atmosféricas en la calidad del aire circundante (Figura 21). En el año 2001 se medirán las concentraciones del material particulado en las zonas aledañas al Ingenio y posteriormente se evaluará la dispersión de un conjunto de emisiones de fuentes fijas vecinas y sus áreas de influencia.

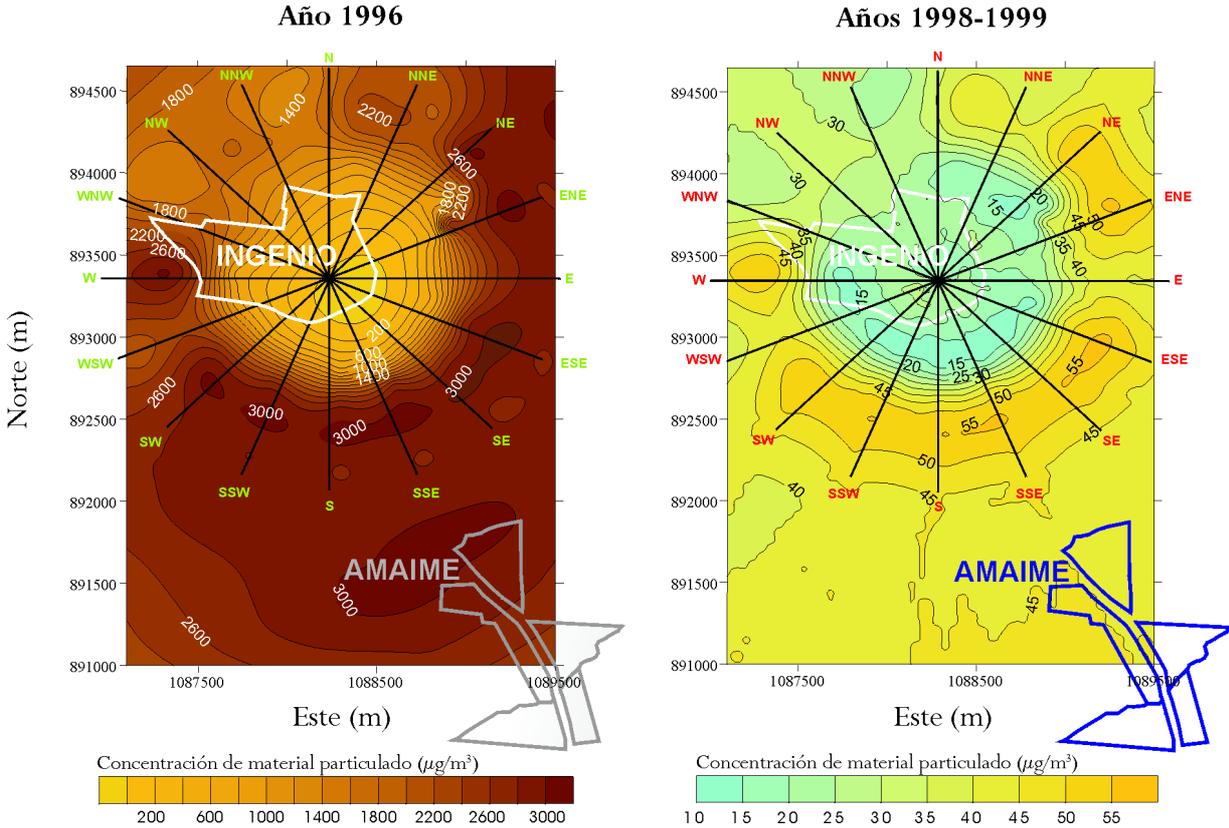


Figura 21. Efecto de la introducción de tecnologías en calderas, combustión y control de emisiones (1997) sobre la concentración de material particulado emitido a la atmósfera (dispersión de las emisiones). Ingenio Providencia S.A.

2. Un muestreo isocinético consiste en tomar las muestras de las emisiones en las mismas condiciones de velocidad del flujo de gases de la chimenea.

Gestión energética

La generación y el uso eficiente de la energía son aspectos determinantes de la eficiencia en una fábrica de azúcar. Estos temas tienen cada día más importancia debido al incremento sustancial de los costos, la necesidad de reducir emisiones y la búsqueda de ganancias adicionales por la venta de productos y derivados como bagazo, alcohol y energía eléctrica. CENICAÑA comenzó trabajos de gestión energética en 1994 y con el apoyo de los ingenios y COLCIENCIAS conformó un equipo de trabajo para la realización de auditorías energéticas.

Durante los años 1997 y 1998 se desarrolló un estudio de prefactibilidad sobre el uso de los residuos de caña cosechada en verde en procesos generadores de energía eléctrica, el cual fue cofinanciado por el Global Environmental Facility –GEF. En forma complementaria se efectuó un seguimiento de los cambios físico-químicos y bacteriológicos en arrumes de residuos de cosecha y bagazo y se

estimaron los cambios en volumen, peso y capacidad calorífica. Los resultados indicaron que el deterioro es mínimo incluso en arrumes a la intemperie y que al reducir la humedad es mayor la capacidad calorífica.

Por solicitud de algunos ingenios en el año 2000 CENICAÑA realizó estudios de eficiencia y consumo específico de accionamientos mecánicos, diseño y eficiencia de condensadores barométricos y pérdidas de presión en redes de vapor vivo. Los estudios continuarán en otros ingenios interesados y se definirán y evaluarán índices de eficiencia energética para un mejor seguimiento de los procesos, el análisis de alternativas tecnológicas y la comparación con industrias azucareras de otros países.

En el último año CENICAÑA participó en los grupos de trabajo en los temas de Producción, Medio Ambiente y Finanzas conformados por ASOCAÑA para el análisis de prefactibilidad de la producción de alcohol carburante, el cual se encuentra bastante avanzado. Igualmente se definieron los términos de referencia para el proyecto ‘Industrial Co-generation in the Colombian Sugar Sector Introducing and Applying an ESCO Approach’ cofinanciado por el GEF y liderado por ASOCAÑA.



Calentador de carcasa y tubos



Calentador de placas

El calentamiento del jugo es importante para lograr una buena clarificación y optimizar el funcionamiento del tren de evaporación.

Modelos de Decisión

El efecto de la globalización de la economía implica relaciones de competencia en las cuales la supervivencia y el desarrollo de las empresas dependen de la capacidad que ellas tengan para generar cambios en las condiciones y requerimientos de su estructura productiva y en saber si su comportamiento es cada vez mejor o no. Las empresas pueden mejorar su desempeño midiendo los indicadores apropiados y analizando sus resultados, especialmente en una agroindustria sometida a la aleatoriedad de los resultados debido a los suelos, el clima y el manejo. Por ello es imperioso desarrollar mecanismos que transformen la experiencia en conocimiento y el conocimiento en experiencia, para lograr ventajas respecto a la competencia.

En esta situación es vital la capacidad para obtener información, consiguiendo los datos, organizándolos, almacenándolos, procesándolos, analizándolos y compartiendo los resultados entre los miembros de la organización de forma que tengan los conocimientos necesarios para tomar decisiones y realizar su labor más eficazmente.

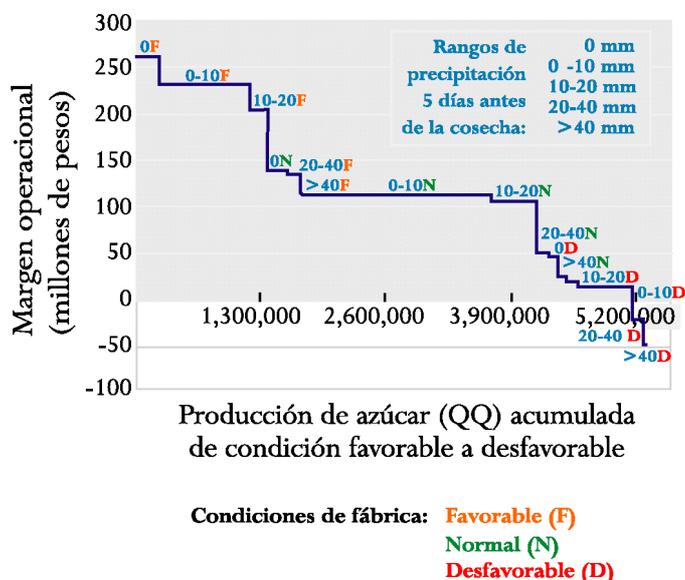
La agroindustria azucarera colombiana (AAC) necesita fortalecer y formar equipos de analistas que lideren un proceso sistemático de gestión del conocimiento para obtener información y comprensión sobre las propias experiencias de tal forma que pueda aplicarlas en la planeación de estrategias, toma de decisiones y solución de problemas.

El asunto no es sólo producir y aplicar tecnología; es tener una visión integral de un negocio que es complejo por naturaleza. Los resultados en los módulos de campo, cosecha, fabricación y comercialización dependen de las políticas administrativas y de las metas definidas en cada área y en el conjunto agroindustrial. La administración influye el desempeño de todos y cada uno de los módulos de formas que son difíciles de prever. La estrategia de contar con mecanismos analíticos para describir *ex post* los resultados de la gestión administrativa de una manera más fina y detallada ofrecerá la posibilidad de aprender más sobre el negocio para tomar mejores decisiones en el futuro.

Cuánto azúcar producir eficientemente en un año

Un ejemplo de la utilidad de la gestión del conocimiento es el desarrollo de una metodología para estimar la cantidad de azúcar por producir en un año en función

de los costos económicos directos, los cuales dependen de la tecnología y de las condiciones en que se produce. En la AAC se ha visto como una enorme ventaja cosechar y moler el mayor número de días al año; y puede serlo pero dentro de ciertos límites, como lo muestra el hecho de que el margen operacional diario es diferente para cada condición de molienda y que eventualmente hay condiciones en las que se consiguen márgenes operativos negativos. En este caso la condición de molienda está definida por la calidad de la caña, dependiendo de las lluvias, y por la operación de la fábrica medida en desviaciones con respecto a la media de las horas y la tasa de molienda.



Al acumular el margen operacional día a día para un año de molienda se estima el número de días de molienda que hubiera maximizado el margen operacional total. En el caso de estudio (un ingenio, un año específico) con información mensual y diaria sobre el comportamiento de la fábrica se observó que si el ingenio hubiera molido 297 días en lugar de 312, habría maximizado el margen operacional. Los quince días adicionales que molió en condiciones adversas le significaron renunciar a 415 millones de pesos en margen operacional. El ingenio hubiera ganado más dinero produciendo 27% menos quintales de azúcar en 297 días de molienda que los producidos en 312 días (Figuras 22 y 23). La curva de margen operacional diario acumulado es específica de cada año y de cada ingenio en particular, puesto que las condiciones de operación cambian de año en año, especialmente debido al clima y al mantenimiento de los equipos.

Es claro que para estimar cuánto azúcar producir eficientemente en un año futuro (análisis *ex ante*) se requiere aplicar el conocimiento disponible y tener un sistema de pronóstico climático confiable que dé luces sobre las condiciones de molienda por venir. Igualmente hay que entender los aspectos relacionados con los estados operativos de la fábrica y con las estrategias de mantenimiento de los equipos industriales.

Figura 22. Margen operacional diario acumulado (de condición de cosecha y molienda favorable a condición desfavorable) durante un año de molienda.

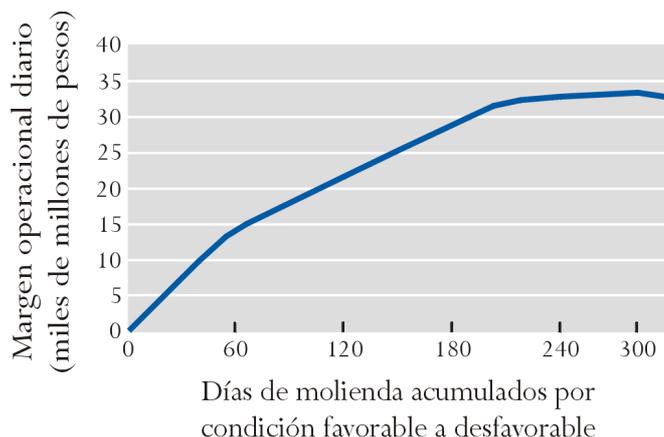


Figura 23. Margen operacional diario acumulado durante un año de molienda.

Este tipo de análisis, que propone una revisión diaria de los costos y los ingresos, puede ser fundamental para garantizar no sólo aumentos en la competitividad sino la supervivencia futura como exportadores. Algunos expertos (Viton, 1999) consideran que para la década que estamos viviendo hay que estar en capacidad de producir por debajo de 15 centavos de dólar la libra. En el caso colombiano la situación supera este valor de referencia. El reto entonces es bajar tales costos.

Análisis financiero de la cosecha de caña verde

Evaluar las consecuencias monetarias de cambiar del sistema de cosecha de caña quemada a la cosecha de caña verde es un tema prioritario para la agroindustria.

Se desarrolló un modelo en hojas electrónicas dinámicas de Microsoft® Excel v.7.0 y en el análisis para un ingenio se identificó que el cambio afecta no sólo las finanzas del corte, el alce y el transporte sino las de todo el proceso de producción de caña y azúcar. La magnitud y dirección de estos efectos son específicas por sitio de producción, dado el alto grado de heterogeneidad para producir caña y azúcar que existe en la AAC; por lo tanto no es prudente generalizar el análisis ni los resultados obtenidos en condiciones particulares.

El modelo se corrió con los datos de una suerte adecuada para la cosecha mecanizada, típica de un ingenio. En época seca, las cañas quemadas cosechadas manual o mecánicamente dejaron un saldo neto de caja en efectivo³ por hectárea mayor que las cañas sin quemar. En época húmeda las cañas cosechadas sin quemar con corte manual y alta exigencia de limpieza (verde limpio) aportaron el mayor saldo neto en efectivo (Figura 24).

El análisis se hizo con un horizonte de cinco cortes involucrando inversiones, reemplazo de activos, manejo en campo de los residuos de cosecha y la compactación de los suelos. El sistema de caña quemada con corte manual resultó superior en términos financieros para los productores de azúcar, de manera que cambiar a caña verde afectará negativamente sus finanzas. Para reducir la pérdida potencial de valor de las empresas al pasar a la cosecha en verde es necesario buscar alternativas tecnológicas apropiadas para su manejo.

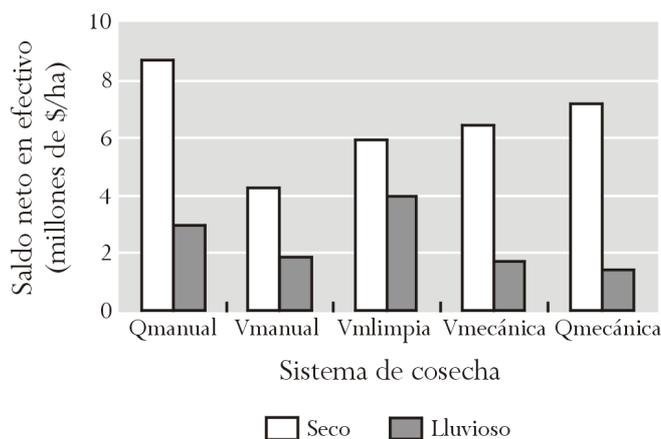


Figura 24. Saldo neto en efectivo por hectárea para tres sistemas de cosecha en condiciones de tiempo seco y tiempo lluvioso.

3. El saldo neto de caja en efectivo mide la capacidad de los sistemas de agregar valor al patrimonio de la empresa. Al efecto, el saldo neto operacional se ajusta por los pagos financieros, gastos de reposición de activos, reparto de dividendos y por los requerimientos mínimos de caja para operar (capital de trabajo).

Conceptualización sobre la producción de caña y sacarosa

En el valle del río Cauca el cultivo de la caña de azúcar está expuesto a condiciones agroecológicas que por naturaleza tienen gran variabilidad espacial y temporal. Aunque estas variaciones son incontrolables y son un fenómeno normal en agroecosistemas, el entendimiento de ellas y sus efectos en la producción son limitados. Existe la necesidad de desarrollar un entendimiento sistemático de estas variaciones con el fin de aumentar el conocimiento y conducir al diseño de sistemas administrativos del cultivo más eficientes y productivos, que incorporen dicha variación.

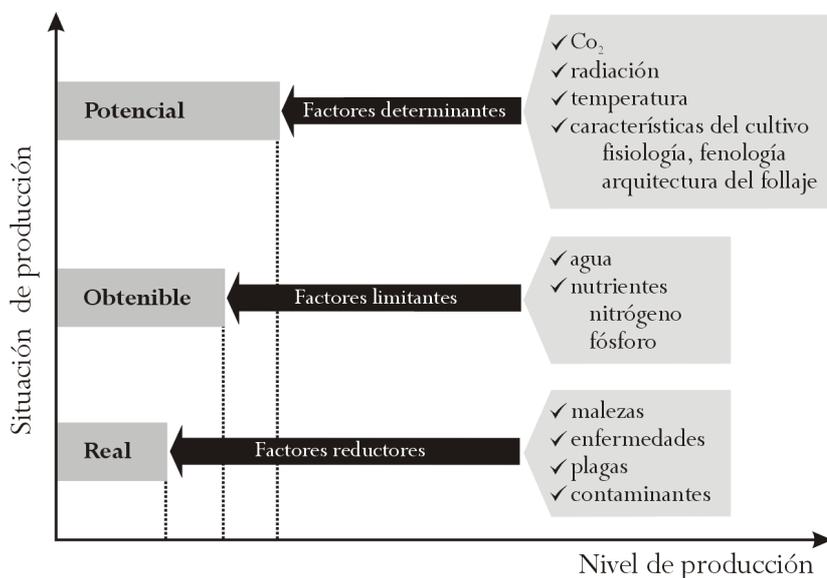


Figura 25. Relación entre los niveles de producción y los grupos de factores que determinan, reducen o limitan la producción. (Adaptado de: Bouman; et al, 1996).

La investigación sobre el comportamiento del sistema planta-ambiente contribuirá a entender los mecanismos que rigen el crecimiento y desarrollo de la planta, conocimiento que puede incorporarse en un modelo para predecir el comportamiento de la caña con un conjunto dado de condiciones. La base conceptual para ordenar el conocimiento de manera coherente y sistemática tiene como referencia la clasificación de los sistemas de producción agrícola a partir de tres niveles de producción (potencial, obtenible y real) y los factores que participan en cada uno de ellos agrupados por factores determinantes, limitantes y reductores de la producción (Figura 25).

Maduración de la caña

La caña no madura igual todos los años porque estos son climatológicamente distintos, con diferentes niveles de acumulación de radiación, precipitación y temperatura.

Un análisis de la realidad productiva diaria con base en los rendimientos de 14,665 suertes cosechadas con MZC 74-275 en tres ingenios entre 1990 y 1997 muestra diferencias muy importantes en la recuperación de azúcar a través de los años (Figura 26). El análisis se hizo con una sola variedad para observar los cambios en el rendimiento atribuibles a factores de clima y a mejoras tecnológicas diferentes al cambio varietal (p.e. menores tiempos de permanencia entre corte

y molienda); en términos de los valores máximos obtenidos es considerable la variación por año: 11.63% (1990), 11.80% (1991), 11.84% (1993), 11.95% (1996) y 12.59% (1997).

Es crucial que quienes toman las decisiones de cosecha sean conscientes de los cambios entre años porque en su mente pueden estar los resultados de rendimientos obtenidos a diferentes edades, en años como 1990, 1991 y 1993. Si se ignora la gran variabilidad en la recuperación de azúcar entre años es posible confundirse, puesto que los rendimientos conseguidos con edades tempranas durante 1997 (entre 11 y 12 meses) fueron superiores a los rendimientos obtenidos en 1990, 1991, 1993 y 1996 con todas las edades de cosecha. También se presentan cambios en las edades con las cuales se han obtenido las mayores recuperaciones de azúcar: durante 1990 y 1991 las mayores recuperaciones ocurrieron a la edad de 13.5 meses; en 1993 a los 13.1 meses, en 1996 a 13.5 y durante 1997 a los 12.6 meses. La industria azucarera colombiana ha tenido una tendencia creciente hacia cosechar cañas menores de 13 meses, especialmente en la zona sur (Figura 27), renunciando a la producción de una cantidad de azúcar considerable por cortar a edades diferentes de aquellas de máxima recuperación.

Aunque en la investigación sobre el comportamiento planta-ambiente se utiliza el tiempo térmico ($^{\circ}\text{C}\text{-día}$) como indicador de la edad fisiológica en la cual la concentración de sacarosa es óptima, se ha comenzado a trabajar en el desarrollo de un índice climático que combine el efecto de diferentes variables climáticas y represente más precisamente las condiciones ambientales locales donde crece el cultivo.

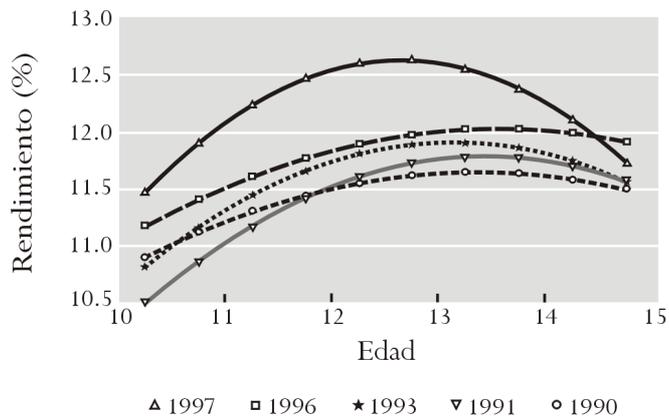


Figura 26. Rendimientos observados en cañas cosechadas con diferentes edades durante 1990, 1991, 1993, 1996 y 1997.

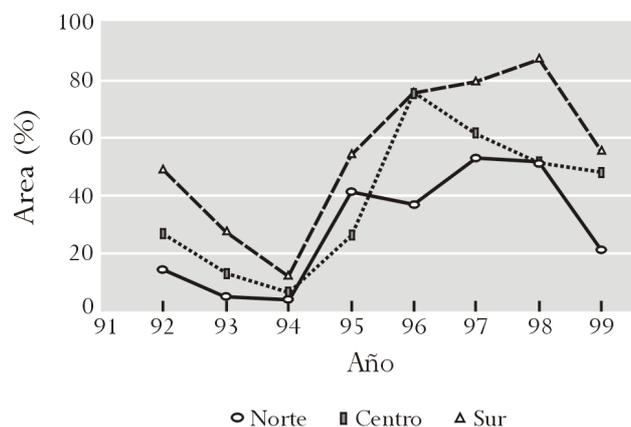


Figura 27. Porcentaje del área con caña cosechada en edades inferiores a trece meses, por zonas.

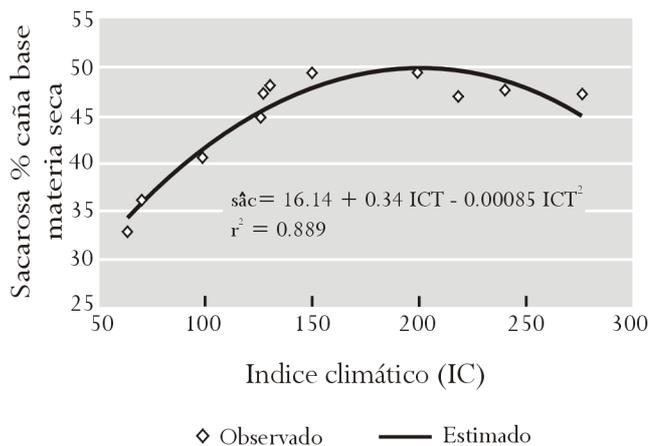


Figura 28. Sacarosa en caña con base en materia seca en función del índice climático (IC). Variedad MZC 74-275.

Índice climático

El cultivo de la caña de azúcar, como cualquier otro cultivo, está constante y simultáneamente influenciado por un conjunto de variables climáticas. Aplicando el método estadístico multivariado de componentes principales se ha avanzado en el desarrollo de un índice climático (IC) que conjuga un subconjunto de las variables de clima que pueden explicar la mayor variación del conjunto. Un análisis de la cantidad de unidades de IC necesarias para alcanzar el máximo contenido de sacarosa (Figura 28) puede ser útil para seguir la maduración de la caña en términos climáticos en lugar de la edad cronológica del cultivo.

No es lo mismo cosechar una variedad a los 13 meses de edad en julio que a los mismos treces meses en diciembre, puesto que el clima que recibieron es diferente y se espera que su efecto también lo sea.

Síntesis de la investigación en riegos

En el valle del río Cauca el riego es parte de la cultura cañera y siempre se ha visto como una labor indispensable para levantar buenas plantaciones. Independiente de situaciones coyunturales, la filosofía del desarrollo sostenible conduce a mejorar la eficiencia del uso de las aguas superficiales y subterráneas. Con el propósito de reunir elementos para identificar una función de la producción de caña con respecto al agua total recibida por el cultivo (lluvia + riego) se realizó un estudio de síntesis de 83 experimentos de manejo de aguas efectuados entre 1980 y 2000. Los resultados mostraron que en el 55% de los casos hubo respuesta al agua (5.28 toneladas de caña por hectárea por cada 100 mm de agua aplicados como suplemento de la precipitación efectiva), mientras que en el 44% no hubo respuesta al agua o la respuesta fue negativa. Los resultados dependen del conjunto de suelos y de la variedad; en muchos sitios y épocas la naturaleza provee toda el agua requerida por el cultivo a través de las lluvias, como ocurrió en el 86% de los casos de estudio. En general, la poca respuesta al riego estuvo asociada con las zonas más húmedas donde existe mayor frecuencia de eventos y mayores cantidades de precipitación; en los sitios donde la respuesta fue mayor ocurre lo contrario. De ahí la importancia de conocer la distribución y cantidad de lluvias durante los diferentes estados del ciclo de producción del cultivo; adicionalmente puede existir el aporte por capilaridad al balance de humedad del suelo en la zona de raíces por presencia de un nivel freático alto.

Mercadeo de Tecnología



Con la misión de impulsar el uso de tecnologías de campo y fábrica que representen mayores productividad, rentabilidad y sostenibilidad para mejorar la competitividad de la agroindustria azucarera, CENICAÑA estructuró el macroproyecto Mercadeo de Tecnología, a través del cual se propone estimular y facilitar el desarrollo tecnológico con base en las condiciones y perspectivas de los clientes y usuarios directos de las tecnologías.

En 1996 se iniciaron los estudios básicos para caracterizar desde la perspectiva socioeconómica la población de cañicultores donantes al Centro, definida como el mercado directo de la tecnología, con el fin de mejorar el conocimiento acerca de ella y sus unidades de producción. Con la cofinanciación de COLCIENCIAS se realizó un censo y a partir de éste se tipificó o segmentó el mercado para luego diseñar una muestra regional azucarera de 119 cañicultores, quienes han sido la fuente de información primaria para caracterizar los niveles de difusión y los patrones de adopción de las tecnologías agronómicas en el sector. Con los productores de la muestra se lleva a cabo el seguimiento de la evolución del cambio técnico, mediante el cual se obtienen los indicadores de efectividad y eficiencia de la transferencia tecnológica.

Los avances de este macroproyecto han proporcionado las bases para reformular las actividades del servicio de transferencia de tecnología de CENICAÑA, mediante el desarrollo de programas integrales de comunicación diseñados según las características de los diferentes clientes, la validación de las nuevas tecnologías en condiciones comerciales con la participación de los productores y la puesta en marcha de sistemas de seguimiento y evaluación del cambio técnico y sus efectos sobre la producción.

Mediante esta estrategia CENICAÑA busca cerrar las brechas de productividad entre productores, aumentar la eficiencia económica de la producción, asegurar una rentabilidad social alta de la tecnología y consolidar y mantener la imagen del Centro.

Censo y tipificación de cañicultores

Se estableció una metodología automatizada práctica y económica para mantener actualizado el censo de productores y asistentes técnicos, considerados actores clave en la toma de decisiones sobre adopción de tecnología (Isaacs; et al, 2000). Igualmente se desarrolló un procedimiento estadístico que mediante el uso de indicadores relacionados con la adopción de tecnología, la tenencia del cultivo y las características socioculturales de los productores tipifica o clasifica en el grupo correspondiente las unidades productivas (haciendas) nuevas en el censo y aquellas registradas que presenten cambios en la estructura de producción que justifiquen su reubicación en un grupo diferente.

La base de datos CENPRO (Censo de Productores) contiene información de 2340 unidades productivas y 4300 personas naturales y jurídicas, entre clientes directos de CENICAÑA y clientes indirectos. Cada hacienda tiene asociadas sus coordenadas geográficas, de manera que los grupos de productores pueden ser relacionados con las coberturas de caracterización biofísica (grupos de suelos, curvas de isobalance hídrico, grupos de humedad) utilizando el sistema de información geográfica.

La información así organizada facilitará la difusión de recomendaciones para la agricultura específica por sitio al identificar de manera eficiente los públicos de interés para dirigir información de acuerdo con las condiciones agroecológicas predominantes en cada unidad productiva, por ejemplo sobre las variedades de caña de azúcar con mayor potencial de producción y las prácticas agronómicas más recomendables por sitio.

Sistemas de seguimiento y evaluación

El conocimiento y la medición de la adopción y la difusión de las tecnologías son de gran importancia para el seguimiento y la evaluación del proceso de innovación. La adopción es la decisión de usar plenamente una innovación tecnológica como estrategia óptima de acción y la difusión es la propagación de las innovaciones en el espacio a lo largo de un período. Con la divulgación de los resultados del seguimiento y la evaluación se busca motivar nuevas decisiones de adopción y realimentar la investigación con las experiencias de los productores cuando éstos introducen cambios tecnológicos en sus unidades productivas.

Durante el año 2000, con los 119 agricultores de la muestra regional azucarera se obtuvo información relevante sobre los niveles de difusión y los factores que influyeron en la adopción de dieciocho tecnologías divulgadas por CENICAÑA en períodos anteriores, entre variedades, prácticas agronómicas y sanidad vegetal. Las variables que condicionan el proceso innovador se abordaron desde tres perspectivas: inherentes a la innovación misma; relativas a los caracteres personales de los adoptantes actuales y potenciales, incluyendo sus hábitos de información; y variables de tipo estructural.

En el Cuadro 11 se presentan los rasgos que han condicionado la conducta de los distintos subgrupos de productores en relación con la adopción de la variedad CC 85-92. En todos los subgrupos ésta se reconoce como una innovación fácil de probar y explotar, compatible con el sistema de cultivo anterior y que ofrece una rentabilidad económica alta. Se considera que estas características inherentes a la variedad han jugado un papel esencial en motivar decisiones positivas de adopción. Las razones expuestas por los agricultores para tomar la decisión de adoptar la variedad varían de un subgrupo a otro pero en general aluden a la alta productividad esperada en toneladas de azúcar por hectárea y al amplio espectro de ambientes en los cuales ha mostrado buena adaptación. En el comparativo, el subgrupo de proveedores PV3 reúne al mayor porcentaje de innovadores seguido por el PV2, mientras los subgrupos MD1 y PV1 -que presentan patrones de difusión similares- se ubican como los más rezagados (Cenicña, 2000). El seguimiento dinámico de la adopción ofrece elementos importantes para comprender mejor cómo las características personales de los adoptantes y las variables estructurales propias de cada unidad productiva influyen en la difusión de las tecnologías y, por ende, en la satisfacción de los usuarios con respecto al retorno de sus inversiones en investigación.

Cuadro 11. Modelo explicativo de la conducta innovadora de los productores en relación con la adopción de la variedad CC 85-92. (Fuente Modelo: M.J. Marrón en Puyol; et al, 1995).

Productores MD-1 (cultivo con manejo directo de ingenio)



* Información en proceso de validación mediante el estudio de síntesis: Caracterización conductual de grupos de productores de caña de azúcar.

Continúa

Productores MD-2 (cultivo con manejo directo de ingenio)

VARIABLES INHERENTES A LA INNOVACIÓN		Rentabilidad económica: alta Compatibilidad con el sistema de cultivo anterior Explotación fácil Posibilidad de experimentación previa Comparación inmediata de la rentabilidad	
VARIABLES RELATIVAS A LAS CARACTERÍSTICAS PERSONALES DE LOS ADOPTANTES POTENCIALES	Socioeconómicas	Escolaridad: 100% profesionales Disponibilidad económica: media Explotación de tamaño alto (121 ha en promedio) Explotación en régimen de propiedad, cuentas en participación y administración	
	Sicológicas*	Dependencia de decisiones administrativas que limita decisiones de adopción individual y emprendedora Algo de fatalismo Motivación de logro Predisposición al cambio: alta Algo de aversión al riesgo	
	Sociológicas	Situación familiar sin trabas De 31 a 50 años de edad	
	Comportamiento social del agricultor	Cosmopolitismo Participación social: afiliado a Tecnicaña Exposición a canales de comunicación: alta	
VARIABLES ESTRUCTURALES		Adecuación de tierras: alta Disponibilidad hídrica: abundante Comunidad aperturista Desarrollo económico: moderadamente alto Cultura institucional aperturista	

Productores PV-1 (cultivo con manejo de proveedor)

VARIABLES INHERENTES A LA INNOVACIÓN		Rentabilidad económica: alta Compatibilidad con el sistema de cultivo anterior Explotación fácil Posibilidad de experimentación previa Comparación inmediata de la rentabilidad	
VARIABLES RELATIVAS A LAS CARACTERÍSTICAS PERSONALES DE LOS ADOPTANTES POTENCIALES	Socioeconómicas	Escolaridad: 24% Primaria y 76% Secundaria Disponibilidad económica: media-baja Explotación de tamaño bajo (53 ha en promedio) Explotación en régimen de proveeduría	
	Sicológicas*	Autonomía en la toma de decisiones Presencia media de fatalismo Motivación de logro Predisposición al cambio baja y aversión al riesgo alta Tradicionalista	
	Sociológicas	Situación familiar aparentemente sin trabas De 41 a 60 años de edad o más	
	Comportamiento social del agricultor	Localismo Participación social: no afiliado a asociaciones Exposición a canales de comunicación: baja-media	
VARIABLES ESTRUCTURALES		Adecuación de tierras: media Disponibilidad hídrica: aceptable Comunidad conservadora Desarrollo económico: bajo a medio	

* Información en proceso de validación mediante el estudio de síntesis: Caracterización conductual de grupos de productores de caña de azúcar.

Productores PV-2 (cultivo con manejo de proveedor)

Variables inherentes a la innovación		Rentabilidad económica: alta Compatibilidad con el sistema de cultivo anterior Explotación fácil Posibilidad de experimentación previa Comparación inmediata de la rentabilidad	
Variables relativas a las características personales de los adoptantes potenciales	Socioeconómicas	Escolaridad: 100% profesionales Disponibilidad económica: media–alta Explotación de tamaño medio (88 ha en promedio) Explotación en régimen de proveeduría	
	Sicológicas*	Autonomía en la toma de decisiones Presencia media de fatalismo Motivación de logro Predisposición al cambio media y aversión al riesgo media Emprendedor	
	Sociológicas	Situación familiar aparentemente sin trabas De 31 a 50 años de edad	
	Comportamiento social del agricultor	Cosmopolitismo Participación social: afiliado a Procaña Exposición a canales de comunicación: media-alta	
Variables estructurales		Adecuación de tierras: media-alta Disponibilidad hídrica: aceptable Comunidad aperturista Desarrollo económico: medio-alto	

Productores PV-3 (cultivo con manejo de proveedor)

Variables inherentes a la innovación		Rentabilidad económica: alta Compatibilidad con el sistema de cultivo anterior Explotación fácil Posibilidad de experimentación previa Comparación inmediata de la rentabilidad	
Variables relativas a las características personales de los adoptantes potenciales	Socioeconómicas	Escolaridad: 82% profesionales Disponibilidad económica: media–alta Explotación de tamaño medio–alto (103 ha en promedio) Explotación en régimen de proveeduría	
	Sicológicas*	Autonomía y agilidad en la toma de decisiones Ausencia de fatalismo Motivación de logro Predisposición al cambio alta y aversión al riesgo baja Innovador	
	Sociológicas	Situación familiar aparentemente sin trabas De 41 a 60 años de edad	
	Comportamiento social del agricultor	Cosmopolitismo Participación social: afiliado a Asocaña y Técnicaña Exposición a canales de comunicación: alta	
Variables estructurales		Adecuación de tierras: alta Disponibilidad hídrica abundante Comunidad aperturista Desarrollo económico: alto	

* Información en proceso de validación mediante el estudio de síntesis: Caracterización conductual de grupos de productores de caña de azúcar.

El conocimiento adquirido aporta bases útiles para diseñar planes de mercadeo de cada producto o tecnología generada en el proceso de investigación. Los productos tecnológicos deben ser ‘comercializados’ y para ello es necesario comunicar adecuadamente sus características, ventajas y beneficios, entregarlos donde y cuando el cañicultor los necesita y en las condiciones más convenientes.

Se sabe que el conocimiento del mercado es un elemento básico para el éxito de cualquier investigación y desarrollo de producto. Identificar quién puede usar el conocimiento que se produzca es crucial; indica dónde hay que hacer las averiguaciones sobre lo que realmente es importante y no simplemente un reto intelectual, es decir, existen riesgos correctos y también riesgos que sería erróneo asumir.

La proyección y el interés del servicio de transferencia de tecnología de CENICAÑA se resumen en apoyar a los programas de investigación en la identificación y selección de proyectos que tengan más probabilidades de causar impacto en la agroindustria, de acuerdo con las necesidades del sector productivo. La clave es obtener una mejor comprensión del mercado prospectivo considerando que la respuesta a las necesidades de los usuarios determina el éxito de una investigación.

Validación de tecnología en condiciones de producción comercial

Las fincas piloto se han constituido en un medio eficaz para comunicar los resultados de la investigación mediante el trabajo participativo y la interacción entre productores, investigadores y transferidores. En el proceso de innovación tecnológica de la agroindustria, el mecanismo ha generado resultados importantes: realimentación e información a los investigadores sobre las percepciones de los productores y los técnicos que participan en la validación de la tecnología, para que se realicen nuevos desarrollos e investigaciones (p.e. ideas para realizar ajustes a las tecnologías o prácticas agronómicas validadas en sus condiciones de producción); metodologías estandarizadas para probar y validar los resultados de la investigación; impulso a la adopción de tecnología en los ingenios azucareros que han participado en el desarrollo de las fincas piloto.

Durante el último año la intensidad del trabajo en las fincas piloto se concentró en el seguimiento y la evaluación de la productividad de las variedades sembradas.

Se considera necesario iniciar y continuar la validación en nuevas fincas piloto, con la participación de productores y técnicos de ingenios que no están vinculados actualmente, a fin de masificar este medio de comunicación técnica que ha contribuido significativamente a impulsar la adopción de tecnologías de cultivo más productivas, rentables y sostenibles.

Agricultura específica por sitio

En un trabajo cooperativo con las distintas áreas de CENICAÑA durante el año 2000 se formuló el proyecto denominado Agricultura Específica por Sitio, cuyo objetivo general es desarrollar un sistema de información que asegure la adopción e impacto de tecnologías limpias en las diferentes condiciones agroecológicas del valle geográfico del río Cauca, para mejorar la competitividad del sector azucarero a largo plazo y contribuir al desarrollo económico de la región.

La primera fase del proyecto será cofinanciada por COLCIENCIAS a partir del año 2001. Se ha concebido como un proyecto de comunicación a través del cual la suma de la oferta tecnológica de CENICAÑA se pone a disposición de los cañicultores mediante herramientas web (internet y extranet). Los usuarios podrán interactuar con el sistema y obtener información para sus condiciones específicas.

La estrategia para lograr el objetivo propuesto tiene sus cimientos en el establecimiento de una base de datos que abarque todos los aspectos posibles relacionados con el cultivo de la caña, lo cual exige un salto cuántico en la capacidad institucional para capturar y manejar información y entregarla a los usuarios en una forma útil.

La base de datos será complementada con software que incorpore el conocimiento generado en la investigación y facilite las consultas. De esta forma se espera proporcionar al sector información y herramientas de análisis que fortalezcan la capacidad de crear y adoptar tecnologías específicamente adaptadas a las variaciones temporales y espaciales de las condiciones productivas propias.

Con el desarrollo de la primera fase de este proyecto se busca aumentar la capacidad institucional para el manejo de grandes volúmenes de datos, la construcción de bases de datos que puedan ser utilizadas de forma interactiva por los clientes, así como el desarrollo de sistemas que aseguren la captura y el análisis de información sobre el manejo y comportamiento de las 'suertes' comerciales y de un sistema experto sobre fertilización de la caña de azúcar.

Con el uso de herramientas de SIG, la caracterización de las zonas agroecológicas del área en cultivo, la clasificación de las 'suertes' en grupos homogéneos y el desarrollo de variedades y prácticas agronómicas para condiciones específicas, CENICAÑA ha avanzado en aspectos indispensables para el desarrollo de sistemas de información integrados sobre las condiciones específicas que enfrentan los cañicultores en sus unidades productivas.



Superintendencia de Campo

La Superintendencia de Campo es la unidad institucional responsable de administrar la logística de la experimentación agronómica dentro y fuera del Centro (personal, maquinaria, equipos), la Red Meteorológica Automatizada del Sector Azucarero y los proyectos en las áreas de meteorología y sistemas de información geográfica. Igualmente se encarga del mantenimiento y construcción de la infraestructura física de campo e invernaderos del Centro Experimental.

Sistemas de Información Geográfica

Desde mediados de la década de los noventa el uso de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) en el sector azucarero nacional ha venido en aumento. Al finalizar

CORTESÍA: EMPRESA PROSIS S.A.



el año 2000 los ingenios Central Castilla, Incauca, Mayagüez, Pichichí, Providencia y Riopaila tenían en su estructura organizativa un área de SIG, dedicada principalmente al suministro y análisis de información de apoyo a las unidades de campo y cosecha. Algunos cultivadores independientes han incursionado en el uso de esta tecnología y son muchos quienes hoy comienzan a actualizar y levantar sus áreas de cultivo de manera georreferenciada.

En CENICAÑA, el desarrollo de un sistema de información geográfica sectorial ha sido una tarea liderada y coordinada por la Superintendencia de Campo desde 1996. Actualmente los profesionales del área participan de forma activa en el análisis de información geográfica para la formulación y desarrollo de proyectos de investigación tanto propios como de apoyo a otras disciplinas; sostienen una comunicación

*Ventana de una imagen de satélite LandSat 5TM.
Mayo 20/98.*

permanente con los ingenios para mantener actualizada la cartografía digital al nivel de 'suertes' e interactúan con otras instituciones públicas y privadas que son fuente de información. Su contribución ha sido básica para mejorar la comprensión de la variabilidad espacio-temporal del clima y de la productividad, actualizar la caracterización del área por balance hídrico y más recientemente explorar las oportunidades de usar sensores remotos para mejorar los conocimientos sobre el cultivo, la infraestructura de campo y sus áreas de influencia.

En estos cuatro años de intercambio y transferencia de conocimientos sobre las herramientas de SIG se ha logrado construir una cultura de análisis con referencia geográfica, principio fundamental para el desarrollo sostenible regional. Las actividades de divulgación y transferencia se han combinado con la asesoría permanente a los ingenios, cañicultores y otras personas interesadas en el establecimiento de sus propios SIG y con el análisis periódico de los registros de clima, producción de caña y azúcar y distribución varietal.

Al finalizar el año 2000 el sistema ofrecía planos digitales georreferenciados del área vinculada al cultivo de la caña asociados, entre otros, con los siguientes atributos: conjuntos de suelos (IGAC, 1980); grupos de suelos; lámina de agua rápidamente aprovechable (LARA) entre 2 y 4 meses y LARA para más de 4 meses de edad del cultivo; drenaje natural; isocurvas de balance hídrico (probabilidades de 25, 50 y 75%); grupos de humedad (probabilidades de 25, 50 y 75%); grupos de productores de caña y zonificación agroecológica.

Análisis espacio-temporal de la productividad de la caña de azúcar

El comportamiento de la producción de caña y de azúcar depende de la relación de múltiples factores cuya interdependencia se refleja en las variaciones espaciales y temporales de la producción en un área determinada. Se aplicó una metodología de análisis estadístico que identifica los factores que más influyen en la variación en un momento y un sitio definidos, información básica para fundamentar estrategias de manejo específico.

Con datos por 'suerte' de once ingenios (1997 a 1999) se analizó el grado de dependencia de la producción de caña y azúcar con respecto al clima (variación anual de la precipitación), el conjunto de suelo, el ingenio (como indicador de manejo agronómico) y la variedad de caña (considerando el cambio varietal). De acuerdo con los resultados las variaciones anuales de la producción durante el período analizado tuvieron alta dependencia del cambio varietal y las variedades que más participaron en los incrementos de la productividad fueron CC 85-92, 84-75 y 87-434.

Para facilitar la interpretación de los resultados se generaron mapas temáticos de productividad y de su variación, los cuales se mantienen como información de base para los análisis periódicos con esta metodología.

Isobalance hídrico, v.2 (año 2000)

Se actualizaron las curvas de isobalance hídrico con el análisis de los registros colectados entre 1970 y 1998 en estaciones meteorológicas y climatológicas distribuidas en el valle del río Cauca (latitud norte 5° 12', longitud oeste 75° 29'; latitud norte 2° 34', longitud oeste 76° 18') administradas por el IDEAM, CENICAFE, CIAT, CVC y CENICAÑA.

Se utilizó la geoestadística para estimar los variogramas de la precipitación (registros de 49 estaciones) y la evaporación (34 estaciones). Mediante herramientas de SIG se transformó la información de tipo vectorial a formato Grid lo que permitió generar el balance hídrico en celdas de 100x100 m. Para señalar la variación de la precipitación durante los fenómenos de El Niño y La Niña se calculó la ocurrencia anual de lluvias con probabilidades de 75% (año seco), 25% (lluvioso) y 50% (normal).

Uso de sensores remotos: imágenes de satélite y fotografías aéreas

CENICAÑA ha comenzado a explorar el potencial de usar imágenes de satélite y fotografías aéreas como herramientas de percepción remota para identificar patrones del comportamiento vegetativo de la caña y georreferenciar áreas de cultivo, principalmente.

Se analizaron imágenes de satélite Landsat TM5 correspondientes a tres sitios del valle geográfico del río Cauca en dos momentos. A partir de las imágenes, definidas en siete bandas del espectro electromagnético, se usaron herramientas de SIG para calcular en cada 'suerte' de caña el Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI, por su sigla en inglés) que asociado con la edad de cosecha y el número de corte se incluyó en un modelo de análisis con el fin de explicar la variación de la producción de caña en esos sitios entre un momento y otro. Se identificó que la vegetación sana ofrece reflectancia baja en la banda roja (visible) y alta en el infrarrojo cercano. El modelo explicó la variación de las toneladas de caña por hectárea (TCH) en el 58% de los casos.

El análisis de las imágenes de satélite permitió conocer algunas de las oportunidades que ofrecen este tipo de sensores remotos como: georreferenciar y clasificar las áreas sembradas con caña de azúcar e identificar inconsistencias en los datos de producción o desfases en la cartografía.

CENICAÑA continuará trabajando con sensores remotos y para ello ha iniciado un proyecto cooperativo con una firma especializada en el uso de la fotografía aérea; el objetivo es establecer los posibles usos de la fotografía en color en el cultivo de la caña de azúcar.

Jornada sobre aplicaciones de SIG

Con el objetivo de mostrar algunas de las aplicaciones de SIG en la agroindustria azucarera y en otros sectores productivos, el 31 de mayo de 2000 tuvo lugar en la sede de ASOCAÑA la Primera Jornada sobre Aplicaciones Diversas de los Sistemas de Información Geográfica, organizada por CENICAÑA. En el evento participaron cerca de 140 personas entre cañicultores, investigadores y técnicos de las industrias azucarera y forestal (más información en los Anexos, página 77).

Atlas ambiental en CD-ROM

Durante el año 2000 se elaboró un atlas con información de suelos, clima y producción comercial (1997-1999) del área con caña en el valle del río Cauca, el cual estará disponible en CD-ROM el año próximo. Esta cartografía digital se mantendrá actualizada para apoyar el desarrollo de la agricultura específica por sitio, en la cual el SIG tendrá un papel relevante al poner a disposición información y productos georreferenciados de diversa índole mediante herramientas de web.

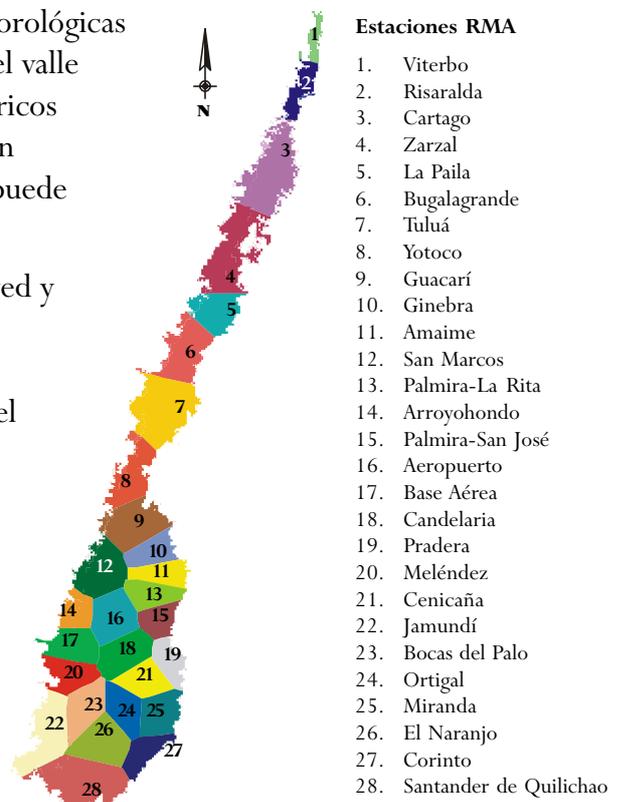
Meteorología y Climatología



CENICAÑA opera y mantiene en funcionamiento la Red Meteorológica Automatizada (RMA) del sector azucarero y administra su base de datos. Actualmente la red integra 28 estaciones meteorológicas distribuidas estratégicamente en el valle del río Cauca, con registros históricos desde 1993, las cuales suministran información en tiempo real que puede ser consultada vía módem.

El área de meteorología se encarga de administrar la red y periódicamente procesa y analiza la información meteorológica y climatológica; elabora boletines decadales, mensuales y anuales que difunde a través del correo electrónico, la página web de CENICAÑA y publicaciones impresas.

Realiza análisis especiales y de forma permanente suministra datos a entidades académicas y oficiales para la realización de investigaciones o con fines operativos. Ofrece soporte técnico a los ingenios azucareros y los cultivadores de caña en el manejo de los equipos y programas de cómputo



de las estaciones y en la interpretación y aplicación de información meteorológica y climatológica con diferentes fines. Estableció la metodología para el monitoreo meteorológico de las quemas de caña y continuamente realiza capacitación a funcionarios de ASOCAÑA, los ingenios azucareros y las corporaciones autónomas regionales involucradas en la aplicación de la metodología y el uso de equipos y software con este fin.

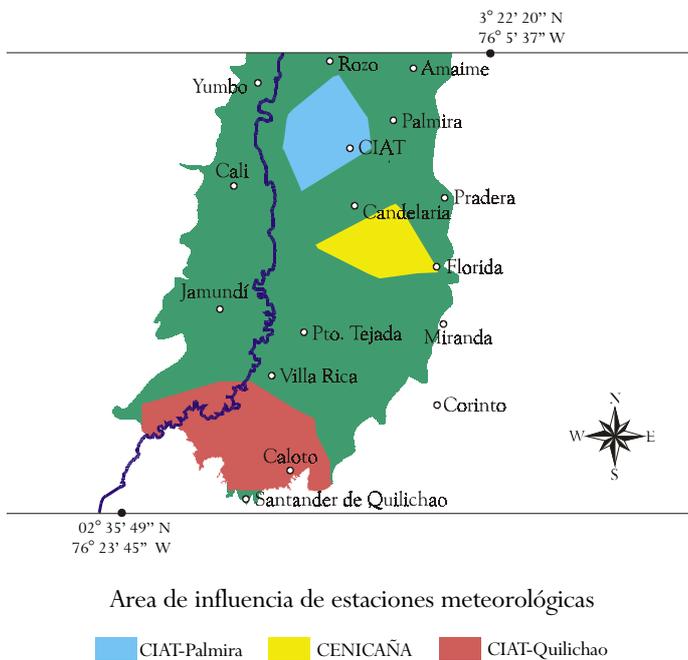
Durante los últimos años ha prestado asesoría a otros centros de investigación y entidades gremiales nacionales y extranjeras sobre legislación, tecnología y uso de información para el manejo de quemas agrícolas abiertas, contribuyendo en algunos casos al establecimiento de nuevas redes meteorológicas automatizadas.

Además de apoyar proyectos de investigación de CENICAÑA con mediciones especiales, suministro y análisis de datos, también desarrolla proyectos de investigación. Durante el año 2000 el área de meteorología emprendió un estudio para caracterizar la incidencia de los fenómenos El Niño y La Niña sobre las condiciones climáticas en el valle del río Cauca, cuyo objetivo final es establecer una metodología de pronóstico climatológico.

Influencia de los fenómenos El Niño y La Niña sobre las condiciones climáticas en el valle del río Cauca

Se evaluó el efecto de factores climáticos externos de meso-escala y de gran escala sobre las variaciones del clima regional. A partir de series de datos registrados entre 1972 y 1998 por las estaciones CIAT-Quilichao, CIAT-Palmira y CENICAÑA se realizó la climatología detallada para 11 variables a escala decadal, mensual, estacional (temporadas secas y lluviosas), anual y multianual, la cual se correlacionó con datos de 14 parámetros externos que caracterizan los fenómenos de El Niño y La Niña (Peña Quiñónez, 2000).

Las tendencias dependientes identificadas entre las distintas variables se usaron para pronosticar las condiciones climáticas regionales durante los primeros nueve meses de 2001, tomando como base las predicciones sobre la evolución de El Niño y La Niña que diariamente actualizan los Centros Nacionales para las Predicciones Ambientales (NCEP, sigla en inglés) y la Administración Nacional para el Océano y la Atmósfera (NOAA) de Estados Unidos de América.



Tecnología Informática

El Servicio de Tecnología Informática –SETI– es un área de desarrollo y apoyo para CENICAÑA en la tarea de sistematizar la información científica, técnica y comercial, de manera que ésta se encuentre disponible y resulte útil para realizar análisis y tomar decisiones operativas y estratégicas en el marco de sus actividades.

La organización eficiente de la información exige establecer sistemas de registro y captura de datos acordes con la naturaleza de éstos, al tiempo que demanda estructuras dinámicas y flexibles para facilitar el diálogo entre las bases de datos. Para ello es necesario caracterizar la dinámica de los flujos de información, identificando sus fuentes (entidades de origen), los medios de procesamiento, los destinos y usos.

La administración de un sistema centrado en el usuario, que aproveche los recursos tecnológicos de informática y comunicación a través de interfaces amigables y operativas, requiere personas capacitadas que aporten su conocimiento crítico y exigente sobre las posibilidades de organizar la información con respecto a problemas existentes (Andrade dos Santos; et al, 2000).

Como se ha mencionado en diferentes apartes de esta publicación, una de las estrategias de CENICAÑA para mejorar la competitividad de la agroindustria en los años por venir consiste en fortalecer la capacidad sectorial para desarrollar una agricultura específica por sitio rentable y sostenible. La iniciativa se centra en el desarrollo de una base de datos del cultivo que mediante el uso de herramientas de tecnología informática ordene la información disponible para que pueda ser consultada por ingenios y agricultores a través de Internet o en sus redes internas mediante aplicativos específicos. El propósito es ofrecer recomendaciones y referencias de análisis acerca de las mejores y más rentables opciones de manejo del cultivo utilizando como unidad de manejo el área más pequeña sobre la cual existan registros de información histórica.

La primera etapa del proyecto sobre agricultura específica por sitio, cofinanciada por COLCIENCIAS, está dedicada a seleccionar e instalar los recursos físicos para el soporte de las aplicaciones informáticas (hardware y software), desarrollar los sistemas de comunicación interna y externa que se requieren para conformar las bases de datos iniciales (información científica, técnica y comercial) y algunos programas automatizados que sumen velocidad a ciertos análisis habituales sobre los que se tiene información histórica.

Durante el año 2000 se avanzó en el diseño de la base de datos, integrando los flujos de información que efectivamente ayudan a examinar de modo más estratégico los resultados, hacer análisis y detectar tendencias, realizar seguimiento de medidas críticas, producir informes con mayor rapidez y, en general, ofrecer un acceso más fácil y flexible a la información relevante en cada situación y momento (Figura 29).

Los sistemas de información existentes en CENICAÑA serán los primeros en integrarse en la base de datos, tarea relativamente sencilla considerando el desarrollo actual de los sistemas de información geográfica, climatológica y meteorológica, de clientes (CENPRO), estadística (experimental y de producción) y de documentación técnica.

Durante el año también se progresó en la planeación del sistema experto que entregará recomendaciones de dosis, sistemas y épocas de aplicación de fertilizantes con base en el análisis y la profundidad del suelo, la variedad de caña y el número de corte. Hacia finales del periodo se retomó la programación del Generador de Presupuestos (inicialmente el módulo de campo), herramienta metodológica para estimar los costos económicos de la producción de caña y de azúcar y elaborar presupuestos; el plan es entregarlo a los usuarios hacia finales de 2001 y continuar con los módulos de cosecha y fábrica.

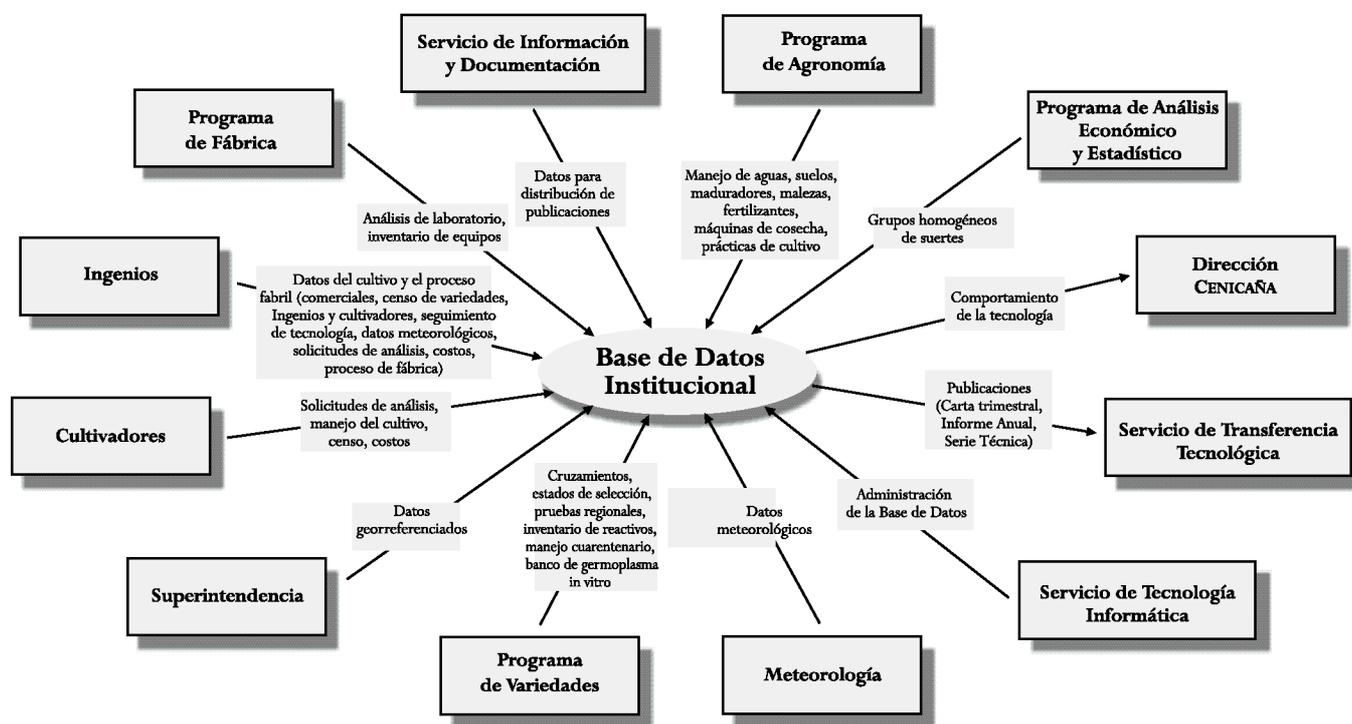


Figura 29. Diagrama de contexto de la base de datos institucional.

Existen múltiples sistemas de registro en el sector y la diversidad de labores, equipos, implementos e insumos utilizados merman la agilidad de recuperación y captura sucesiva de la información comercial sobre el manejo del cultivo y los procesos de fábrica. Actualmente se evalúan las tecnologías más apropiadas para lograr acopiar en CENICAÑA la mayor cantidad de registros con la calidad que exige el desarrollo de la agricultura específica.

Entre las actividades desarrolladas en el año 2000 para hacer operativa y funcional la infraestructura de hardware y software de la institución se destacan:

- El mantenimiento y la verificación periódica de la nueva conexión vía radioenlace para acceder a los servicios de internet: páginas web, exploradores, correo electrónico y grupos temáticos.

El cambio de tecnología significó una disminución de los costos de acceso cercana al 60% este año en comparación con el anterior y una mejora sustancial en la velocidad de acceso debido a la ampliación del ancho de banda local e internacional.

- La adquisición de un servidor de alta capacidad (DELL PowerEdge 3300 con plataforma Unix Ware v. 7.1) en el cual se instaló la aplicación SAS (Statistical Analysis System) como parte de la red de área local –LAN.

Con la nueva configuración se redujo el costo de arrendamiento anual del SAS y se aumentaron la eficiencia y la velocidad de procesamiento para los usuarios.

Información y Documentación

Para cumplir con su función de servir de apoyo a los programas de investigación del Centro, el Servicio de Información y Documentación de la Caña de Azúcar –SEICA– continuó desarrollando sus actividades de adquisición, registro y análisis de la literatura científica y técnica y la prestación de los servicios tradicionales de búsqueda, préstamo, fotocopias y divulgación de la información (Cuadro 12).

Este año se ingresaron a la base de datos bibliográfica 75 registros correspondientes a documentos de trabajo y artículos elaborados por los investigadores del Centro; la lista de referencias se presenta en la sección de Anexos, páginas 80 a 83.

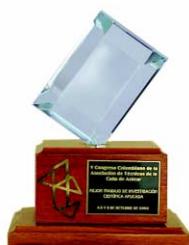
Cuadro 12. Estadísticas del servicio de información y documentación de CENICAÑA, 2000.

1. Adquisiciones		3. Distribución de publicaciones	
Documentos recibidos	1450	Páginas de contenido	23
Colección caña	115	Boletín de adquisiciones	2
Colección general	87	Carta Trimestral	4
Revistas	1248	Serie Técnica	2
2. Registro y análisis		Serie Informativa	-
Procesos técnicos		Serie Divulgativa	-
Colección caña	1048	Informe Anual	1
<i>Total general</i>	24201	4. Servicios a usuarios	
Colección general	107	Usuarios atendidos	1848
<i>Total general</i>	4012	Préstamos	5132
Insumos base de datos libros	204	En sala	3542
Hemeroteca		A domicilio	1590
Revistas registradas	908	Distribuidos en:	
Resúmenes elaborados	340	Revistas	2550
Analíticas de revistas	698	Documentos	2379
Registros por computador	1048	Audiovisuales	18
<i>Total general</i>	24201	Equipos	185
Títulos nuevos	10	Solicitud fotocopias	163
<i>Total general</i>	617	Páginas fotocopias	10936
Fichas elaboradas	1282	Solicitud de adquisiciones	
Bibliografías cortas	16	por técnicos de CENICAÑA	7
Mapas catalogados	-	Publicaciones donadas	318
<i>Total general</i>	278		

Cooperación Técnica y Transferencia de Tecnología

La transferencia de tecnología incluye todas las actividades de comunicación realizadas durante el proceso de desarrollo tecnológico, desde la identificación de necesidades, la formulación y la ejecución de proyectos hasta la difusión de los resultados y el soporte técnico para su adopción.

De acuerdo con el tema, los interlocutores y la naturaleza de los objetivos propuestos se utilizan diferentes medios de comunicación, entre ellos conferencias y reuniones, días de campo, entrenamiento y asesoría técnica, publicaciones impresas y seminarios.



Se destaca la participación en el V Congreso Colombiano de la Asociación de Técnicos de la Caña de Azúcar (TECNICAÑA, 2000) con 54 trabajos, dos de ellos galardonados por su contribución como investigación científica aplicada. En la categoría de mejor trabajo: DESARROLLO DE TÉCNICAS PARA EL DIAGNÓSTICO DE ENFERMEDADES DE LA CAÑA DE AZÚCAR (Guzmán, M.L; Victoria, J.I.); en la categoría de trabajo distinguido:

LA EDAD DE LA CAÑA AL CORTE Y EL RENDIMIENTO EN AZÚCAR (Luna, C.A; Moreno, C.A; Palma, A.E; Cabrera, V; Daza, O.H.)

Las actividades de transferencia de tecnología reportadas por los investigadores y la atención de visitas de estudiantes y otros técnicos del sector agropecuario se presentan en la sección de Anexos, páginas 73 a 79.



María Luisa Guzmán, autora principal del mejor trabajo de investigación científica aplicada presentado en el V Congreso de TECNICAÑA.

Publicaciones editadas por CENICAÑA, 2000

CARTA TRIMESTRAL (ISSN 0121-0327)



1 Y 2 DE 2000. 40P.

Cifras del sector azucarero colombiano	3
Fondo de estabilización de precios del azúcar	3
Nuevas aplicaciones de la espectroscopía de infrarrojo cercano-NIR	6
CC 85-92 y PR 61-632 en suelos arcillosos secos: respuestas al nitrógeno y al potasio	7
Exportación de certificados de reducción de emisiones y uso de la biomasa como combustible	13
Cogeneración en ingenios azucareros	18
Normalización de la información geográfica en Colombia: un reto importante	22
Resumen climatológico mensual, RMA enero-marzo 2000	24
Comportamiento del clima durante 1999 en el valle del río Cauca	27
Sistema de labranza reducida en Manuelita S.A.	30
Labranza reducida en Oriente S.A.	35
Comentario sobre biotecnología	38



3 DE 2000. 44P.

Cifras del sector azucarero colombiano	3
Modelo para el análisis económico de los sistemas de cosecha de caña	3
Compuestos orgánicos en vinaza	5
Comportamiento sanitario de la variedad CC 85-92	7
Reglamentaciones vigentes para realizar quemas de caña de azúcar	10
Incremento de los costos de energía por cambios en el sistema de tarifas	12
Alcohol carburante	16
Análisis de transmisiones de trenes de molienda: caso de aplicación de la auditoría de diseño	21
Índices de cronoproductividad de caña y azúcar en tres ingenios colombianos	23
Resumen climatológico mensual, RMA abril-septiembre 2000	26
Conservación de la red de drenaje subsuperficial	32
Estadística espacial	36
Jornada sobre aplicaciones diversas de los sistemas de información geográfica	40



4 DE 2000. 44P.

Reconocimiento a la gestión ambiental en el Valle del Cauca	3
Cifras del sector azucarero colombiano	4
V Congreso de TECNICAÑA	4
Pronóstico climatológico para tres sitios del valle del río Cauca entre enero y sept. de 2001	6
Control administrativo del riego asistido por computador	7
Evaluación de maduradores no tradicionales	10
ISO 14001/96 para el Ingenio Sancarlos	10
Labranza reducida para la renovación de plantaciones de caña de azúcar	11
Implicaciones energéticas de la disposición y operación de condensadores barométricos en ingenios azucareros colombianos	20
Resumen climatológico mensual, RMA octubre-diciembre 2000	22
Manejo de envases plásticos de agroquímicos: proyecto ambiental ASOCAÑA - ANDI	25
Producción de semilla sana en Incauca S.A. y Providencia S.A.	28
Deficiencias en el funcionamiento del drenaje subsuperficial	30
Actividades realizadas en Manuelita S.A. para dar confianza al balance de sacarosa	33
Manejo de residuos sólidos en el Ingenio Mayagüez	36

SERIE TÉCNICA (ISSN 0120-5846)



No. 27,
MARZO DE 2000. 66P.

Los clientes de la nueva tecnología: Censo y tipificación de productores de caña de azúcar de la industria azucarera colombiana, 1998.

Resultados del proyecto Estudio del cliente de la nueva tecnología de CENICAÑA, cofinanciado por COLCIENCIAS: edad, experiencia en caña de azúcar, escolaridad y medios de información técnica utilizados por los productores de caña vinculados con los ingenios azucareros afiliados a Asocaña. Número de hectáreas, propiedad y tenencia de la tierra y el cultivo, difusión de tecnologías, fuentes y usos de capital, fuentes de agua, acceso a servicios de asistencia técnica y mano de obra utilizada en las unidades productivas de caña de azúcar. Análisis descriptivo del censo y de los grupos conformados. Bases para la investigación y la transferencia de tecnología.



No. 28,
AGOSTO DE 2000. 122P.

Comportamiento comercial de la caña de azúcar cosechada en el valle del río Cauca durante 1999.

Se presentan las tendencias de los principales indicadores de la productividad física de campo y la recuperación de azúcar comercial en la industria azucarera colombiana durante 1999. El análisis, que se realiza para toda la agroindustria, por zonas geográficas (norte, centro y sur) y por ingenio, ofrece puntos de referencia para examinar situaciones particulares en las unidades productivas. Incluye 18 cuadros y 180 figuras descriptivas con las estadísticas correspondientes. Los análisis se basan en los datos suministrados por los ingenios Central Castilla, Central Tumaco, Incauca, La Cabaña, Manuelita, Mayagüez, Pichichí, Providencia, Riopaila, Risaralda y Sancarlos, correspondientes a la caña molida por éstos y cosechada en tierras con su manejo directo y en tierras con manejo de proveedores.

LA PRODUCCIÓN DE AZÚCAR ORGÁNICO EN LA INDUSTRIA AZUCARERA DE COLOMBIA (ISBN 95893-4-0)



JULIO DE 2000. 42P.

Esta publicación presenta los pasos críticos para la producción de azúcar orgánico, desde la preparación del suelo, el levantamiento del cultivo y la cosecha de la caña, hasta los procesos de elaboración industrial, empaque y transporte del producto. Incluye indicaciones sobre las normas internacionales que rigen la certificación de alimentos orgánicos, las cuales restringen el uso de productos químicos manufacturados y exigen tecnologías de manejo basadas en criterios de conservación ambiental. Analiza las dificultades previstas en el proceso de producción de caña y azúcar orgánicos y plantea propuestas de solución e investigación para superarlas.

INFORME ANUAL 1999 (ISSN 0120-5854)



En 118 páginas CENICAÑA reporta las actividades desarrolladas durante 1999. Avances de la investigación en los macroproyectos: Alta Sacarosa Estable, Caña Verde, Reducción de las Pérdidas de Sacarosa, Modelos de Decisión y Mercadeo de Tecnología. Reseña de los principales logros de proyectos complementarios en Labranza Reducida, Estandarización de los Sistemas de Medición en las Fábricas, Gestión Ambiental y Gestión Energética. Actividades desarrolladas por los servicios de apoyo en Tecnología Informática e Información y Documentación. Listado de Documentos de Trabajo y Publicaciones, Convenios Interinstitucionales y participación en eventos de instrucción y capacitación durante el período.

Laboratorios de Análisis

Patología

El Laboratorio de Patología presta desde 1985 el Servicio de Diagnóstico de Enfermedades en los cultivos de caña dedicados a la producción comercial y a la investigación experimental.

Durante el año 2000 se concluyó la estandarización de los métodos tissue-blot y dot-blot para la detección simultánea de las cinco enfermedades más importantes que afectan el cultivo en Colombia: raquitismo de la soca (RSD), escaldadura de la hoja (LSD), síndrome de la hoja amarilla (YLSV), virus baciliforme de la caña de azúcar (ScBv) y virus del mosaico de la caña de azúcar (ScMV). Los nuevos métodos son sensibles y específicos; el análisis se efectúa a partir de tejidos foliares, lo cual facilita la toma de muestras y su transporte hasta el laboratorio.

Este año se realizaron 6695 evaluaciones para la detección de las cinco enfermedades utilizando los métodos tissue-blot y dot-blot. El 42% correspondieron a muestras de semilleros y ‘suertes’ comerciales de ingenios y proveedores de caña, mientras que el 58% obedecieron a solicitudes de los investigadores de CENICAÑA para sus experimentos. El número de evaluaciones realizadas para los ingenios y los proveedores de caña fue superior que el de años anteriores (Figura 30). Los principales usuarios del Servicio fueron los ingenios Central Castilla y Riopaila (Figura 31).

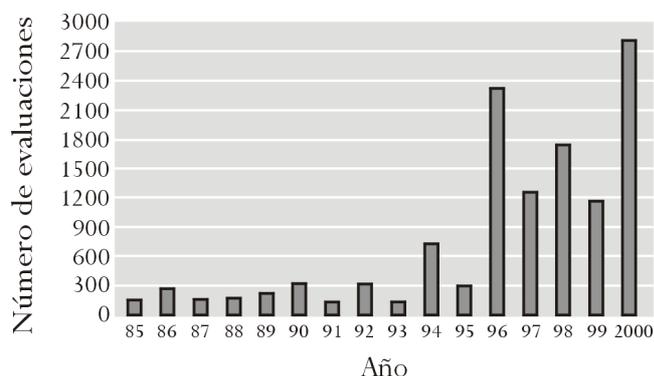


Figura 30. Utilización del servicio de diagnóstico de enfermedades por los ingenios azucareros y los proveedores de caña entre 1985 y 2000.

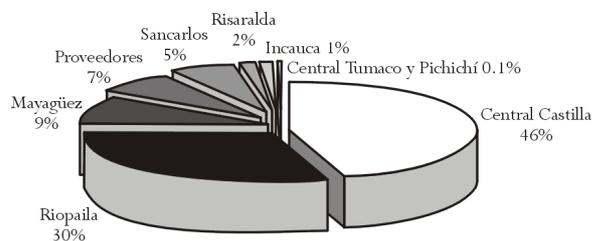


Figura 31. Utilización del servicio de diagnóstico de enfermedades por los ingenios azucareros y los proveedores de caña durante el año 2000.

Entomología

Además de las actividades de investigación, el Laboratorio de Entomología presta servicios de entrenamiento en el manejo de cría de *Diatraea saccharalis* para la alimentación de *Trichogramma exiguum*, insecto benéfico utilizado en el control del barrenador; también provee dieta y posturas de *Diatraea* y pulgadas de *Trichogramma*.

Durante el año 2000 abasteció los laboratorios Diatraea Ltda, Parabiológicos Ltda, Inbeagro Ltda e Incauca S.A. con los siguientes suministros: 12 litros de dieta en frasco, 6 litros de dieta en bandeja, 1800 larvas y 28 hojas con posturas de *Diatraea* y 110 pulgadas de *Trichogramma*.

Química

El Laboratorio de Química presta servicios de análisis en muestras de caña, materiales del proceso azucarero, suelos y tejidos foliares a los ingenios azucareros, los proveedores de caña y los programas de investigación del Centro.

Durante el año 2000 recibió y analizó 1690 muestras de tejido foliar y 1031 muestras de suelo (Figura 32). El 30% de los análisis fueron solicitados por ingenios y proveedores de caña y el 70% por investigadores.

Se procesaron 20,200 muestras de caña provenientes de los distintos proyectos de investigación, número que fue posible analizar gracias al desarrollo y adopción de la metodología CeniAD y la espectroscopia de infrarrojo cercano (NIR).

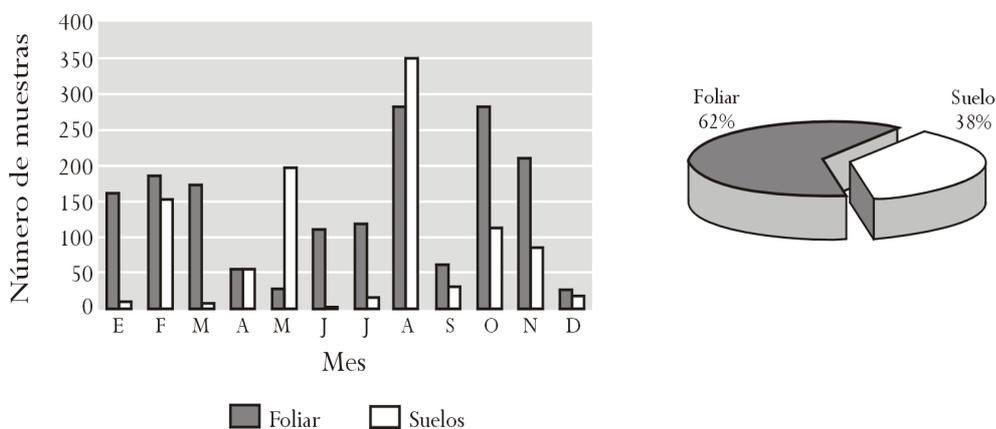


Figura 32. Número y porcentaje de muestras de suelo y tejido foliar analizadas en el Laboratorio de Química durante el año 2000.



ANEXOS

**I. Ingresos de CENICAÑA entre 1995 y 2000
en términos constantes**

Año	Cuotas causadas nominales (millones Col\$)	I.P.C. 2000¹	Factor conversión Col(2000)\$	Cuotas causadas (millones Col(00)\$)
1995	2576.20	19.46	2.18	5625
1996	3096.00	21.63	1.83	5658
1997	4559.40	17.88	1.50	6851
1998	5400.00	16.70	1.27	6883
1999	4990.00	9.23	1.09	5451
2000	5558.00	8.75	1.00	5558

1. Índice de precios al consumidor.

Fuente: Departamento Nacional de Estadística-DANE.

En 23 años el sector azucarero ha invertido Col\$110 mil millones en investigación y desarrollo tecnológico a través de CENICAÑA.

Durante el año 2000, para el desarrollo de las actividades de investigación el Centro vinculó a treinta y nueve profesionales, cinco jóvenes investigadores, cuarenta y tres auxiliares, sesenta y cinco obreros de campo y once estudiantes en práctica profesional.

II. Actividades de transferencia de tecnología realizadas por los investigadores de CENICAÑA, 2000

Actividad, lugar y fecha	Tema	Asistentes – participantes
SELECCIÓN Y MEJORAMIENTO DE VARIEDADES		
Día de campo. Ingenio Pichichí, hacienda Lorena. Marzo.	Observación de variedades, prueba regional series 88 a 91 y Estado IV de 1992	Veinte profesionales de campo de los ingenios Pichichí, Sancarlos y Providencia. Coordinador: H Ranjel
Día de campo. Incauca, hacienda Florencia. Jun.	Observación de variedades, Estado IV de 1993-1994	Treinta profesionales de campo de los ingenios Incauca y Providencia. Coord: H Ranjel
Día de campo. Incauca, hacienda El Congo. Jun.	Observación de variedades, Estado IV de 1992	Treinta profesionales de campo de los ingenios Incauca y Providencia. Coord: H Ranjel
Conferencia. 6 th Breeding Workshop (ISSCT). Barbados. Nov.14	Photoperiod management. Experiences in Colombia (C Viveros; H Ranjel; C Cassalet; A Amaya)	Sesenta mejoradores de 27 países. Conferenciante: H Ranjel
SANIDAD VEGETAL: PATOLOGÍA Y ENTOMOLOGÍA		
Conferencia. VI Jornada Científico Técnica de la Universidad Nacional Experimental del Táchira. San Cristóbal, Venezuela. Feb.22-25	Producción de plantas transgénicas y sus efectos	Asistentes a la jornada. Confer: JI Victoria
Entrenamiento. Laboratorio Fitopatología –Cenicaña. Jul.-agos.	Métodos moleculares y serológicos para la detección de enfermedades de la caña	Un profesional Universidad del Táchira-Venezuela. Coord: JC Angel, ML Guzmán
Conferencias. 21 ^o Congreso de ASCOLFI. Palmira. Agos.30-sept.1	<ul style="list-style-type: none"> - Importancia económica del síndrome de la hoja amarilla de la caña de azúcar (ScYLV) (JI Victoria, LE Cuervo, ML Guzmán) - Diagnóstico molecular de razas del virus causal del síndrome de la hoja amarilla en caña de azúcar en Colombia (JC Angel; F Angel; JI Victoria) - Evaluación de cinco enfermedades de la caña de azúcar mediante dot-blot y tissue-blot a partir de la misma muestra de tejido (ML Guzmán; JI Victoria) - Evaluación fitosanitaria de la zona panelera de Colombia (LE Cuervo; JI Victoria) 	Asistentes al Congreso. Confer: JI Victoria, JC Angel, ML Guzmán
Conferencias. V Congreso ATALAC. San José, Costa Rica. Sept.18-22	<ul style="list-style-type: none"> - Manejo integral del raquitismo de la soca en Colombia - Producción de semilla libre de patógenos de la caña de azúcar 	Asistentes al congreso. Confer: JI Victoria
Entrenamiento. Laboratorio Fitopatología –Cenicaña. Sept.	Manejo integral de enfermedades de la caña	Un profesional de CENCAE-Ecuador. Coord: JC Angel, ML Guzmán
Entrenamiento. Laboratorio Fitopatología –Cenicaña. Nov.29	Metodologías para la producción de semilla sana de caña de azúcar	Cuatro profesionales de ICA-Bogotá, ICA-Palmira, SENASA-Perú, Ingenio Laredo-Perú. Coord: JC Angel, ML Guzmán, JI Victoria

Continúa

Actividad, lugar y fecha	Tema	Asistentes – participantes
Visita técnica. Laboratorio Fitopatología –Cenicaña. Dic.06	Métodos de diagnóstico de enfermedades de la caña de azúcar	Un profesional del Ingenio Central Tumaco y un estudiante en práctica de Incauca. Coord: JC Angel, ML Guzmán
Seminario Avances de la investigación para el manejo de la hormiga loca <i>Paratrechina fulva</i> . Experiencias regionales de manejo integrado (Cenicaña-Colciencias). Bogotá. Jun.14.	Avances del proyecto Manejo integrado de la hormiga loca (<i>Paratrechina fulva</i>)	Treinta representantes de ICA, IICA, CIMPA, INCORA, DNP-VDOS, UPTC, Ministerio de Agricultura, Secretaría de Agricultura de Santander, Colciencias, Univalle, Aventis, Cyanamid, Minagro, Cenicaña. Coord: LA Gómez
Entrenamiento. Laboratorio de Entomología–Cenicaña. Nov. 23	Manejo de la cría de <i>Diatraea saccharalis</i>	Un ayudante de laboratorio Ingenio Mayagüez. Coord: LA Lastra
BIOTECNOLOGIA		
Conferencia. Semana de Intercambio Científico Nacional (Subdirección de Investigaciones, CORPOICA). Bogotá. Sept.15	Genómica y Bioinformática	Más de cien investigadores y técnicos de todas las regionales de CORPOICA. Confer: F Angel
Conferencia. Curso Técnica de AFLP (Amplified Fragment Length Polymorphism) no radioactivo (Dirección General, SINCHI). Bogotá. Sep.26	Uso y aplicaciones de los marcadores moleculares en estudios de biodiversidad, conservación de recursos genéticos y mejoramiento	Veinte investigadores de SINCHI, Universidad Javeriana-Btá, IPGRI, Universidad Nacional-Btá. y Medellín. Confer: F Angel
CAÑA VERDE		
Visita técnica. Cenicaña. Mar.16	Manejo de residuos de la cosecha de caña	Funcionarios CIMPA. Coord: F Villegas
Conferencias. Ingenio Riopaila (abr.13) Auditorio Asocaña (jun.21) Auditorio Asocaña (agos.9)	Manejo de residuos de la cosecha de caña	Técnicos Ingenio Riopaila. Cañicultores afiliados a Procaña. Comité de Quemasa-Asocaña. Confer: F Villegas
Conferencia. Agronomy Workshop (ISSCT). Miami-USA. Dic.2-6	Resultados de la investigación en caña verde realizada por Cenicaña	Asistentes al workshop. Confer: J Torres
MANEJO DE AGUAS: RIEGO Y DRENAJE		
Presentaciones. Incauca (mar.22); Ingenio La Cabaña (sept.14)	Nuevas opciones de drenaje	Técnicos ingenios. Confer: JR Cruz
Presentación. Ingenio Manuelita. Mar.16, jul.20, ago.9	Medición del agua en el campo	Técnicos, supervisores y mayordomos del ingenio. Confer: JR Cruz
Capacitación. Ingenio Pichichí. Abr.19 y 26; Ingenio Providencia. Oct.19 y 26	Control diario del riego	Trece técnicos de ambos ingenios. Capac: JR Cruz
Reuniones. Asocaña. Abr.17, jun.6, ago.8, oct.31	Estudio de las tarifas de energía y su impacto sobre el riego	Comité de Campo-Asocaña. Asist: JR Cruz
Asesoría. Cenicaña. Mar.24, may.26, jul.14, sep.22, dic.15	Diseño de un curriculum para el curso de técnicos en manejo de aguas	SENA, regional Tolima. Ases: JR Cruz

Actividad, lugar y fecha	Tema	Asistentes – participantes
NUTRICIÓN Y FERTILIZACIÓN		
Presentaciones. Ingenio Riopaila. Mar.2	Proyectos de investigación sobre fertilización con nitrógeno en condiciones difíciles por humedad. Pruebas de manejo de nitrógeno en un Vertisols húmedo en el Ingenio Riopaila	Diez técnicos y ayudantes de técnico del Ingenio. Confer: R Quintero
Presentación. Ingenio Central Castilla. Mar.13	Pruebas de manejo de potasio en un Inceptisols húmedo en Central Castilla.	Ocho técnicos de los ingenios Castilla y Riopaila. Coord: R Quintero
Visita de observación y análisis. Ingenio Risaralda, hda. Buenos Aires. Abr.25	Propósito: determinar las posibles causas de los bajos rendimientos teóricos y reales de la variedad CC 84-75 en varias suertes de la hacienda Buenos Aires; recomendaciones para el siguiente corte (4°).	Técnicos del Ingenio. Asis: R Quintero
Día de campo. Ingenio Manuelita, ste. Rosario 86. May.23	Observación de las respuestas de la variedad CC 89-2000 a las aplicaciones de nitrógeno en un suelo serie Palmira	Quince técnicos de los ingenios Manuelita, Incauca, Providencia y de Cenicaña. Coord: R Quintero
Presentación. Ingenio Risaralda. Jun.23 humedad	Proyectos de investigación de fertilización con nitrógeno en condiciones difíciles por Ingenio.	Diez personas entre directivos, jefes de zona y departamento técnico del Confer: R Quintero
Presentación. Ingenio Risaralda. Sep.13	Toma de muestras de suelo para análisis	Doce técnicos y ayudantes de técnico del Ingenio. Confer: R Quintero
Conferencia. Simposio “El cultivo de la caña de azúcar”. San Pedro Sula (Honduras). Jun.8-9	Fertilización de la caña de azúcar en suelos del valle del río Cauca, Colombia	Técnicos, empresarios e investigadores de Honduras, Nicaragua, Guatemala y Colombia. Confer: R Quintero
MADURACIÓN DE LA CAÑA Y PRODUCTOS MADURADORES		
Conferencia. CVC-Cali. Ene.26	Uso de maduradores en el cultivo de la caña de azúcar	Comité para la Producción Limpia – CVC. Confer: F Villegas
Seminario. Cenicaña (con patrocinio del ICA y Monsanto). Ago.1-2	Aplicación aérea de insumos agrícolas	Cuarenta técnicos del sector agrícola. Coord: F Villegas
Presentación. Ingenio Manuelita, sep.8; Ingenio Sancarlos, nov.14	Evaluación de productos alternativos para la maduración de la caña	Técnicos ingenios Manuelita y Sancarlos. Confer: F Villegas
MANEJO DEL CULTIVO EN CONDICIONES DIFÍCILES		
Presentaciones. Ingenios Sancarlos (may.9), Risaralda (may.26), Incauca (jun.23), Manuelita (ago.10), Cenicaña (jul.13 y 27)	Proyecto: Manejo del cultivo en condiciones difíciles	Técnicos de los ingenios. Pres: J Torres
COMPACTACION DE SUELOS		
Presentación. Ingenio Manuelita. Sep.1	Compactación de suelos	Técnicos Ingenio Manuelita. Confer: J Torres

Continúa

Actividad, lugar y fecha	Tema	Asistentes – participantes
RENOVACIÓN DE PLANTACIONES CON LABRANZA REDUCIDA		
Seminario. Cenicafá. Feb.	Avances de la investigación en labranza reducida	Cuarenta y ocho técnicos de ingenios y proveedores de caña. Confer: JP Osorio (Ing. Sancarlos); R Villegas (Oriente S.A.), EF Cerón (Cenicafá)
Presentaciones. Ingenios Risaralda (may), Carmelita (jun), Sancarlos (jun), Riopaila (jul).	Avances de la investigación en labranza reducida	Veintiséis profesionales y siete asistentes de campo de los distintos ingenios. Coord: EF Cerón
Presentaciones. Empresa Agrícola del Cauca (ene); Grupo Pichucho (feb); hda. El Albión (mar); hda. Cañaveral (abr); hda. Brasil (abr); Grupo EPRA (may); Grupo Salento (jun); hda. Piles (jun); hda. Judea-Villegas (oct); Producciones Agrícolas CAVI (nov); hda. Méjico (nov); hda. San Lorenzo (dic).	Avances de la investigación en labranza reducida	Trece profesionales y veintinueve asistentes de campo de las diferentes empresas proveedoras de caña. Coord: EF Cerón
Asistencia técnica y capacitación. Empresa Agrícola del Cauca (ene); hda. El Albión (mar); Ingenio Providencia (jul); hda. Méjico (nov); hda. Chundular (nov); hda. San Lorenzo (dic).	Asistencia en programación y supervisión de labores. Capacitación en aplicación de herbicida para erradicación de plantación por renovar	Capacitación para cinco profesionales, cinco asistentes de campo, cuarenta y un operarios de las diferentes empresas. Coord: EF Cerón
Asistencia técnica y capacitación. Ingenio Mayagüez.	Renovación de cultivo intercalado caña-maíz en época lluviosa. Capacitación en aplicación de gramínicida	Capacitación para un profesional, un asistente de campo y nueve operarios del Ingenio. Coord: EF Cerón
Día de campo y capacitación. Ingenio Riopaila. Mar.	Aplicación de gramínicida para renovación con labranza reducida de plantaciones caña-maíz	Tres profesionales Ing. Riopaila; tres de Empresas del Maíz, Novartis y Monsanto. Coord: Ingenio Riopaila; EF Cerón
Presentación. Ingenio Sancarlos. Ene.	Resultados del experimento sobre evaluación del desempeño de los subsoladores Subesca y Cenitándem en Vertisols del Ingenio Sancarlos	Siete técnicos del Ingenio. Coord: J Torres, EF Cerón.
METEOROLOGÍA Y CLIMATOLOGÍA		
Seminario. Cenicafá. May.5	La meteorología aplicada al manejo de quemas de caña de azúcar	Treinta técnicos vinculados con Procaña, CVC, CRC, DAGMA, CIAT, Univalle, Universidad Nacional de Colombia (Palmira), ASOCAÑA y Cenicafá. Confer: E Cortés
Conferencia. Seminario Internacional “El cambio climático y sus impactos socioeconómicos”. Universidad Nacional de Colombia-sede Bogotá. Dic.11-13	Incidencia de los fenómenos El Niño y La Niña sobre las condiciones climáticas en el valle del río Cauca	Asistentes al seminario. Confer: E Cortés
Seminario-taller. Ingenio Sancarlos. Jul.26	Manejo de quemas de caña de azúcar con información meteorológica	Treinta técnicos de los ingenios Carmelita, Manuelita, Pichichí, Providencia, Risaralda y Sancarlos. Confer: E Cortés

Actividad, lugar y fecha	Tema	Asistentes – participantes
Seminario-taller. Ingenio Mayagüez. Oct.19	Manejo de quemas de caña de azúcar con información meteorológica	Veintiséis técnicos de los ingenios Central Castilla, Central Tumaco, Incauca, María Luisa, Mayagüez y La Cabaña. Confer: E Cortés
Seminario-taller. Ingenio Risaralda. Oct.20	Manejo de quemas de caña de azúcar con información meteorológica	Doce técnicos del Ingenio Risaralda y de Corpocaldas. Confer: E Cortés
SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA -SIG		
Presentaciones. Primera jornada sobre aplicaciones diversas de los sistemas de información geográfica (Cenicaña). Asocaña. May.30	<ul style="list-style-type: none"> - SIG para planeación y administración de una empresa forestal (E Osorio, A Uribe, S Builes -Smirfit Cartón de Colombia). - Sistema de soporte a la decisión de despacho de maquinaria al campo (N Vásquez -Incauca). - Ejercicio para la programación de labores de campo y cosecha de caña en invierno-verano. Proceso para la agricultura de precisión en el Ingenio Central Castilla (J Torres -Central Castilla). - El Plan de Ordenamiento Territorial de Puerto López, una experiencia exitosa de trabajo interdisciplinario (Y Rubiano -CIAT). - Balance hídrico gráfico para la programación de inicio de riego (JR Rojas - Providencia). - Model Builder: la revolución para el modelamiento espacial (Y Gómez -Prosis). - Aplicaciones diversas de los SIG en un ingenio azucarero (VB Ortiz-J Carbonell -Cenicaña). 	Ciento cuarenta personas: cañicultores, investigadores y técnicos de las industrias azucarera y forestal, proveedores de SIG. Coord: VB Ortiz, J Carbonell
Inducción. Cenicaña. Jul.19	Manejo y aplicaciones del programa ArcVIEW	Cañicultores y técnicos de ingenios azucareros. Confer: BV Ortiz
ESTADÍSTICA		
Conferencia. Semana de la estadística. Univalle.Dic.4	Análisis de la variabilidad de la producción de caña intrasuerte utilizando la estadística espacial	Confer: A Palma
MEDIO AMBIENTE		
Presentación. Ingenio Central Castilla. Abr.	Diagnóstico del sistema de lavado de caña en el Ingenio Central Castilla (informe final) (LM Calero, C López, O Ospina)	Técnicos de fábrica del Ingenio. Pres: LM Calero
Presentación. Cenicaña. Mar. y sep.	Proyectos y actividades de Cenicaña en el área de medio ambiente (campo y fábrica)	Cinco funcionarios del SENA (Colombia) y de CENCAE (Ecuador) Confer: LM Calero
Presentación. Semana Ambiental Ingenio Sancarlos. Jun.30	Manejo integral de residuos sólidos	Ochenta empleados del Ingenio. Confer: LM Calero
Presentación. Ingenio Providencia. Jul.14	Aplicación de modelos de dispersión de las emisiones de material particulado y determinación de la zona de influencia de éstas	Tres técnicos de fábrica del Ingenio. Pres: LM Calero

Continúa

Actividad, lugar y fecha	Tema	Asistentes – participantes
Conferencia. Asocaña. Oct.19	Evaluación de la dispersión de material particulado mediante la aplicación del modelo Screen 3 (EPA). Caso: I. Providencia	Catorce personas: comité ambiental de fábrica (Asocaña), CVC. Confer: LM Calero
Conferencia. Buenos Aires (Argentina). Oct.24	Informe sobre la legislación ambiental en Colombia, situación actual y ejecución de proyectos en la agroindustria azucarera	Técnicos Ingenio Ledesma (Arg.) y Proyecto PIEEP de la GTZ. Confer: LM Calero
Presentación. Ingenio Riopaila. Dic.12	Metodología para el establecimiento de pruebas intra-laboratorios: comparativos estadísticos de metodologías analíticas	Técnicos Laboratorio y Control Industrial, Ingenio Riopaila. Pres: LM Calero
PÉRDIDAS DE SACAROSA		
Reuniones. Ingenio Riopaila. Mar.30, jun.28 Trabajo cooperativo. Ingenio Manuelita-Cenicaña. Nov.27	Planteamientos sobre efectos de la materia extraña en el proceso agroindustrial Metodologías de laboratorio y balances de sacarosa. Resultados de calidad de mieles y pérdidas de sacarosa (Informe final)	Diez personas de fábrica y administración del Ingenio. Pres: JE Larrahondo Grupo técnico de fábrica, Ingenio Manuelita-Cenicaña. Asis: JE Larrahondo
Conferencia. Simposio “El cultivo de la caña de azúcar”. San Pedro Sula (Honduras). Jun.8-9	La calidad de la caña y sus implicaciones en el proceso industrial	Técnicos, empresarios e investigadores de Honduras, Nicaragua, Guatemala y Colombia. Confer: JE Larrahondo
PROCESOS MECANICOS DE FABRICA		
Conferencia. Ingenio Manuelita. Nov.30	Problemas rotodinámicos en equipos críticos	Técnicos de fábrica del Ingenio. Confer: AL Gómez
Presentación. Ingenio Manuelita.	Desarrollo de un procedimiento de soldadura automatizado para blindaje de mazas de acero en la industria azucarera (Cenicaña-Univalle)	Técnicos de fábrica del Ingenio. Pres: AL Gómez
ENERGIA Y ALCOHOL		
Poster. 1st. World conference and exhibition on biomass for energy and industry. Sevilla (España). Jun. 5-9	Electric power from green harvesting residues of sugar cane in Colombia:prefeasibility study in its technical and economical viability (GC Cabrera, ME Rosillo, CO Briceño)	Asistentes al evento Asist: GC Cabrera, ME Rosillo (Univalle)
Reuniones. Asocaña.	Consideraciones generales para la producción de 300 mil litros por día de alcohol carburante en la industria azucarera colombiana. Elementos básicos del proceso productivo de etanol a partir de jugos de caña y melazas de exportación. (informe final, nov.)	Part: J Casas (Manuelita), H Afanador (Riopaila), I Ramos (Central Castilla), E García (Sucromiles), M Figueroa (Sucromiles), U Ochoa (Sucromiles), H Vásquez (Mayagüez), AA Ramos (Providencia), S Sherman (Consultor Brasil), J Peñaranda (La Cabaña), NJ Gil (Cenicaña), CO Briceño (Cenicaña)
PROGRAMA DE INVESTIGACIÓN EN PROCESOS DE FÁBRICA		
Presentación. Cenicaña. Oct.	Medición del impacto de los sistemas de transferencia y adopción de los productos y metodologías generadas en el proceso de investigación del Programa de Fábrica de Cenicaña	Comité de Fábrica (Cenicaña). Pres: CO Briceño
CLUSTER DEL AZUCAR		
Conferencia. Seminario “Instrumentos para el desarrollo tecnológico regional”. CITI, Bucaramanga. Abr.6-7	Las unidades productivas y de apoyo (cluster) del sector azucarero colombiano (R Villaveces, CA Luna, CO Briceño)	Asistentes al seminario. Confer: CO Briceño

III. Atención de estudiantes y técnicos agropecuarios, 2000

Fecha	Institución y número de visitantes	Tema (responsable)
Abr.13	Centro Agropecuario SENA-Buga. 50 estudiantes de Técnico en Admon. Agropecuaria	- Manejo integrado de plagas (LA Lastra) - Multiplicación de semilla (ML Guzmán) - Riego (JR Cruz)
May.2	Fundación Universitaria de Popayán. 12 estudiantes pregrado Ecología	Biotecnología aplicada al mejoramiento de variedades y al diagnóstico de enfermedades (F Angel)
May.17	U. del Tolima. 22 estudiantes pregrado Ing. Agronómica	- Variedades (CA Viveros) - Manejo aguas (JR Cruz) - Red meteorológica automatizada (E Cortés)
May.18	U. Nacional de Colombia-sede Bogotá. 30 estudiantes pregrado Ing. Agron.	Obtención y mejoramiento varietal (H Ranjel)
May.29	U. Nacional de Colombia-sede Palmira. 35 estudiantes pregrado Ing. Agron.	Manejo de aguas (JR Cruz)
Jun.2	U. de Cundinamarca. 40 estudiantes pregrado Administración	Modelo Cenicaña y desarrollo tecnológico en la industria azucarera (N Pérez)
Jun.8	U. Nacional de Colombia-sede Medellín. 20 estudiantes pregrado Ing. Agron.	- Obtención y mej. varietal (H Ranjel) - Manejo aguas (JR Cruz)
Jun.9	U. de los Llanos. 24 estudiantes pregrado Ing. Agron.	Modelo Cenicaña y desarrollo tecnológico en la industria azucarera (N Pérez)
Jun.16	U. de Caldas. 35 estudiantes pregrado Ing. Agron.	Obtención y mejoramiento varietal (H Ranjel)
Jul.13	FEDEPANELA. Siete directivos	Modelo Cenicaña y macroproyectos de investigación (A Amaya, J Victoria, J Torres, J Carbonell, CA Luna, CH Isaacs, E Anderson, CO Briceño, G Bustamante)
Jul.26	U. Nacional de Colombia-sede Medellín. Ocho estudiantes pregrado en Biotecnología	Biotecnología aplicada al mejoramiento de variedades y al diagnóstico de enfermedades (F Angel)
Sep.19	U. de la Amazonia. 20 estudiantes pregrado Ing. Agron.	- Identificación y manejo de plagas (LA Lastra) - Identif. y manejo enfermedades (JC Angel)
Sep.27	ASORUT. Seis técnicos y agricultores	Principios y diseño aforador RBC (JR Cruz)
Oct.11	U. Pedagógica y Tecnológica de Colombia-sede Sogamoso. 25 estudiantes pregrado Economía	Análisis económico en agroindustrias (CA Luna, C Posada)
Oct.13	CAFISEVILLA. 25 técnicos y agricultores paneleros	- Manejo aguas (JR Cruz) - Fertilización (R Quintero) - Plagas, semilleros y enfermedades (LA Lastra, JC Angel) - Variedades caña (H Ranjel)
Oct.20	U. Nacional de Colombia-sede Palmira. 17 estudiantes pregrado Ing. Agríc.	Sistemas de información geográfica (BV Ortiz)
Nov.15 y 17	U. Nacional de Colombia-sede Palmira. 15 estudiantes pregrado Ing. Agríc.	- Labranza reducida (EF Cerón) - Mecanización y cosecha (F Villegas) - Manejo de aguas (JR Cruz) - Red meteorológica automatizada (E Cortés) - SIG (BV Ortiz)
Nov.16	U. Nacional de Colombia-sede Bogotá. 60 estudiantes de pregrado Ing. Agron.	- Red meteorológica automatizada (E Cortés, JY Gutiérrez) - Zonificación agroclimática (J Torres) - Manejo y productividad suelos (R Quintero)
Nov.17	U. de los Llanos. 12 estudiantes pregrado Ing. Agron.	- Suelos y nutrición (R Quintero) - SIG (BV Ortiz) - Mejoramiento variedades (CA Viveros) - Biotecnología (F Angel)
Nov.21	U. del Tolima. 15 estudiantes pregrado Ing. Agron.	- Manejo de quemadas agrícolas con información meteorológica (E Cortés)
Nov.22	U. Nacional de Colombia-sede Palmira. 12 estudiantes pregrado Ing. Agron.	- Manejo de aguas (JR Cruz)
Dic.7	U. Nacional de Colombia-sede Medellín. 20 estudiantes pregrado Ing. Agron.	- Genética molecular (F Angel) - Cultivo de tejidos (ML Guzmán)
Total	14 instituciones. 520 personas	

IV. Publicaciones CENICAÑA, 2000

- Amaya Estévez, A.; Torres, J.S.; Quintero Durán, R.; Luna González, C.A.; Moreno Gil, C.A.; Palma Zamora, A.E.; Carbonell González, J.; Cortes Betancourt, E.; Ranjel Jiménez, H. Megaenvironments for the colombian sugar industry: characterisation and implications for varietal selection and crop management. En: Congress of the International Society of Sugar Cane Technologists, 23, New Delhi, 22-26 February, 1999. Proceedings. New Delhi, ISSCT, 1999. v.2, p.449-458.
- Amaya Estévez, A.; Viveros Valens, C.A.; Ranjel Jiménez, H.; Villegas T., F.; Torres, J.S.; Larrahondo, J.E.; Orozco Cobo, B.; Luna González, C.A.; Palma Zamora, A.E.; Franco Arango, R.; González, A.; Bohorquez, J.; Ospina López, O. Avances y proyecciones en la selección de variedades para la cosecha en verde. Cali, CENICAÑA, 2000. 17p. (Documento de trabajo, no.452) (Presentado en Congreso Colombiano de la Asociación de Técnicos de la Caña de Azúcar 5, Cali, 4-6 oct.-2000)
- ANALIT. Angel Sánchez, F. Comentario sobre biotecnología. Carta Trimestral CENICAÑA (Colombia) v.22 nos.1-2, p.38-39.2000.
- ANALIT. Briceño Beltrán, C.O. Cogeneración en ingenios azucareros. Carta Trimestral CENICAÑA (Colombia) v.22 nos.1-2, p.18-21. 2000.
- ANALIT. Briceño Beltrán, C.O.; Calero Salazar, L.M. Exportación de certificados de reducción de emisiones y uso de la biomasa como combustible. Carta Trimestral CENICAÑA (Colombia) v.22 nos.1-2, p.13-15. 2000.
- ANALIT. Caicedo Mejía, D.F.; Bejarano Sandoval, N.; Briceño Beltrán, C.O.; Palma Zamora, A.E.; Reif, S. Modelación estadística de la estación de clarificación de un ingenio azucarero. International Sugar Journal v.102 no.1218, p.311-317. June 2000.
- ANALIT. Larrahondo, J.E. Nuevas aplicaciones de la espectroscopia de infrarrojo cercano NIR. Carta Trimestral CENICAÑA (Colombia) v.22 nos.1-2, p.6. 2000.
- ANALIT. Quintero Durán, R.; Alvarado Castillo, L.E. CC 85-92 y PR 61-632 en suelos arcillosos secos: respuestas al nitrógeno y al potasio. Carta Trimestral CENICAÑA (Colombia) v.22 nos.1-2, p.7-12. 2000.
- Arcila C., A.M.; Gómez L., L.A.; Chacón-Ulloa, P. Ciclo de vida de la hormiga loca, *Paratrechina fulva* (Hymenoptera: formicidae) y demografía de colonias en condiciones de laboratorio. Cali, CENICAÑA, 2000. 12 p. (Documento de trabajo, no.468) (Presentado en Congreso Colombiano de la Asociación de Técnicos de la Caña de Azúcar 5, Cali, 4-6 Oct., 2000)
- Besosa Tirado, R.; Torres, J.S.; Cerón González, E.F. Experiencias con labranza reducida en el Ingenio Providencia. Cali, CENICAÑA, 2000. 14 p. (Documento de trabajo, no.440) (Presentado en Congreso Colombiano de la Asociación de Técnicos de la Caña de Azúcar 5, Cali, 4-6 Oct., 2000)
- Betancourt Vásquez, M.; Victoria Kafure, J.I.; Angel Sánchez, J.C. Informe final de pasantía. Purificación del virus baciliforme de la caña de azúcar (Sugarcane Bacilliform badnavirus ScBV); purificación del virus del síndrome de la hoja amarilla (Sugarcane yellow leafluteovirus ScYLV). Cali, CENICAÑA, 2000. 68 p.
- Briceño Beltrán, C.O. Producción de alcohol anhídrido para oxigenar las gasolinas colombianas: potencialidad y proyecciones. Cali, CENICAÑA, 2000. 24 p. (Documento de trabajo, no.435)
- Briceño Beltrán, C.O.; Cock, J.H. Excursión técnica a las industrias azucareras de Alemania Oriental y Suiza. Cali, CENICAÑA, 2000. 10 p. (Documento de trabajo, no.453)
- Briceño Beltrán, C.O.; Hurtado González, C.E.; Torres, J.S.; Bolívar M., J.; Romero L., J.C. Design, construction and evaluation of an experimental trayless clarifier. En: Congress of the International Society of Sugar Cane Technologists, 23, New Delhi, 22-26 February, 1999. Proceedings. New Delhi, ISSCT, 1999. v.1, p.F-P343. (Sólo Resumen)
- Briceño Beltrán, C.O.; Cock, J.H. Modernization of the east german sugar factories. Cali, CENICAÑA, 2000. 16 p. (Documento de trabajo, no.436)
- Cabra Tamayo, M.C. Informe final del contrato pasantía joven investigador Convenio CENICAÑA-COLCIENCIAS. Caracterización estadística de las variables climáticas radiación solar, temperatura del aire y precipitación atmosférica en tres estaciones meteorológicas de los departamentos de Cauca, Valle del Cauca y Risaralda. Cali, CENICAÑA, 2000. 201 p. 1 Disquete.
- Cabra Tamayo, M.C.; Moreno Gil, C.A.; Cortés Betancourt, E.; Daza, O.H. Caracterización estadística de algunas variables climáticas para tres sitios en el valle del río Cauca. Cali, CENICAÑA, 2000. 26 p. (Documento de trabajo, no.461) (Presentado en Congreso Colombiano de la Asociación de Técnicos de la Caña de Azúcar 5, Cali, 4-6 Oct., 2000)
- Cabrera Ruiz, V.; Moreno Gil, C.A.; Rodríguez, N.S.; Amaya Estévez, A.; Daza, O.H. Análisis estadístico del experimento sobre desarrollo fisiológico en las variedades CC 85-68, MZC 74-275 y CC 85-92 realizado por CENICAÑA y CORPOICA. Cali, CENICAÑA, 2000. 265 p. (Documento de trabajo, no.472)

- Cadena Saucedo, S.F. Informe final del contrato Convenio COLCIENCIAS-CENICAÑA. Comparación de dos métodos indirectos para la programación de los riegos en la caña de azúcar. Cali, CENICAÑA, 2000. 19 p.
- Cadena, S.F.; Torres, J.S.; Cruz Valderrama, R. El aporque en el cultivo de la caña de azúcar. Cali, CENICAÑA, 2000. 14 p. (Documento de trabajo, no.470)
- Carbonell González, J.; Ortiz Uribe, B.V. Aplicaciones de las imágenes de satélite en el sector azucarero colombiano. Cali, CENICAÑA, 2000. 21 p. (Documento de trabajo, no.451)
- Carbonell González, J.; Ortiz Uribe, B.V. Factores relacionados con la producción y ubicación espacial de la variedad CC 85-92. Cali, CENICAÑA, 2000. 19 p. (Documento de trabajo, no.450) (Presentado en Congreso Colombiano de la Asociación de Técnicos de la Caña de Azúcar 5, Cali, 4-6 Oct., 2000)
- Carbonell González, J.A. Imágenes de satélite: posibles usos en la industria azucarera. Cali, CENICAÑA, 2000. 57 p. (Documento de trabajo, no.473)
- Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia. Cali. Homenaje al doctor James H. Cock. Acto de despedida. Cali, Marzo 31 de 2000. Cali, CENICAÑA, 2000. 12 p.
- Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia. Cali. Reunión bienal con ingenios y cultivadores 1997 y 1999. Cali, CENICAÑA, 1999. 509 p. 1 CD-Rom. (Documento de trabajo, no.432)
- Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia. Cali. Informe anual 1999. Cali, CENICAÑA, 2000. CD-ROM.
- Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia. Cali. Macroproyecto de caña verde. Primer Informe Técnico. Contrato COLCIENCIAS-CENICAÑA código: 2214-07-755-98. Cali, CENICAÑA, 1999. 114 p. (Documento de trabajo, no.476)
- Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia. Cali. Macroproyecto de caña verde. Segundo informe técnico. Avances y resultados Julio 1999 a Septiembre 2000. Contrato COLCIENCIAS-CENICAÑA. Código: 2214-07-755-98. Cali, CENICAÑA, 2000. 93 p. (Documento de trabajo, no.477)
- Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia. Cali. Programa 2001. Macroproyectos y proyectos complementarios. Hechos destacados. Cali, CENICAÑA, 2000. 91 p. (Documento de trabajo, no.478)
- Cerón González, E.F.; Torres, J.S.; Villegas T., F. Erradicación química de plantaciones de caña de azúcar. Cali, CENICAÑA, 2000. 16 p. (Documento de trabajo, no.443)
- Cock, J.H. Informe del Director General a la Sala General. Cali, CENICAÑA, 2000. 11 p. (Documento de trabajo, no.430)
- Cruz Valderrama, R. Diseño del campo para la cosecha de caña verde. Cali, CENICAÑA, 2000. 18 p. (Documento de trabajo, no.437) (Presentado en Congreso Colombiano de la Asociación de Técnicos de la Caña de Azúcar 5, Cali, 4-6 Oct., 2000)
- Cruz Valderrama, R.; Silva, L.M.; Torres, J.S. Nuevas opciones de drenaje. Cali, CENICAÑA, 2000. 13 p. (Documento de trabajo, no.438) (Presentado en Congreso Colombiano de la Asociación de Técnicos de la Caña de Azúcar 5, Cali, 4-6 Oct., 2000)
- Daza, O.H. Riego por aspersión con cañón incorporado. Cali, CENICAÑA, 2000. 19 p. (Documento de trabajo, no.458) (Presentado en Congreso Colombiano de la Asociación de Técnicos de la Caña de Azúcar 5, Cali, 4-6 Oct., 2000)
- Daza, O.H.; Luna González, C.A. Aplicación de una herramienta de apoyo en la decisión de la renovación de la plantación de caña. Cali, CENICAÑA, 2000. 24 p. (Documento de trabajo, no.459) (Presentado en Congreso Colombiano de la Asociación de Técnicos de la Caña de Azúcar 5, Cali, 4-6 Oct., 2000)
- Garzón Marmolejo, M.I. Informe final del contrato pasantía joven investigador Convenio COLCIENCIAS-CENICAÑA. Caracterización ambiental de los procesos de fábrica. Efluentes líquidos. Cali, CENICAÑA, 2000. 37 p. 3 Disquetes.
- Gómez L., L.A.; Lastra Borja, L.A.; Gutiérrez, Y.; Londoño, F. El gusano cabrito, *Caligo illioneus*. Una sinopsis para su manejo. Cali, CENICAÑA, 2000. 13 p. (Documento de trabajo, no.469)
- Gómez L., L.A.; Lastra Borja, L.A. Manipulación y aumento de enemigos naturales en el manejo integrado de las plagas de la caña de azúcar. Cali, CENICAÑA, 2000. 27 p. (Documento de trabajo, no.431) (Presentado en Curso Taller Internacional de Control Biológico de Plagas (MIP), Bogotá, 15-27 Mayo, 2000)
- Gómez, L.; Victoria Kafure, J.I. Hongos para la descomposición de los residuos de la cosecha de caña verde. Cali, CENICAÑA, 2000. 17 p. (Documento de trabajo, no.444)
- Isaacs Echeverry, C.H.; Carrillo Camacho, V.E.; Caicedo Muñoz, G.H.; Paz Torres, H.G.; Palma Zamora, A.E. Los clientes de la nueva tecnología. Censo y tipificación de productores de caña de azúcar de la industria azucarera colombiana, 1998. Cali, CENICAÑA, 2000. 64 p. (Serie técnica, no.27)

- Isaacs Echeverry, C.H.; Raigosa Varela, J.P. Factores que influyen en la difusión y adopción de las variedades CC 85-92 y CC 84-75 en el sector azucarero colombiano. Cali, CENICAÑA, 2000. 31 p. (Documento de trabajo, no.474)
- Isaacs Echeverry, C.H.; Raigosa Varela, J.P.; Caicedo Muñoz, G.H.; Paz Torres, H.G.; Carrillo, V.E. Estudio del cliente de la nueva tecnología de CENICAÑA, Tercer informe técnico. Contrato COLCIENCIAS-CENICAÑA. Código 2214-07-336-95. Cali, CENICAÑA, 2000. 202 p.
- Larrahondo, J.E. Perspectivas industriales de los subproductos y derivados de la caña de azúcar. Cali, CENICAÑA, 2000. 11 p. (Documento de trabajo, no.433)
- Larrahondo, J.E.; Orozco Cobo, B.; Moreno Gil, C.A.; Luna González, C.A.; Palma Zamora, A.E. Economic analysis of losses in sucrose content in sugarcane, using a non-destructive method. En: Congress of the International Society of Sugar Cane Technologists, 23, New Delhi, 22-26 February, 1999. Proceedings. New Delhi, ISSCT, 1999. v.1, p.F-P333-334. (Sólo Resumen)
- Lastra Borja, L.A.; Gómez L., L.A. Efecto de la cosecha en verde sobre los insectos asociados con la caña de azúcar. Cali, CENICAÑA, 2000. 12 p. (Documento de trabajo, no.467) (Presentado en Congreso Colombiano de la Asociación de Técnicos de la Caña de Azúcar 5, Cali, 4-6 Oct., 2000)
- Luna González, C.A.; Moreno Gil, C.A.; Palma Zamora, A.E.; Cabrera Ruiz, V.; Daza, O.H. La edad de la caña al corte y el rendimiento en azúcar. Cali, CENICAÑA, 2000. 24 p. (Documento de trabajo, no.463) (Presentado en Congreso Colombiano de la Asociación de Técnicos de la Caña de Azúcar 5, Cali, 4-6 Oct., 2000)
- Luna González, C.A.; Posada Contreras, C.; Orozco Cobo, B. Costos económicos: requisito para aumentar la competitividad. Cali, CENICAÑA, 2000. 13 p. (Documento de trabajo, no.664) (Presentado en Congreso Colombiano de la Asociación de Técnicos de la Caña de Azúcar 5, Cali, 4-6 Oct., 2000)
- Luna González, C.A.; Posada Contreras, C.; Orozco Cobo, B.; Girón Otero, M.; Herrera, C.A.; Vivas, A.L. Generador de presupuestos en la producción de azúcar: una metodología para estimar las inversiones, costos e ingresos. Cali, CENICAÑA, 2000. 20 p. (Documento de trabajo, no.456) (Presentado en Congreso Colombiano de la Asociación de Técnicos de la Caña de Azúcar 5, Cali, 4-6 Oct., 2000)
- Luna González, C.A.; Posada Contreras, C.; Orozco Cobo, B.; Palma Zamora, A.E.; Moreno Gil, C.A. Cuánta azúcar producir en forma eficiente en un año. Cali, CENICAÑA, 2000. 18 p. (Documento de trabajo, no.434)
- Moreno Gil, C.A.; Cortés Betancourt, E.; Carbonell González, J. Determinación de un índice climático para estimar el efecto del clima en el cultivo de la caña. Cali, CENICAÑA, 2000. 15 p. (Documento de trabajo, no.462) (Presentado en Congreso Colombiano de la Asociación de Técnicos de la Caña de Azúcar 5, Cali, 4-6 Oct., 2000)
- Oliveros, E.; Orrego Chansi, W.; Gómez, A.L. Experiences with «two roll» crushing mills computer modelling and evaluation. En: Congress of the International Society of Sugar Cane Technologists, 23, New Delhi, 22-26 February, 1999. Proceedings. New Delhi, ISSCT, 1999. v.1, p.FE-182-193.
- Orozco Cobo, B. Informe final del contrato pasantía joven investigador Convenio COLCIENCIAS-CENICAÑA. Modelo económico para el análisis de los sistemas de cosecha de caña de azúcar. Cali, CENICAÑA, 2000. 78 p. (3 Disquetes)
- Orozco Cobo, B.; Palma Zamora, A.E.; Luna González, C.A.; Larrahondo, J.E.; Galvis, D.; Pinzón, J.M.; Arias, C.M.; Vidal, G.L.; Sluga, L. Modelo económico para el análisis de los sistemas de cosecha. Cali, CENICAÑA, 2000. 27 p. (Documento de trabajo, no.457) (Presentado en Congreso Colombiano de la Asociación de Técnicos de la Caña de Azúcar 5, Cali, 4-6 Oct., 2000)
- Ortiz Uribe, B.V.; Carbonell González, J.; Palma Zamora, A.E. Análisis espacio-temporal de la productividad de caña de azúcar en Colombia. Cali, CENICAÑA, 2000. 26 p. (Documento de trabajo, no.449) (Presentado en Congreso Colombiano de la Asociación de Técnicos de la Caña de Azúcar 5, Cali, 4-6 Oct., 2000)
- Palma Zamora, A.E.; Luna González, C.A. Niveles de aceptabilidad y evaluación de desempeño del cultivo en caña de azúcar. Cali, CENICAÑA, 2000. 24 p. (Documento de trabajo, no. 454) (Presentado en Congreso Colombiano de la Asociación de Técnicos de la Caña de Azúcar 5, Cali, 4-6 Oct., 2000)
- Palma Zamora, A.E.; Luna González, C.A.; Carbonell González, J.; Ortiz Uribe, B.V. Classification of the natural conditions in sugar cane crops for a region in Colombia. En: Congress of the International Society of Sugar Cane Technologists, 23, New Delhi, 22-26 February 1999. Proceedings. v.2, p.108-115.
- Pantoja, J.E.; Torres, J.S. Impacto de la cosecha mecanizada en períodos húmedos. Cali, CENICAÑA, 2000. 17 p. (Documento de trabajo, no.439) (Presentado en Congreso Colombiano de la Asociación de Técnicos de la Caña de Azúcar 5, Cali, 4-6 Oct., 2000)
- Posada Contreras, C.; Luna González, C.A. Comportamiento comercial de la caña de azúcar cosechada en el valle del río Cauca durante 1999. Cali, CENICAÑA, 2000. 119 p. (Serie técnica, no.28)

- Posada Contreras, C.; Orozco Cobo, B.; Luna González, C.A.; Herrera, C.A.; Girón Otero, M. Metodología para la determinación del costo del vapor en la producción de azúcar. Cali, CENICAÑA, 2000. 28 p. (Documento de trabajo, no.455) (Presentado en Congreso Colombiano de la Asociación de Técnicos de la Caña de Azúcar 5, Cali, 4-6 Oct., 2000)
- Quintero Durán, R. Fertilización de la CC 85-92 con nitrógeno y potasio en tres suelos del valle del río Cauca. Cali, CENICAÑA, 2000. 19 p. (Documento de trabajo, no.446)
- Quintero Durán, R. Fertilización de la V 71-51 con nitrógeno y potasio en dos suelos del valle del Río Cauca. Cali, CENICAÑA, 2000. 22 p. (Documento de trabajo, no.428)
- Quintero Durán, R.; Gómez Peña, J.F. Fraccionamiento y épocas de aplicación del nitrógeno para la variedad CC 85-68 en un suelo Mollisols. Cali, CENICAÑA, 2000. 17 p. (Documento de trabajo, no.447)
- Raigosa Varela, J.P.; Isaacs Echeverry, C.H. Estudio de adopción de tecnologías de programación y aplicación de riego en caña de azúcar en el valle del río Cauca, 1999. Cali, CENICAÑA, 2000. 25 p. (Documento de trabajo, no.471) (Presentado en Congreso Colombiano de la Asociación de Técnicos de la Caña de Azúcar 5, Cali, 4-6 Oct., 2000)
- Rangel Lema, M.P. Informe final del contrato pasantía joven investigador Convenio CENICAÑA-COLCIENCIAS. Transformaciones genéticas de caña de azúcar mediante la técnica de bombardeo de partículas. Cali, CENICAÑA, 2000. 25 p.
- Ranjel Jiménez, H.; Amaya Estévez, A.; Moreno Gil, C.A. Increasing sucrose content in sugarcane through a recurrent selection programme. En: Congress of the International Society of Sugar Cane Technologists, 23, New Delhi, 22-26 February, 1999. Proceedings. New Delhi, ISSCT, 1999. v.2, p.529-530. (Sólo resumen)
- Rebellón, C.A.; Luna González, C.A. Oportunidades para aumentar la productividad de campos sembrados en caña. Cali, CENICAÑA, 2000. 23p. (Documento de trabajo, no.461) (Presentado en Congreso Colombiano de la Asociación de Técnicos de la Caña de Azúcar 5, Cali, 4-6 Oct., 2000)
- Torres, J.S.; Briceño Beltrán, C.O.; Cock, J.H.; Astaiza Valencia, D.; Rosillo, M. Manipulación y valor energético de los residuos de la cosecha en verde. Cali, CENICAÑA, 2000. 20 p. (Documento de trabajo, no.445)
- Torres, J.S.; Carbonell González, J.; Ortiz Uribe, B.V.; Daza, O.H.; Cruz Valderrama, R.; Villegas T., F. Grupos de humedad para el manejo del cultivo en condiciones difíciles. Cali, CENICAÑA, 2000. 16 p. (Documento de trabajo, no.441) (Presentado en el Congreso Colombiano de la Asociación de Técnicos de la Caña de Azúcar 5, Cali, 4-6 Oct., 2000)
- Torres, J.S.; Villegas T., F.; Cock, J.H. Long term experiments on green cane trash management. Cali, CENICAÑA, 2000. 9 p. (Documento de trabajo, no.475)
- Victoria Kafure, J.I.; Briceño Beltrán, C.O.; Calero Salazar, L.; Gómez L., L.A.; Gil Zapata, N.; Larrahondo, J.E.; Quintero Durán, R.; Villegas T., F. La producción de azúcar orgánico en la industria azucarera de Colombia. Cali, CENICAÑA, 2000. 40 p.
- Villegas T., F.; Besosa Tirado, R. Evaluación de biotición, K-Fol, sugar y aminoácidos en la maduración de la caña de azúcar. Cali, CENICAÑA, 2000. 25 p. (Documento de trabajo, no.448)
- Villegas T., F.; Torres, J.S.; Besosa Tirado, R.; Gaviria, L.F.; Domínguez, J.C. Respuesta de la variedad CC 85-92 a los maduradores. Cali, CENICAÑA, 2000. 21 p. (Documento de trabajo, no.442) (Presentado en el Congreso Colombiano de la Asociación de Técnicos de la Caña de Azúcar 5, Cali, 4-6 Oct., 2000)
- Vivas, A.L.; Girón, J.; Figueroa, F.; Caicedo, G.; Plata A., A.M.; Echeverri D., L.F.; Gómez, A.L. Performance of a last mill assist drive. En: Congress of the International Society of Sugar Cane Technologists, 23, New Delhi, 22-26 February, 1999. Proceedings. New Delhi, ISSCT, 1999. v.1, p.FEn-194-201.
- Viveros Valens, C.A.; Moreno Gil, C.A.; Orozco Cobo, B.; Alvarado, L.E. Información de productividad e información económica para tomar decisiones en el siglo XXI. Cali, CENICAÑA, 2000. 16 p. (Documento de trabajo, no.465) (Presentado en Congreso Colombiano de la Asociación de Técnicos de la Caña de Azúcar 5, Cali, 4-6 Oct., 2000)
- Viveros Valens, C.A.; Palma Zamora, A.E.; Amaya Estévez, A.; Ortiz Uribe, B.V. Mejoramiento de la selección varietal por sacarosa en caña de azúcar con la ayuda de la estadística espacial. Cali, CENICAÑA, 2000. 11 p. (Documento de trabajo, no.466)

V. Personal Profesional

(a diciembre de 2000)

Dirección General

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

Nohra Pérez Castillo
Secretaria Junta Directiva
Economista

Programa de Variedades

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

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

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

Juan Carlos 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

Eduardo Fabio Cerón González²
Investigador Labranza Reducida
Ingeniero Agrónomo

Programa de Procesos de Fábrica

Carlos Omar Briceño
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 Químico
Ingeniero Químico

Adolfo León Gómez Perlaza³
Ingeniero Mecánico
Ingeniero Mecánico, M. Sc.

Luis Fernando Echeverry Dávila
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 Medina²
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

Jaime Hernán Caicedo Angel²
Programador de Sistemas
Ingeniero de Sistemas

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 Varela²
Proyecto Estudio del Cliente
Ingeniero Agrícola

Superintendencia de Campo

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

Enrique Cortés Betancourt
Meteorólogo
Ingeniero Meteorólogo, M. Sc.

José Yesid Gutiérrez Viveros²
Administrador Red Meteorológica
Ingeniero Agrícola

Brenda V. Ortiz Uribe²
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

* Asumió el cargo el 23 de agosto de 2000

1. Contrato de consultoría en mecanización agrícola

2. Contrato a término fijo

3. Contrato con Univalle, medio tiempo

VI. Jóvenes Investigadores

Desde 1997 CENICAÑA participa en el programa de formación de jóvenes investigadores auspiciado por COLCIENCIAS, como una de las instituciones de apoyo para el fortalecimiento de la capacidad científica del país.

Convenio 011/98

Este convenio finalizó el 1º de septiembre de 2000 y durante los dos años de ejecución vinculó a diez jóvenes investigadores quienes realizaron sus trabajos con la tutoría de los investigadores del Centro en las áreas respectivas (ver recuadro inferior).

Para el desarrollo del convenio COLCIENCIAS aprobó una cofinanciación de Col\$99,120,000 y CENICAÑA una contrapartida de \$42,480,000 para un valor total de \$141,600,000.

Al concluir el convenio los pagos causados totales ascendían a \$145,360,000 de los cuales \$99,232,000 fueron cubiertos por COLCIENCIAS y \$46,128,000 por CENICAÑA.

Convenio 011/98*

Nombre y profesión	Proyecto y Programa de investigación	Período
Yésid Fabián Zambrano Salgado Ingeniero Químico	Simulación dinámica de un clarificador de jugos de caña (Programa Procesos de Fábrica)	Mayo 11, 1998-1999
Claudia Marcela Oliveros Chávez Ingeniera Agrónoma	Establecimiento de una metodología para la determinación de sacarosa en el campo (Programa de Variedades)	Agos. 01, 1998-1999
Wilson Eliécer Orrego Chansi Ingeniero Mecánico	Modelamiento y simulación del proceso de molienda Fase II (Programa Procesos de Fábrica)	Agos. 01, 1998-1999
Luis Fernando Echeverri Dávila Ingeniero Mecánico	(Uso racional de energía en estaciones de molienda de ingenios azucareros (Programa Procesos de Fábrica)	Oct. 26, 1998-1999
María Cecilia Cabra Tamayo Estadística	Caracterización de las variables climáticas radiación solar, temperatura del aire y precipitación atmosférica en cuatro estaciones meteorológicas del valle del río Cauca (Programa Análisis Económico y Estadístico)	Oct. 26, 1998-1999
Sandra María Aranguren Medina Ingeniera Química	Aprovechamiento de residuos de caña de azúcar como alimento para rumiantes, mediante suplementación con residuos de agroindustria (Programa de Variedades)	Oct. 26, 1998-1999
Biviana Orozco Cobo Economista	Modelo para el análisis económico de los sistemas de cosecha (Programa Análisis Económico y Estadístico)	Nov. 17, 1998-1999
María Isabel Garzón Marmolejo Ingeniera Sanitaria	Caracterización ambiental de los procesos de fábrica (Programa Procesos de Fábrica)	Dic. 01, 1998-1999
María Paola Rangel Lema Bióloga	Transformación genética de caña de azúcar mediante la técnica de bombardeo de partículas (Programa de Variedades)	Mayo. 24, 1999-2000
Silvio Fernando Cadena Saucedo Ingeniero Agrónomo	El aporque en el cultivo de la caña de azúcar (Programa de Agronomía)	Sept. 01, 1999-2000

* Los informes elaborados por los jóvenes investigadores están disponibles en el Servicio de Información y Documentación de CENICAÑA.

Convenio 038/ 2000

En octubre se dio inicio al Convenio 038/2000 con vigencia de un año, en el cual participan cuatro jóvenes investigadores. El presupuesto aprobado para su desarrollo es de \$57,600,000 de los cuales el 40% (\$23,040,000) será financiado por COLCIENCIAS y el 60% (\$34,560,000) por CENICAÑA.

Convenio 038/2000

Nombre y profesión	Proyecto y Programa de investigación	Período
María Paola Rangel Lema Bióloga	Obtención de plantas transgénicas de caña de azúcar (Programa de Variedades)	Octubre 17, 2000-2001
Andrés Mauricio Cerón González Químico	Caracterización molecular de variedades de caña de azúcar con microsátélites (Programa de Variedades)	Octubre 17, 2000-2001
Carlos Andrés Rebellón Villán Economista	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 Economista	Caracterización sociocultural de cañicultores (Servicio de Cooperación Técnica y Transferencia de Tecnología)	Noviembre 30, 2000-2001

Referencias Bibliográficas

- Bouman, BAM; Van Laar, HH; Rabbienge, R. 1996. The 'School of the Wit' Crop Growth Simulation Models: A Pedigree and Historical Overview. *Agricultural Systems*, vol.52 No.2/3 pp. 171-198
- Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia. Cali. 2000. Informe Anual 1999. Cali, CENICANA. 132p.
- Environmental Protection Agency. 1995. SCREEN3 Model. Office of Air Quality Planning and Standards Emissions, Monitoring, and Analysis Division. Research Triangle Park, North Carolina 27711.
- Gil, N.J; Briceño, C.O; Palma, A.E. 2000. Determinación de la pureza esperada (target purity) en mieles finales colombianas. En: Congreso Colombiano de la Asociación de Técnicos de la Caña de Azúcar, 5, Cali, Colombia, 4-6 octubre, 2000. Memorias, Cali, TECNICAÑA (cd-rom)
- Harvey, M; Botha, C. 1996. Use of PCR-based methodologies for the determination of DNA diversity between *Saccharum* varieties. *Euphytica* 89: 257-265
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi. 1980. Estudio semidetallado de suelos del valle geográfico del río Cauca. Santafé de Bogotá, IGAC
- Isaacs, C.H; Carrillo, V.E; Caicedo, G.H; Paz, H.G; Palma, A.E. 2000. Los clientes de la nueva tecnología. Censo y tipificación de productores de caña de azúcar de la industria azucarera colombiana, 1998. Cali, CENICANA. 64p. (Serie Técnica no.27)
- Peña Quiñonez, A. J. 2000. Incidencia de los fenómenos El Niño y La Niña sobre las condiciones climáticas en tres sitios del valle del río Cauca. Palmira, Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Agropecuarias. 613p. (Tesis Ingeniero Agrónomo)
- Puyol, R; Estebañez, J; Méndez, R. 1995. Geografía Humana. Ediciones Cátedra S.A. España. p.339
- Quintero, R; Castilla C. 1992. Agrupación de los suelos del valle geográfico del río Cauca. Cali, CENICANA. 20p. (Serie Técnica no.8)
- Santos, MRA. dos; Galdino, KPA; Silva, LCL. da; Torres, MT. 1999. Comunicação científica: o papel da sistematização Online. En: Tercer Encuentro de Docentes e Investigadores de la Comunicación del Mercosur. Argentina, CERIDE. <<http://www.arcride.edu.ar/servicios/comunica/ponencias/magnolia.htm>>
- Torres, J.S; Carbonell, J; Ortiz, B; Daza, O; Cruz, R; Villegas, F. 2000. Grupos de humedad para el manejo del cultivo en condiciones difíciles. En: Congreso Colombiano de la Asociación de Técnicos de la Caña de Azúcar, 5, Cali, Colombia, 4-6 octubre, 2000. Memorias, Cali, TECNICAÑA (cd-rom)
- Viton, A. 1999. The world sugar and sweetener economy in 2010. F.O. Licht Sugar and Sweetener Yearbook 99-00. F.O. Licht GmbH. D14-D18.

Acrónimos, abreviaturas, términos técnicos y regionales

DE INSTITUCIONES:

- ALCA: Acuerdo de Libre Comercio de las Américas
- ASCOLFI: Asociación Colombiana de Fitopatología y Ciencias Afines
- ASOCAÑA: Asociación de Cultivadores de Caña de Azúcar de Colombia
- ASORUT: Asociación de Usuarios Distrito de Riego Roldanillo-Unión-Toro
- ATALAC: Asociación de Técnicos Azucareros de América Latina y el Caribe
- AZUCARI: Asociación de Cañicultores de Risaralda
- CAFISEVILLA: Cooperativa de Caficultores de Sevilla (Colombia)
- CENCAE: Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Ecuador
- CENGICAÑA: Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar
- CENICAÑA: Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia
- CENICAFÉ: Centro Nacional de Investigaciones de Café “Pedro Uribe Mejía” (Colombia)
- CIAT: Centro Internacional de Agricultura Tropical
- CIAMSA: Sociedad de Comercialización Internacional de Azúcares y Mieles S.A.
- CIMPA: Centro de Investigación para el Mejoramiento de la Agroindustria Panelera
- CITI: Corporación para la Innovación Tecnológica (Colombia)
- COLCIENCIAS: Instituto Colombiano para el Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología “Francisco José de Caldas”
- COPERSUCAR: Cooperativa de Productores de Cana, Açúcar e Álcool do Estado de Sao Paulo Ltda.
- CORPOCALDAS: Corporación Autónoma Regional de Caldas
- CORPOICA: Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria
- CRC: Corporación Autónoma Regional de Risaralda
- CREG: Comisión Reguladora de Energía y Gas (Ministerio de Minas y Energía, Colombia)
- CVC: Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca
- DAGMA: Departamento Administrativo de Gestión del Medio Ambiente (Cali, Colombia)
- EPA: Environmental Protection Agency (U.S.A.)
- FEDEPANELA: Federación Nacional de Productores de Panela (Colombia)
- GEF: Global Environmental Facility (Banco Mundial)
- GEPLACEA: Grupo de Países Latinoamericanos y del Caribe Exportadores de Azúcar
- GTZ: Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (Agencia alemana de cooperación técnica)
- IDEAM: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Colombia)
- ICA: Instituto Colombiano Agropecuario
- ICONTEC: Instituto Colombiano de Normas Técnicas
- ICSB: Consorcio Internacional de Biotecnología de la Caña de Azúcar (sigla en inglés)
- IICA: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura
- INCORA: Instituto Colombiano de la Reforma Agraria
- IPGRI: International for Plant Genetic Resources
- ISSCT: International Society of Sugar Cane Technologist
- NCEP: Centros Nacionales para las Predicciones Ambientales –USA- (sigla en inglés)
- NOAA: Administración Nacional para el Océano y la Atmósfera –USA- (sigla en inglés)
- PROCAÑA: Asociación Colombiana de Productores y Proveedores de Caña de Azúcar
- SENA: Servicio Nacional de Aprendizaje (Colombia)
- SENASA: Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (Argentina)
- SINCHI: Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas (Colombia)
- SMRI: Sugar Milling Research Institute (Suráfrica)
- SRI: Sugar Research Institute (Australia)
- TECNICAÑA: Asociación Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar
- UPTC: Universidad Politécnica y Tecnológica de Colombia

DE EXPRESIONES TÉCNICAS

Y UNIDADES:

ARE:	azúcar recuperable estimado, en porcentaje.
BTU:	british thermal unit
cm:	centímetro
GJ:	giga Julio
h:	hora
ha:	hectárea
IC:	índice climático
kg:	kilogramo
Kcal:	kilocaloría
Kwh:	kilovatio hora
Kpa:	kilopascal
m:	metro
mm:	milímetro
Pa.s:	pascal por segundo
P.O.C:	pol en células abiertas (sigla en inglés)
QQ:	quintal (50 kilos)
Rendimiento:	porcentaje de azúcar (en peso) recuperado por tonelada de caña molida
Spad:	unidad de medida de lectura de clorofilómetro
t:	tonelada
TAH:	toneladas de azúcar por hectárea por cosecha
TAHM:	toneladas de azúcar por hectárea por mes
TCH:	toneladas de caña por hectárea por cosecha
TCHM:	toneladas de caña por hectárea por mes
TSH:	toneladas de sacarosa por hectárea por cosecha
μ g:	microgramo

DE VARIEDADES DE CAÑA DE AZÚCAR:

CC:	CENICAÑA Colombia
CCSP:	CENICAÑA Colombia – Sao Paulo
CP:	Canal Point
MZC:	Mayagüez Colombia
POJ:	Profstation Öost Java
PR:	Puerto Rico
RD:	República Dominicana
V:	Venezuela

VARIOS:

AAC:	agroindustria azucarera colombiana
AD:	análisis directo
ADN:	ácido desoxirribonucleico
AFLP:	amplified fragment length polymorphism
B:	Brasil (raza Síndrome hoja amarilla)
CENPRO:	censo de productores (aplicación de tecnología informática)
CAT:	corte-alce-transporte (de la caña)
Chorra:	pila de caña cortada o residuos que se acomoda en el sentido de los surcos
DBIA:	dot-blot
DBO:	demanda bioquímica de oxígeno
F/T:	Florida/Texas (raza Síndrome hoja amarilla)
LAN:	red de área local (sigla en inglés)
LARA:	lámina de agua rápidamente aprovechable
LBR:	Labranza reducida
LSD:	escaldadura de la hoja (sigla en inglés)
ME:	materia extraña
MLV:	corte manual verde limpio de caña de azúcar
MV:	corte manual verde convencional de caña de azúcar
NF:	nivel freático
NIR:	espectroscopía de infrarrojo cercano (sigla en inglés)
PLSR:	portial linear square regression
RMA:	red meteorológica automatizada del sector azucarero
RSD:	raquitismo de la soca (sigla en inglés)
SAS:	sistema de análisis estadístico (sigla en inglés)
ScBv:	virus baciliforme de la caña de azúcar
ScMV:	virus del mosaico de la caña de azúcar
SIG:	sistema de información geográfica
SEICA:	servicio de información y documentación de la caña de azúcar (CENICAÑA)
SETI:	servicio de tecnología informática (CENICAÑA)
SST:	sólidos suspendidos totales
Suerte:	lote de terreno perteneciente a una hacienda en el cual se siembra la caña de azúcar
TBIA:	tissue-blot
VIC:	variedad de caña importada y evaluada por CENICAÑA
YLSV:	síndrome de la hoja amarilla (en inglés)

CONJUNTOS, ORDENES Y GRUPOS DE SUELOS. PROGRAMA DE AGRONOMÍA. ÁREA NUTRICIÓN Y FERTILIZACIÓN

Conjunto	Símbolo	Orden	Grupo de Suelos (Cenicaña)	Conjunto	Símbolo	Orden	Grupo de Suelos (Cenicaña)
Adobera	AD	Inceptisols	9	Madrevieja	MV	Entisols	4
Argelia	AR	Alfisols	10	Manuelita	MN	Mollisols	2
Arroyohondo	AY	Inceptisols	8	Marruecos	MA	Inceptisols	9
Bariloche	BA	Inceptisols	2	Meléndez	ML	Inceptisols	3
Barranco	BC	Alfisols	10	Miranda	MD	Inceptisols	3
Bengala	BN	Inceptisols	8	Montegranario	MT	Alfisols	10
Bohemia	BE	Entisols	5	Nima	NM	Mollisols	3
Bohío	BO	Inceptisols	2	Novillera	NV	Inceptisols	9
Bolívar	BL	Inceptisols	2	Obando	OB	Mollisols	1
Burriá	BU	Vertisols	7	Palma Sola	PO	Inceptisols	7
Cachimbalito	CB	Histosols	9	Palmaseca	PS	Alfisols	10
Cachipay	CC	Entisols	9	Palmeras	PM	Inceptisols	8
Caloto	CP	Inceptisols	9	Palmira	PL	Mollisols	1
Canadá	CD	Inceptisols	8	Palmirita	PT	Mollisols	1
Canelo	CL	Entisols	9	Pance	PN	Mollisols	3
Cantarina	CN	Inceptisols	8	Pichichí	PC	Alfisols	10
Cartago	CG	Alfisols	10	Piedras	PI	Vertisols	6
Cauquita	CQ	Mollisols	5	Portobelo	PB	Entisols	9
Cerrito	CE	Entisols	3	Porvenir	PV	Mollisols	10
Coke	CK	Inceptisols	2	Pradera	PR	Inceptisols	10
Corintias	CT	Vertisols	6	Primavera	PE	Mollisols	10
Corinto	CI	Mollisols	5	Puerto Molina	PU	Mollisols	2
Cruces	CU	Inceptisols	2	Puerto Tejada	PJ	Inceptisols	9
Cuernavaca	CV	Alfisols	10	Rhin	RH	Entisols	9
El Comercio	EC	Inceptisols	2	Ricaurte	RT	Inceptisols	6
El Ocaso	EO	Alfisols	10	Río Cauca	RC	Mollisols	2
Esneda	ES	Vertisols	6	Río La Paila	RL	Mollisols	5
Esteros	EX	Inceptisols	9	Río Palo	RO	Mollisols	5
Florida	FL	Mollisols	4	Río Risaralda	RR	Inceptisols	2
Galponera	GR	Vertisols	7	San Fernando	SF	Entisols	5
Galpón	GL	Vertisols	6	San Francisco	SN	Mollisols	8
Génova	GN	Mollisols	3	San José	SJ	Alfisols	10
Guadualito	GU	Mollisols	2	San Julián	SS	Ultisols	10
Guayabo	GY	Inceptisols	8	San Lorenzo		Entisols	5
Herradura	HE	Vertisols	6	San Luis	SL	Mollisols	5
Holanda	HL	Entisols	4	San Martín	SM	Inceptisols	2
Ingenio	IG	Vertisols	7	Sauce	SC	Entisols	2
Isabela	IS	Inceptisols	2	Sonso	SO	Vertisols	10
Isla	IL	Entisols	3	Sopinga	SP	Inceptisols	9
Jagual	JG	Entisols	9	Tablazo	TB	Vertisols	6
Jaibana	JA	Entisols	5	Tortugas	TT	Alfisols	10
Janeiro	JE	Alfisols	10	Viterbo	VI	Mollisols	3
Japio	JP	Inceptisols	9	Zaragoza	ZG	Inceptisols	8
Jordán	JR	Mollisols	1	Zarzal	ZA	Alfisols	10
Juanchito	JN	Entisols	9	Fortuna	FO	Entisols	
La Balsa	BS	Entisols	5				
La Barca	BR	Inceptisols	8				
La Teta	LT	Inceptisols	9				
La Victoria	LV	Vertisols	6				
Laguneta	LG	Inceptisols	9				
Las Fuentes	LF	Vertisols	6				
Líbano	LB	Mollisols	5				
Lusitania	LU	Inceptisols	3				

Significado de letras y números que pueden acompañar un determinado conjunto de suelos:

- a: Pendiente 0-3 %
- b: Pendiente 3-7 %
- c: Pendiente 7-12 %
- d: Pendiente 12-25 %
- Na: Afectado por sodio
- S: Afectado por sales
- E: Encharcable
- P: Pedregosidad superficial
- X: Inundaciones temporales
- 1: Erosión ligera
- 2: Erosión moderada

Publicación CENICAÑA
Informe Anual 2000

Comité editorial:

Alvaro Amaya Estévez
Camilo H. Isaacs Echeverry
Guadalupe Bustamante Alvarez
Carlos Omar Briceño Beltrán
Nohra Pérez Castillo
Victoria Carrillo Camacho

Producción editorial:

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

Coordinación editorial y edición de textos:

Victoria Eugenia Carrillo Camacho

Diseño gráfico y diagramación:

Alcira Arias Villegas

Mapas:

Brenda Valesca Ortiz Uribe, Analista SIG

Fotografías:

María Luisa Guzmán (p.22, 31-abajo)

Alvaro Cuéllar (p.23, 84)

Rafael Quintero (p.24)

Juan Pablo Raigosa (p.26, 51, 57-medio)

Fernando Villegas (p.31-arriba)

Archivo ASOCAÑA (p.35, 36, 41, 42,

57-arriba y abajo, 71, 72)

Luis Fernando Echeverry (p.44)

Carátula:

Mendoza & Dishington

Cali, Colombia

Preprensa digital e impresión:

Impresora Feriva S.A.

Cali, Colombia

Se terminó de imprimir

agosto 20 de 2001

El Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia - CENICAÑA es una corporación privada y sin ánimo de lucro, fundada en 1977 por iniciativa de 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 tiene programas de investigación en Variedades, Agronomía, Procesos de Fábrica y Economía, así como servicios de apoyo en Información y Documentación, Cooperación Técnica y Transferencia de Tecnología y Tecnología Informática.

Los recursos de financiación provienen principalmente de donaciones directas realizadas por los cultivadores de caña y los ingenios azucareros Central Castilla, Central Tumaco, Incauca, La Cabaña, Manuelita, María Luisa, Mayagüez, Pichichí, Providencia, Riopaila, Risaralda, Sancarlos y Sicarare.

Desde 1996 desarrolla proyectos especiales con el apoyo económico del Instituto Colombiano para el Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología Francisco José de Caldas - COLCIENCIAS.

El Centro Experimental está ubicado a 3° 13' latitud norte, a una altura aproximada de 1024 m.s.n.m. La temperatura media anual en este sitio es de 23.5°C, precipitación media anual de 1160 mm y humedad relativa de 77%.

Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia. 2001.

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 2000 corresponden a donaciones directas realizadas por los ingenios azucareros Central Castilla, Central Tumaco, Incauca, La Cabaña, Manuelita, 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, 2001

CITA BIBLIOGRÁFICA

Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia. Cali.
2001. Informe Anual 2000. Cali, CENICAÑA. 104p.