

Carta Trimestral

AÑO 21 No. 4 CALI, COLOMBIA 1999

TEMAS

NOTAS TÉCNICAS 3

AVANCES DE INVESTIGACIÓN

Manejo de los Residuos de la Cosecha de Caña en Verde 5

Zonas Agroecológicas para el Cultivo de la Caña de Azúcar en el Valle del Río Cauca 12

INFORMES

Censo de Variedades y Producción de Caña y Azúcar en el Valle del Río Cauca, 1999 14

Resumen Climatológico. Red Meteorológica Automatizada 22

COMENTARIOS

Control de Emisiones de Chimeneas: el caso del Ingenio Mayagüez 25

Sistema de Gestión Ambiental - ISO 14000 28

INFORMACIÓN GENERAL

Convenio ICA-CENICAÑA: Continuidad de la Estación Cuarentenaria 30



cenicana

Centro de Investigación
de la Caña de Azúcar de
Colombia

Manejo de los Residuos de Cosecha

Encalle 2x1



Encalle 2x2



Encallar los residuos al 2x1, dejando dos calles limpias y una con residuos, es la mejor opción disponible para manejar la caña en verde o sin quemar. Con este sistema es posible realizar las labores mecanizadas para levantamiento de la soca en el 67% del área. En campos con cantidades altas de residuos es conveniente encallar al 2x2 (dos calles limpias y dos con residuos). Los mejores resultados se han obtenido en campos aporcados y con espacio entre surcos de 1.75 m.

Página 5

Variedades y Producción en 1999

Resumen del censo de variedades y la producción comercial en la industria azucarera del valle del río Cauca durante 1999.

Variable	Variedad				
	CC 85-92	MZC 74-275	V 71-51	CC 84-75	PR 61-632
Área semb. (ha)	43,279	38,974	36,165	19,351	13,375
Área cose. (ha)	30,515	38,150	32,979	15,139	11,380
Edad (meses)	13.3	13.3	13.4	13.3	13.7
TCHM	10.04	8.43	8.93	9.34	9.04
TAHM	1.15	0.99	1.01	1.03	1.01
Rto (%)	11.51	11.79	11.37	11.11	11.18
Corte (No.)	2.1	4.6	4.5	2.8	4.6

Página 14

La Carta Trimestral también en Internet
<http://www.cenicana.org>

Presentación

La gestión ambiental en la industria azucarera es una realidad. Mientras los cultivadores de caña comienzan a utilizar las mejores opciones para el manejo de los residuos de cosecha, los técnicos de las fábricas adoptan nuevas tecnologías para reducir la emisión de partículas a la atmósfera. Propuestas y resultados.

Victoria Carrillo C.
Coordinadora editorial

Censo y Tipificación de Productores de Caña de Azúcar



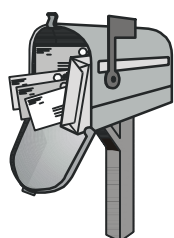
Experiencia en caña de azúcar, edad y medios de información utilizados por los productores de caña vinculados con los ingenios azucareros afiliados Asocaña.

Número de hectáreas, propiedad y tenencia de la tierra y el cultivo, difusión de tecnologías y usos de capital, fuentes

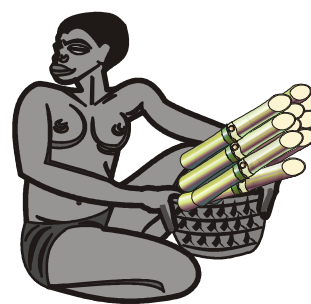
de agua, acceso a servicios de asistencia técnica y mano de obra utilizada en las unidades productivas de caña de azúcar.

Análisis descriptivo del censo y de los grupos conformados. Bases para la investigación y la transferencia de tecnología.

Serie Técnica No. 27. CENICAÑA. Publicada en marzo del año 2000, días antes de llevar a la imprenta esta Carta Trimestral.



Si cambia de dirección por favor infórmenos. Remita sus datos a Victoria Carrillo C.
buzon@cenicana.org



Antes de traer

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

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

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

Carta Trimestral

Año 21, No. 4 de 1999

ISSN 0121-0327

Comité Editorial

Camilo Isaacs Echeverry
Alvaro Amaya Estévez
Nohra Pérez Castillo
James H. Cock
Lupe Bustamante Alvarez
Victoria Carrillo Camacho

Servicio de Cooperación Técnica y Transferencia de Tecnología

Coordinación Editorial: Victoria Carrillo C.
Edición de Textos: Alberto Ramírez
Diseño Gráfico y Diagramación:
Alcira Arias Villegas
Impresión: FERIVA S. A.

Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia

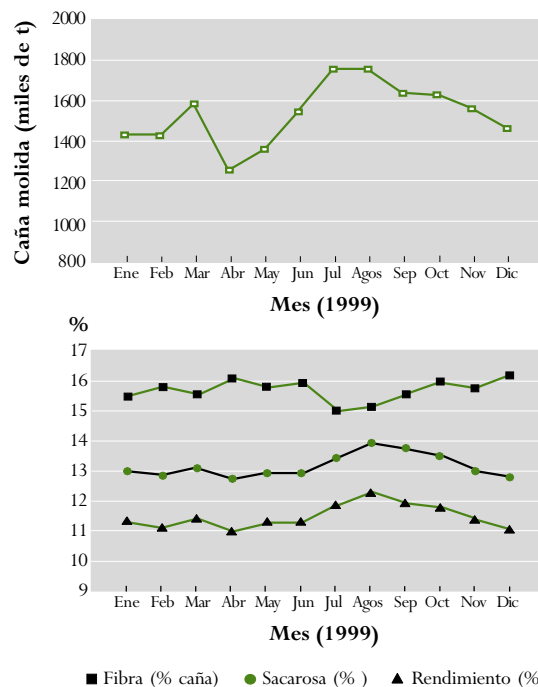
Centro Experimental San Antonio de los Caballeros
Vía Cali-Florida k. 26.
Oficina de enlace: Calle 58 Norte N° 3BN-110
Cali, Colombia
Teléfonos: (092)6648025 al 30 Fax: (092)6641936

NOTAS TÉCNICAS

Cifras del Sector Azucarero Colombiano

Durante 1999 la industria azucarera de Colombia molió 18,417,916 toneladas de caña y produjo 2,107,936 toneladas de azúcar. El rendimiento real con base en 99.7° fue de 11,39%

Las cifras corresponden a los ingenios Central Castilla, Incauca, La Cabaña, Manuelita, Mayagüez, Pichichí, Providencia, Riopaila, Risaralda y Sancarlos.



Certificado de Administración Ambiental ISO 14001 al Ingenio La Cabaña



ISO 140001



El Instituto Colombiano de Normas Técnicas (Icontec) otorgó el Certificado de Administración Ambiental -Norma ISO 14001 al Ingenio La Cabaña, aplicable a las actividades de cultivo de caña y fabricación de azúcares y mieles de caña y otros derivados.

En palabras de Miguel Alberto Morales, director de la División de Calidad del Ingenio La Cabaña: “el apoyo incondicional de la Gerencia es vital para cumplir los requisitos de la Norma ISO 14001. Este apoyo quedó demostrado en el Ingenio La Cabaña desde el momento en que se establecieron los procedimientos, recursos y personal necesarios para generar la confianza suficiente al interior de la organización y el compromiso permanente de todos con el medio ambiente”.

Durante tres años se trabajó en la definición de una política ambiental acorde con las necesidades del Ingenio, lo cual exigió capacitar al personal comprometido con el ambiente y reforzar las comunicaciones internas y el control operativo para responder a las posibles emergencias. La Certificación fue aprobada el 17 de diciembre de 1999, con vigencia hasta el año 2002.

*Busque información sobre
ISO 14000 en la página 28*

CONVENIO

de Concertación para una Producción más Limpia

En noviembre de 1996 el sector azucarero colombiano se comprometió a prevenir y minimizar la contaminación ambiental generada en las actividades de producción de caña y azúcar, como parte de un proceso concertado con las comunidades de influencia y las instituciones públicas de control y gestión ambiental. Los términos del compromiso se consignan en el Convenio de Concertación para una Producción Limpia en el Sector Azucarero, suscrito entre el Ministerio del Medio Ambiente, las corporaciones autónomas regionales de Valle del Cauca (CVC), Cauca (CRC) y Risaralda (Carder), los ingenios y cultivadores afiliados a Asocaña y la comunidad de Palmira.

Este Convenio fue el resultado de un amplio consenso social, en el cual se definieron los compromisos y acciones que cada uno de los actores debe desarrollar. En él se consideran la gradualidad y las prioridades en relación con el medio ambiente y el sector productivo, con énfasis en los impactos ambientales negativos ocasionados por la práctica de la quema de caña que, según los lineamientos legales del Ministerio del Medio Ambiente consignados en el Decreto 948 de 1995, debe ser eliminada antes del año 2005.

Entre otros compromisos, se definieron las acciones necesarias para la reducción de las áreas de no-quema de caña y no-requema de residuos, eliminando esta última práctica en su totalidad para el año 2001. Se trata de coordinar acciones de todos los actores para un mejoramiento continuo de las condiciones ambientales, económicas, sociales y de competitividad del sector. Así, el Convenio se convierte en un elemento fundamental de planeación para alcanzar el desarrollo sostenible.

Uno de los compromisos acordados en el Convenio fue realizar un diagnóstico ambiental, el cual fue entregado en 1998 y sirvió de base para elaborar el plan de acción de los próximos diez años en el área ambiental. Para mitigar el impacto ambiental ocasionado por las quemas, particularmente recomendó el uso de la red meteorológica automatizada, una tecnología de gran ayuda para realizar quemas controladas con base en información en tiempo real y registros históricos en el lugar de la práctica, la capacitación de personal en los ingenios y la elaboración de manuales de procedimiento.

Manejo de los Residuos de la Cosecha de Caña en Verde

Fernando Villegas Trujillo *
Jorge Torres Aguas **

La industria azucarera colombiana tiene algunas dificultades en la cosecha de la caña en verde, las cuales está afrontando con mucha decisión mediante la generación de nuevas tecnologías que le permitan hacer el cambio gradual de caña quemada a caña en verde y cumplir así con el convenio de concertación para una producción limpia establecido entre el Ministerio del Medio Ambiente, las corporaciones regionales, la comunidad y el sector azucarero colombiano. En él se exige suprimir las quemas de la caña de azúcar antes del año 2005 (Ministerio del Medio Ambiente et al., 1996).

La caña en verde implica nuevos retos en cosecha, fábrica, manejo en campo y manejo de plagas y enfermedades. No obstante, ofrece nuevas oportunidades tales como caña más fresca para molienda, flexibilidad en la programación de la cosecha, un sistema de producción más limpio, la posibilidad de usos alternativos de los residuos y la generación de empleo con el corte manual.

En las condiciones del Valle del Cauca el volumen de los residuos resultante después de la cosecha de la caña es muy alto y su manejo en el campo consiste en encallarlos por el sistema 2x1 (dos calles libres y una con residuos). Los resultados de la experimentación realizada hasta el momento indican que este sistema permite mantener las producciones de caña en niveles similares, a veces superiores, a los que se obtienen con caña quemada antes del corte. Otro sistema que se encuentra actualmente en experimentación con buenos resultados consiste en el picado de los residuos asociado con un buen aporque. Para estas labores CENICAÑA construyó un implemento para aporcar (CENICAÑA, 1999) y está desarrollando una máquina picadora de residuos que sea eficiente a escala comercial.

Una posibilidad de uso de los residuos de la cosecha de la caña, que actualmente está siendo evaluada por la industria azucarera colombiana, consiste en quemarlos en calderas para generar energía. Si esta alternativa es económicamente factible, la alta producción de residuos dejaría de ser un problema para convertirse en una oportunidad.

Producción de residuos

En el valle del río Cauca la caña puede alcanzar producciones superiores a 100 t/ha y en caña plantilla no es extraño obtener producciones cercanas a 200 t/ha. En consecuencia, los cañicultores deben estar preparados para manejar entre 30 y 80 t/ha de residuos frescos (15 a 40 t/ha de residuos secos) provenientes de la cosecha en verde.

Anteriormente, cuando no estaban reglamentadas la quema de la caña antes de la cosecha ni la requema de los residuos, el manejo de éstos era relativamente fácil. Actualmente hay restricciones ambientales en estas prácticas y la mayoría de las variedades sembradas producen una cantidad alta de residuos que dificultan su manejo cuando se realiza la cosecha en verde, lo que representa un problema para la industria. Con el objeto de identificar las mejores variedades para la cosecha en verde y dimensionar el manejo de los residuos resultantes de ella, se están caracterizando en campos comerciales y en parcelas experimentales la

* Ingeniero Agrícola, M.Sc.; Ingeniero de Mecanización Agrícola de CENICAÑA.

** Ingeniero Agrónomo, Ph.D.; Director del Programa de Agronomía de CENICAÑA.

producción de biomasa total y la relación residuos/caña de las principales variedades, como parámetros útiles para estimar la producción de residuos.

La relación (residuos/caña) x 100 puede ser interpretada como la cantidad de residuos, en toneladas, que produce una variedad por cada 100 t de caña útil y puede ser considerada como un valor potencial que depende, además de la variedad, de otros factores como la fertilidad del suelo. CENICAÑA inició en 1993 las evaluaciones de producción de biomasa en las principales variedades de caña de azúcar, cuando era inminente el cambio a la cosecha en verde, siendo necesario, entonces, evaluar este sistema de cosecha e iniciar las investigaciones sobre el manejo de los residuos remanentes en el campo.

La información recopilada hasta ahora muestra que la mayoría de los promedios de la relación residuos/caña se encuentran en el rango de 0.20 a 0.50 y que la variedad MZC 74-275 es una de las que presenta el valor más alto (0.46), superado solamente por los valores (0.49) de las variedades Co 421 y CC 85-63; aunque sobre estas últimas se tiene muy poca información (Figura 1). De acuerdo con este parámetro, es posible formar un segundo grupo con las variedades V 71-51, PR 61-632, RD 75-11 y CC 85-68, con valores residuos/caña próximos a 0.35. Por otra parte, las variedades CC 85-92 y 84-75 presentaron los menores valores de dicha relación (< 0.28),

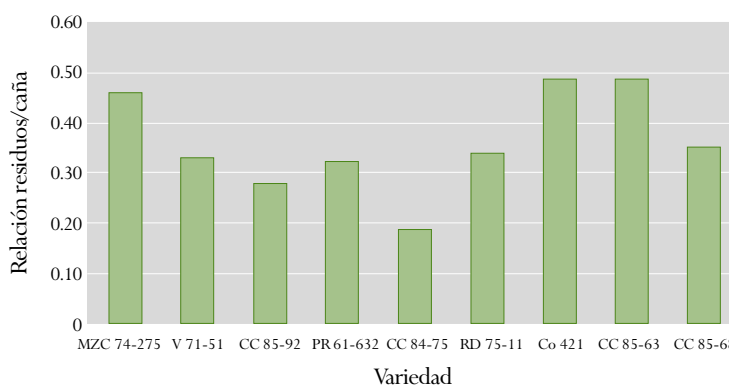


Figura 1. Relación residuos/caña de diferentes variedades de caña de azúcar en precosecha. Valle del Cauca, Colombia.

aunque la información sobre ellas aún es escasa. Para la cosecha de caña en verde es preferible que las variedades cultivadas presenten una relación residuos/caña inferior a 0.30.

La relación residuos/caña para una variedad específica no conserva un valor constante, por el contrario, cuando se analiza la información en detalle se observa una gran variabilidad en esta relación. Por ejemplo, en la variedad MZC 74-275 se encontraron valores entre 0.33 y 0.65; en la variedad V 71-51 se observó aún mayor variación con valores entre 0.20 y 0.84, aunque este último fue un caso excepcional y la mayoría de valores para esta variedad estuvieron en el rango de 0.20 a 0.40. El valor 0.84 fue obtenido en las primeras evaluaciones y se llegó a pensar que la variedad V 71-51 producía una cantidad abundante de residuos, no obstante, la información recopilada posteriormente y complementada con la experiencia en el manejo comercial indica que los residuos de esta variedad se pueden manejar fácilmente, si se comparan con residuos

provenientes de otras variedades, como MZC 74-275. De todas maneras se debe tener en cuenta que el valor de dicha relación depende principalmente de la producción de caña/ha. Así, es posible que una misma variedad sembrada en dos campos diferentes presente cantidades similares de cogollo y hojas pero difiera mucho en la producción de caña; en este caso, en el campo donde se registre la menor producción de caña se obtendrá un mayor valor para la relación residuos/caña.

Se sabe, por ejemplo, que en zonas húmedas la producción de caña de la variedad V 71-51 es baja, pero aparentemente la fracción de hojas y cogollo es normal; en estas condiciones se pueden obtener valores altos para la relación residuos/caña.

Las evaluaciones de biomasa realizadas antes de la cosecha dan una idea aproximada de lo que se espera en la producción de caña y residuos. Sin embargo, la situación puede cambiar si se tiene en cuenta que parte de los residuos son transportados al molino como

materia extraña junto con la caña y, además, parte de ésta puede quedar en el campo por deficiencias en las labores de corte y alce o por las políticas sobre altura de corte establecidas por las divisiones de cosecha de los ingenios.

Para tener una mejor idea de la cantidad de residuos que pueden quedar después de la cosecha y hacer las comparaciones respectivas, se han realizado evaluaciones en poscosecha en algunos campos donde previamente se habían efectuado evaluaciones de biomasa en precosecha. Los resultados que se presentan en la Figura 2 para la variedad MZC 74-275 y en la Figura 3 para la variedad V 71-51 muestran que en la mayoría de los casos se obtienen valores más altos para la relación residuos/caña en las evaluaciones de poscosecha, debido principalmente a que los valores de caña obtenidos de la producción comercial son menores a los estimados en las evaluaciones en precosecha, cuando normalmente tienden a ser sobrevalorados, pues las evaluaciones se realizan con tallos individuales descogollados por el punto natural de quiebre. En el campo, la relación residuos/caña se mide en cinco o seis sitios por suerte, donde se toman al azar muestras de 3 m de surco para cosechar y medir por separado los componentes de todos los tallos. Es posible que en las evaluaciones de poscosecha se obtengan valores más altos de la cantidad de residuos remanentes en el campo en comparación con los respectivos valores estimados

en las evaluaciones precosecha, lo que puede ser factible si la cantidad de caña abandonada en el campo es alta como consecuencia de un corte bajo del cogollo, o si los residuos ganan humedad debido a las precipitaciones; pero también pueden obtenerse valores menores, si la cantidad de caña abandonada es baja y los residuos pierden humedad rápidamente. En la mayoría de los casos, con la variedad MZC 74-275 la cantidad de residuos de materia fresca varió entre 40 y 90 t/ha y con la variedad V 71-51 entre 40 y 60 t/ha.

Los cogollos y las hojas son los componentes más representativos de los residuos. Los primeros, que se consideran solamente a partir del punto natural de quiebre, tienen una participación entre 25% y 45%; mientras que la participación de las hojas secas varía entre 20% y 30%. Con frecuencia se piensa que el componente de hojas secas no tiene mucha importancia debido a su bajo contenido de humedad; sin embargo, en una evaluación realizada en precosecha de la segunda soca de un grupo de

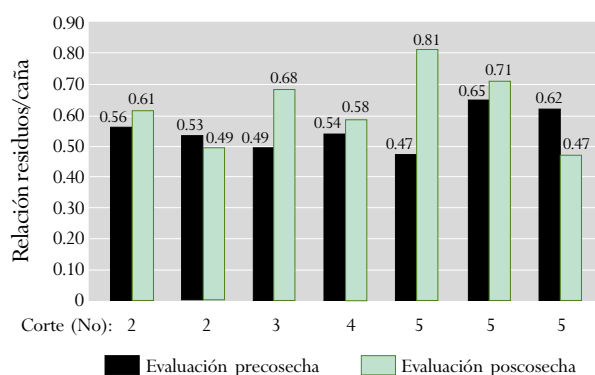


Figura 2. Relación residuos/caña de la variedad MZC 74-275 en evaluaciones pre y poscosecha en diferentes sitios del Valle del Cauca, Colombia.

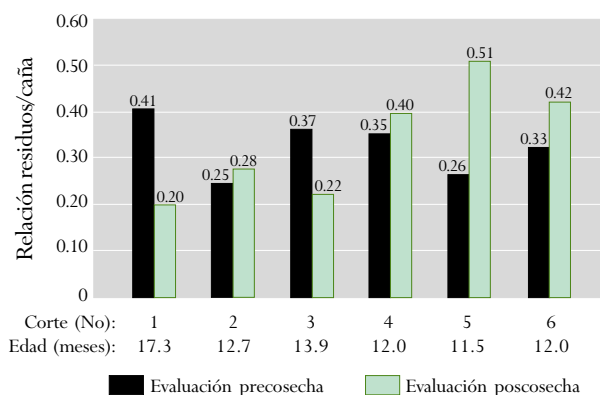


Figura 3. Relación residuos/caña de la variedad V 71-51 a través de seis cortes consecutivos en un mismo sitio (evaluaciones pre y poscosecha). Valle del Cauca, Colombia.

variedades que crecieron en parcelas experimentales bajo las mismas condiciones de suelo y clima, se encontró una alta cantidad de hojas secas que por su peso y alto volumen constituyen uno de los principales problemas para el manejo de los residuos (Cuadro 1). Los chulquines tuvieron una participación variable entre 12% y 34% del peso total de los componentes del residuo y su presencia se atribuye a un efecto de bordes. Las hojas verdes, que es necesario desprender del tallo para separar el cogollo por el punto natural de quiebre, representaron entre 13% y 18% de los residuos evaluados antes de la cosecha. En este caso los tallos muertos no tuvieron participación, aunque pueden llegar a ser un componente importante cuando los campos se cosechan en edades avanzadas.

La composición de los residuos después de la cosecha cambia en relación con la evaluación en pre-cosecha debido a que es necesario incluir, como un componente nuevo, la caña que permanece abandonada en el campo; además, después del corte las hojas comienzan a perder humedad rápidamente. Es posible que buena parte de la variación observada en la determinación de la producción de residuos se explique por las diferencias en el contenido de humedad. Por ejemplo, es muy común que dos días después del corte en verde los residuos presenten una humedad aproximada de 50% (Cuadro 2) siempre y cuando no llueva y la radiación solar sea alta.

Cuadro 1. Componentes de los residuos antes de la cosecha de la segunda soca de 12.5 meses de edad de diferentes variedades de caña de azúcar. Valle del Cauca, Colombia.

Variedad	Residuos (t/ha)	Cogollo (%)	Hoja seca (%)	Hoja verde (%)	Chulquines (%)	Tallos muertos (%)
MZC 74-275	92.7 a*	44 a	29	15	12 c	0
CC 82-28	75.3 abc	37 ab	20	13	30 ab	0
CC 85-53	54.4 c	44 a	23	19	13 c	1
CC 85-63	81.4 ab	26 b	25	15	34 a	0
CC 85-68	91.1 ab	44 a	26	16	14 c	0
CC 85-92	83.2 ab	28 b	26	18	28 ab	0
CC 85-96	64.9 bc	38 ab	30	13	19 bc	0
Promedio	77.6	37	26	16	21	0
C.V. (%)	26.2	28	31.7	24.8	45.6	—
Signif. (P < 0.05)	5%	2%	NS	NS	1%	NS

* Valores conectados con la misma letra no son significativamente diferentes
NS: ninguna significancia

Cuadro 2. Composición de los residuos después de la cosecha de la cuarta soca de 12 meses de edad de la variedad V 71-51. Valle del Cauca, Colombia.

Componente	Material húmedo (t/ha)	Humedad (%)	Material seco (t/ha)
Caña:	7.2	69.4	2.2
- Trozos	1.5	67.3	0.5
- Larga cortada	2.3	73.3	0.6
- Larga sin cortar	0.1	68.6	0
- Adherida al cogollo	2.5	67.3	0.8
- Tocones	0.8	68.0	0.3
Residuos:	53.0	49.1	27.0
- Cogollos	33.6	72.2	9.3
- Hojas	19.2	7.9	17.7
- Chulquines	0.2	79.6	0
Total caña + residuos	60.2	51.5	29.2

Finalmente, independiente de la cantidad de residuos y la condición de los mismos, es necesario manejarlos adecuadamente para evitar daños en el cultivo siguiente.

Manejo de residuos en el campo

El período crítico para el manejo de los residuos se presenta entre la segunda y la tercera semana después de la cosecha en época de lluvia. Durante este período es necesario garantizar un buen rebrote de la caña y se deben realizar las labores mecanizadas como subsolado, fertilización y aporque. Con un buen manejo se evitan los perjuicios que los residuos pueden ocasionar en el cultivo siguiente, especialmente en épocas húmedas; además, en el largo plazo se obtienen beneficios en las condiciones físicas y químicas del suelo.

En zonas semiáridas la cobertura del suelo con los residuos de cosecha reduce las pérdidas por evaporación y mejora la infiltración del agua,

a la vez que reduce los riesgos de erosión. Sin embargo, en las condiciones semihúmedas del valle del río Cauca, en donde predominan suelos de textura fina, los residuos pueden mantener niveles de humedad excesivos después de las lluvias y reducir la temperatura, lo que puede afectar en forma adversa el rebrote de las plantas de caña. Por otro lado, los residuos reducen la población de malezas y pueden llegar, inclusive, a afectar el desarrollo de la caña como consecuencia de las sustancias que liberan durante los procesos de descomposición. No obstante, en el largo plazo mejoran la fertilidad de los suelos mediante el reciclado de nutrimentos.

En algunas regiones caracterizadas por bajas producciones de caña se acostumbra dejar una cobertura de residuos sobre el terreno y seguir prácticas de labranza mínima que resultan en menores costos de producción de caña. Pero en la mayoría de los suelos de la zona azucarera de Colombia son indispensables las labores mecanizadas para levantar el cultivo y mantener los niveles de producción; por tanto, los residuos se deben manejar adecuadamente para que no se conviertan un obstáculo.

Con el objeto de ofrecer a los productores alternativas de manejo de residuos, CENICAÑA ha venido evaluando diferentes sistemas para identificar los más prácticos y económicos, entre ellos el encalle al 2x1 y al 2x2 y el picado de los residuos.

Encalle al 2x1

El sistema de encalle de residuos al 2x1 (dos calles limpias y una con residuos) es la mejor alternativa en este momento para el manejo de los residuos de la cosecha de caña. Consiste en encallar los residuos mediante una combinación del encalle mecánico con despajadoras de aspas reforzadas, seguido de una rectificación manual para destapar las cepas de las plantas en los surcos próximos a las calles donde se colocan los residuos. El sistema permite mecanizar el 67% del área.



Residuos encallados al 2x1

Encalle al 2x2

Cuando la cantidad de residuos en el campo es muy alta y hay dificultad para encallarlos al 2x1, se puede usar el sistema de encalle 2x2 (dos calles limpias y dos con residuos, en forma alterna) el cual permite la mecanización del 50% del área. Si se presentan lluvias abundantes durante las primeras semanas después de la cosecha, existe la posibilidad de afectar el surco de caña que tiene residuos por ambos lados, siendo este riesgo menor en campos con espacio entre surcos de 1.75 m que con espacio de 1.5 m.



FOTOS: FERNANDO VILLEGAS T.

Residuos encallados al 2x2

Picado de los residuos

El picado de los residuos de la cosecha en verde y su distribución uniforme sobre la superficie del terreno es otra alternativa para el manejo de los residuos. CENICAÑA está experimentando con éxito este sistema, el cual permite realizar las prácticas culturales convencionales en toda el área cultivada. Para ello es necesario que el campo esté bien aporcado desde la plantilla con el fin de que los residuos picados puedan ser acomodados en el fondo de las calles, permitiendo que las cepas queden libres. Para esta práctica CENICAÑA diseñó un aporcador de discos con surcadores posteriores, el cual ha mostrado resultados promisorios en las observaciones realizadas (derecha). Actualmente se trabaja en el desarrollo de una máquina picadora de residuos que sea capaz de satisfacer los requerimientos comerciales de la industria azucarera colombiana. Dicha máquina consiste en una cosechadora de forrajes Claas (Jaguar 880) a la cual se la ha adaptado en la parte frontal una mesa New Holland que se encarga de recoger los residuos de la superficie del suelo y llevarlos hasta las cuchillas picadoras de la cosechadora de forrajes. Aunque el equipo ha trabajado en forma aceptable, su capacidad y la resistencia de la mesa son limitadas para la cantidad y el tipo de residuos que normalmente se deben picar en las condiciones de la región azucarera colombiana. Se estima que con una máquina apropiada es posible realizar el picado de los residuos en un tiempo similar al que demanda la labor de encalle en el sistema de caña quemada; aunque el picado demanda mayor potencia y tiene costos más altos, las ventajas que representa en el largo plazo compensan el sobre costo.



Aporcador Modelo CENICAÑA

Con el encalle de los residuos al 2x1 y al 2x2, la producción de caña en las socas que vienen de cosecha en verde puede ser igual o superior a la obtenida con caña quemada. Esto se logra siempre y cuando la labor de encalle mecánico con despajadoras de aspas reforzadas esté seguida de una rectificación manual. Se trata de destapar las cepas que han quedado cubiertas con residuos.

La investigación se dedica a desarrollar un sistema de manejo con residuos picados, con base en la adaptación de una cosechadora de forrajes. Los residuos picados permiten mecanizar el 100% del área, de manera que no interfieren las labores culturales en las socas.



Picadora de residuos

Campo con residuos picados



Una vez que pasa la etapa crítica de manejo de los residuos, la presencia de éstos no es un problema para el desarrollo normal del cultivo. Los residuos se descomponen después de 12 meses y su volumen inicial en base seca se reduce de 29 t/ha hasta 3 t/ha o menos (Cuadro 3). Lo anterior desvirtúa la posibilidad de acumulación de residuos en el campo por cortes consecutivos de la caña en verde.

Los trabajos realizados por CENICAÑA permiten concluir que: (1) El manejo adecuado de los residuos provenientes de la cosecha de caña en verde que evite daños en los rebrotes de las cepas no debe afectar la producción del cultivo, si se compara con el sistema convencional de caña quemada antes del corte (CENICAÑA, 1999). (2) Se ha observado una mayor producción con el picado y los encalles 2x1 y 2x2 como sistemas de manejo de los residuos de la caña verde (Cuadro 4). (3) Los costos de los diferentes sistemas de encalle determinarán su adopción, aunque las diferencias entre ellos no son altas. (4) El picado de los residuos es hasta el momento la labor más costosa, pero también es la alternativa que presenta el mayor potencial para aumentar la producción en comparación con los demás sistemas de manejo de residuos de la cosecha de caña en verde y caña quemada; por tanto, sus beneficios pagan fácilmente su mayor costo. Además, esta práctica trae beneficios en el largo plazo sobre la fertilidad y las condiciones físicas del suelo.

Por todo lo anterior, el manejo de los residuos de la cosecha en verde deja de ser un problema para convertirse en una oportunidad que la industria azucarera colombiana debe aprovechar.

Cuadro 3. Residuos remanentes en el campo después de 12 meses, durante el desarrollo de la quinta soca de la variedad V 71-51. Valle del Cauca, Colombia.

Sistema de manejo de residuos	Cantidad inicial de residuos secos (t/ha)	Remanente después de 12 meses		
		Material húmedo (t/ha)	Humedad (%)	Material seco (t/ha)
Caña verde:				
Encalle 2x1	29.2	8.0 a*	67.7 ab	3.0 a
Encalle 2x2	29.2	7.0 a	64.6 b	2.3 a
Residuos picados	29.2	1.7 b	55.9 c	0.8 b
Caña quemada:				
Encalle 5x1	13.0	3.4 b	71.0 a	1.1 b
Promedio	—	5.0	64.9	1.8
C.V. (%)	—	51.9	7.9	44.4
Signif. (P < 0.05)	—	0.1 %	0.01 %	0.01 %

* Valores conectados con la misma letra no son significativamente diferentes

Cuadro 4. Producción de la variedad V 71-51 en la quinta soca, con diferentes sistemas de manejo de los residuos. Hacienda El Hatice, Valle del Cauca, Colombia.

Sistema de manejo de residuos	Caña (t/ha)	ARE (% caña)	Azúcar (t/ha)
Caña verde:			
Encalle 2x1	131 a *	11.5 b	15.1 ab
Encalle 2x2	131 a	11.8 ab	15.4 ab
Residuos picados	135 a	11.5 b	15.6 a
Caña quemada:			
Encalle 5x1	118 b	12.1 a	14.3 b
Promedio	129	11.7	15.1
C.V.(%)	6.2	3.6	6.7
Signif. (P < 0.05)	1%	5%	10%

* Valores conectados con la misma letra no son significativamente diferentes

Referencias Bibliográficas

- Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia. Cali. Informe Anual 1998. Cali, CENICAÑA, 1999. 132 p.
- Ministerio de Medio Ambiente. Santafé de Bogotá (Colombia). Convenio de concertación para una producción limpia con el sector azucarero. Convenio de concertación y coordinación de acciones encaminadas a apoyar el control de la contaminación, la adopción de métodos de producción sostenible y a mejorar la gestión pública entre el Ministerio de Medio Ambiente, Corporaciones Autónomas Regionales del Valle, Cauca y Risaralda, Asocaña y sus afiliados, y la comunidad de Palmira. Santafé de Bogotá, Ministerio de Medio Ambiente, 1996. 21 p.

Zonas Agroecológicas

para el Cultivo de la Caña de Azúcar en el Valle del Río Cauca

Amaya, A.; Torres, J.; Quintero, R.; Carbonell, J.; Ortiz, B; Luna, C.A.;
Moreno, C.; Palma, A.; Ranjel, H.; Cock, J.; Isaacs, C.*

El valle del río Cauca es heterogéneo en sus condiciones de clima y suelo, ante lo cual se demandan tecnologías específicas para las distintas condiciones. CENICAÑA está caracterizando las zonas agroecológicas en las cuales el cultivo presenta respuestas relativamente homogéneas.

Esta zonificación facilita racionalizar la evaluación regional de variedades, orienta las decisiones de ubicación de éstas a escala comercial y la definición de prácticas de manejo del cultivo específicas que aseguren mayor productividad. La caracterización de las zonas agroecológicas se basa en factores principales —zonificación a nivel macro— a partir de los cuales se va al detalle para definir el manejo agronómico específico. Para la selección de variedades pueden ser suficientes tres o cuatro zonas mientras que para el manejo específico de suertes es necesario considerar un mayor número de zonas en un estudio complementario que agrupe suertes homogéneas en relación con las condiciones naturales y de infraestructura.

Actualmente, en CENICAÑA se dispone de una zonificación macro que tiene como bases el isobalance hídrico anual y los grupos de manejo de suelos relacionados con la respuesta del cultivo (Amaya et al., 1997). El isobalance hídrico climático es el factor de mayor importancia para explicar la variación de la producción de caña y de azúcar; muestra que la producción tiende a ser mayor en las zonas donde hay tendencia al déficit hídrico. Generalmente esta situación corresponde a zonas en donde existe mejor infraestructura para riego. Esta tendencia es diferente de acuerdo con las variedades (Figura 1).

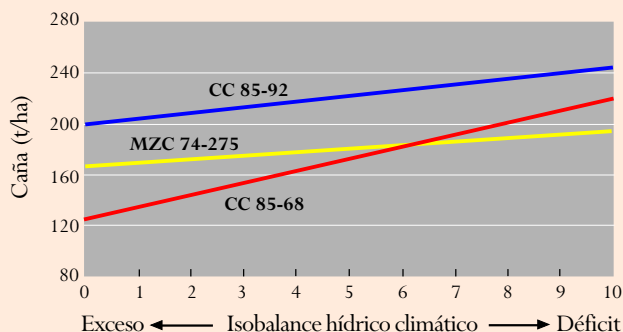


Figura 1. Producción de caña (t/ha) de tres variedades en relación con el isobalance hídrico. Pruebas regionales de variedades, 1990-1997.

Con el apoyo de sistemas de información geográfica (SIG) se ha generado un mapa que combina el isobalance hídrico y los grupos de manejo de suelos. Esta combinación genera 47 zonas agroecológicas en todo el valle del río Cauca; no obstante, cuando se considera el 80% del área sembrada, el número de zonas se reduce a 20 (Cuadro 1). A manera de ejemplo, en las suertes cosechadas en 1998 en el Ingenio Incauca se observó que los menores valores para TCH y TAHM ocurrieron en las zonas que presentaron exceso de agua (E025 y E029) (Cuadro 2).

En la zonificación se consideran las variaciones en el espacio y en el tiempo. La información disponible actualmente está más relacionada con las primeras; sin embargo, se avanza en la caracterización del clima y su relación con la respuesta del cultivo.

En los dos últimos años se ha utilizado la zonificación disponible para localizar los experimentos de evaluación regional de variedades. En estas pruebas, aunque las variedades difieren de acuerdo con los sitios, existen algunas que son comunes y permitirán validar la zonificación con base en los dos factores

* CENICAÑA

Cuadro 1. Zonas agroecológicas identificadas en el valle del río Cauca con base en el balance hídrico y el grupo de manejo de suelos, agrupadas de acuerdo con el área disponible para el cultivo de la caña de azúcar al 31 de diciembre de 1998.

Zona agroecológica ¹	Área (ha)	Balance hídrico (mm)	Grupo Manejo Suelos
D466	34374	400 - 600 Déficit	6
D462	31378	400 - 600 Déficit	2
D242	28829	200 - 400 Déficit	2
E029	26504	0 - 200 Exceso	9
D246	24350	200 - 400 Déficit	6
D025	19717	0 - 200 Déficit	5
D029	14531	0 - 200 Déficit	9
D4610	12656	400 - 600 Déficit	1
D249	11418	200 - 400 Déficit	9
D>62*	10946	> 600 Déficit	2
D0210	10811	0 - 200 Déficit	10
D469	9893	400 - 600 Déficit	9
D248	9634	200 - 400 Déficit	8
D2410	8863	200 - 400 Déficit	10
D>66*	8438	> 600 Déficit	6
D028	7986	0 - 200 Déficit	8
D247	7410	200 - 400 Déficit	7
E025	7076	0 - 200 Exceso	5
D245	6875	200 - 400 Déficit	5

1. Las letras **D** o **E** indican **déficit** o **exceso** en el balance hídrico anual (mm); los dos dígitos siguientes indican el rango en el cual está el balance hídrico, dividido por 100; los números restantes indican el grupo de manejo de suelos de acuerdo con la clasificación realizada por CENICAÑA (Quintero y Castilla, 1992). Ejemplo: la zona agroecológica D466 se caracteriza por déficit entre 400 y 600 mm en el isobalance hídrico anual y suelos clasificados en el grupo de manejo 6 (Galpón, Herradura, Esneda).

* Déficit mayor que 600 mm en el isobalance hídrico

Cuadro 2. Toneladas de caña por hectárea (TCH) y toneladas de azúcar por hectárea por mes (TAHM) de la caña cosechada por el Ingenio Incauca en 1998, en relación con las zonas agroecológicas definidas por la combinación del isobalance hídrico y los grupos de manejo de suelos.

Zona agroecológica	Área		TCH	TAHM
	(ha)	(%)		
D 247	1381	3.34	108	1.01
D 242	1125	2.72	111	0.99
D 245	2616	6.33	109	0.98
D 248	2569	6.22	108	0.96
D 028	2705	6.55	106	0.96
D 025	6046	14.63	106	0.95
D 244	1310	3.17	107	0.94
D 029	4009	9.70	104	0.94
D 246	1404	3.40	104	0.93
E 025	1952	4.72	95	0.87
E 029	5623	13.61	91	0.81

mencionados (espacio y tiempo). A medida que exista una mayor información sobre factores como clima, riego, drenaje y producción, será posible tener una zonificación más detallada.

Referencias Bibliográficas

- Amaya, A.; Torres, J. S.; Quintero, R.; Luna, C. A.; Moreno, C. A.; Palma, A. E.; Carbonell, J.; Cortés, E. Nichos ecológicos para la caña de azúcar en el valle geográfico del río Cauca. En: Congreso de la Sociedad Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar, 4, Cali, 24-26 septiembre, 1997. Memorias. Cali, TECNICAÑA, 1997. v.1, p. 89-102
- Torres A., J.S.; Cruz V., R.; Villegas T., F. 1996. Avances técnicos para la programación y manejo del riego en caña de azúcar. Cali, CENICAÑA. p. 33-40. (Serie Técnica N° 19)
- Quintero, R.; Castilla, C. 1992. Agrupación de los suelos del valle geográfico del río Cauca. Cali, CENICAÑA. 20 p. (Serie Técnica N°8)

Censo de Variedades y Producción de Caña y Azúcar en el Valle del Río Cauca, 1999

Claudia Posada Contreras *
Carlos Adolfo Luna González **

Se presenta un resumen de la composición varietal en la región azucarera de Colombia, las tendencias de los principales indicadores de la productividad física de campo y la recuperación de azúcar comercial durante 1999. Los datos corresponden a la caña sembrada y cosechada en tierras con manejo directo de los ingenios y tierras con manejo de proveedores, molida por los ingenios Central Castilla, Central Tumaco, Incauca, La Cabaña, Manuelita, Mayagüez, Pichichí, Providencia, Riopaila, Risaralda y Sancarlos.

El censo refleja las preferencias varietales de ingenios y cultivadores, mide el grado de disseminación de una variedad en el tiempo y el espacio y verifica la evolución de las variedades comerciales. En el análisis de la producción comercial se documentan el nivel y la variabilidad de la productividad física de campo y la recuperación de azúcar comercial, como puntos de referencia para analizar situaciones particulares en las unidades productivas.

Variedades sembradas

El área total disponible para el cultivo de la caña en 1999 fue de 191,898 hectáreas, sumando el área sembrada (188,362 ha), el área en renovación (3375 ha) y aquella con otros cultivos de pancoger en suertes de caña (161 ha). En comparación con el año anterior, el área disponible aumentó en 1625 ha y el área sembrada en 1217 (Cuadro 1).

Las variedades principales, sembradas en más del 1% del área total, fueron: **CC 85-92** (23% del área total sembrada), **MZC 74-275** (21%), **V 71-51** (19%), **CC 84-75** (10%), **PR 61-632** (7%), **RD 75-11** (6%), **CC 87-434** (2%), **MZC 82-11** (2%) y **Co 421** (1%).

Cuadro 1. Área total disponible para el cultivo de la caña de azúcar en el valle del río Cauca (incluye el área dedicada a la producción de caña que al momento del censo estaba sembrada, en renovación o en cultivos de pancoger y pastos). 1999.

Ingenio	Manejo ingenios (%)	Manejo Proveedores		Total	
		Área (%)	Diferencia con 1998 (%) ¹	Área para el cultivo (ha)	Diferencia con 1998 (ha) ¹
1	38.67	61.33	4.12	22,862	712.76
2	45.96	54.04	-0.97	12,540	288.35
3	37.74	62.26	0.52	24,297	-144.20
4	32.85	67.15	2.05	15,865	379.62
5	4.39	95.61	0.04	3,766	44.83
6	78.15	21.85	0.99	16,470	561.01
7	51.02	48.98	-5.66	37,080	16.14
8	33.18	66.82	0.63	12,369	-60.25
9	58.80	41.20	-2.97	20,052	-18.84
10	62.05	37.95	1.54	19,114	-115.67
11	67.32	32.68	1.36	7,484	-38.60

1. Mide el cambio en la distribución del área total para el cultivo, ocurrido de un año a otro. Las diferencias son complementarias, es decir que el incremento de la participación en área para los proveedores significa una disminución porcentual de la participación para los ingenios y viceversa.

* Economista. Programa de Análisis Económico y Estadístico, CENICAÑA.

** Ingeniero agrónomo, MSc. Director del Programa de Análisis Económico y Estadístico, CENICAÑA.

Las variedades CC (CENICAÑA Colombia) ocupaban el 38% del área y las VIC (importadas y evaluadas por CENICAÑA), el 33%. En total, las variedades autóctonas de Colombia estaban sembradas en el 72% del área, con una participación cada vez mayor de las variedades obtenidas por CENICAÑA (Figura 1; Cuadros 2 y 3).

Durante 1999 los ingenios manejaron directamente el 48% del área sembrada (91,498 ha en tierras propias, alquiladas y con cuentas en participación) y los proveedores de caña en la mata, el 52% (96,864 ha). En ambos casos los cambios varietales ocurrieron a favor de la CC 85-92, con 3% más área en los ingenios y 5% más en tierras de proveedores. El área sembrada con MZC 74-275 decreció en 3% (ingenios) y 4% (proveedores), al igual que el área con V 71-51 disminuyó en 1% (ingenios) y 3% (proveedores) (Cuadros 4 y 5).

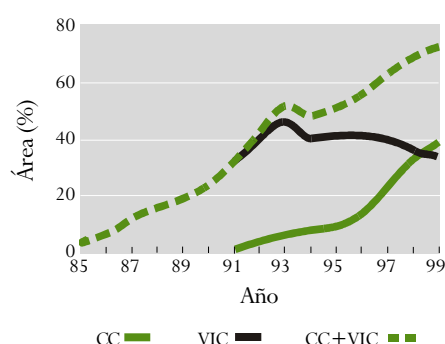


Figura 1. Evolución del área sembrada con variedades CC y VIC en el valle del río Cauca, entre 1985 y 1999.

Cuadro 2. Participación de las variedades principales de caña de azúcar (sembradas en más del 1% del área total) en el área total sembrada. Valle del río Cauca, 1999.

Posición obtenida en			Variedades	Área sembrada (ha)	Participación en industria (%)	Diferencia con 1998 (%) ¹	Acumulado (%)
1997	1998	1999					
3	3	1	CC 85-92	43,279	22.98	4.26	22.98
1	1	2	MZC 74-275	38,974	20.69	-3.27	43.67
2	2	3	V 71-51	36,165	19.20	-1.85	62.87
5	4	4	CC 84-75	19,351	10.27	1.04	73.14
4	5	5	PR 61-632	13,375	7.10	-0.21	80.24
6	6	6	RD 75-11	11,192	5.94	-0.22	86.18
16	8	7	CC 87-434	4,713	2.50	0.88	88.68
7	7	8	MZC 82-11	3,158	1.68	-0.09	90.36
8	9	9	Co 421	2,312	1.23	-0.11	91.59

Total área sembrada en caña:	188,362 ha
Total área en renovación:	3,375 ha
Total área en pancoger y pastos:	161 ha
Área total disponible para el cultivo ² :	191,898 ha
Total área en variedades obtenidas por CENICAÑA (CC):	72,393 ha
Total área en variedades evaluadas por CENICAÑA (VIC):	62,709 ha
Porcentaje en variedades obtenidas por CENICAÑA (CC):	38.4 %
Porcentaje en variedades evaluadas por CENICAÑA (VIC):	33.3 %
Total área en variedades obtenidas y evaluadas por CENICAÑA:	135,102 ha

1. Diferencia entre el porcentaje del censo actual y el censo anterior.
2. El término disponible comprende el área sembrada con caña, el área en renovación y aquella con otros cultivos de pancoger y pastos en suertes de caña.

Cuadro 3. Crecimiento en área y cambio en la importancia relativa de las variedades principales, entre 1998 y 1999. Valle del río Cauca.

Posición	Variedades	Cambio en área		Cambio global anual (%)
		(ha)	(%)	
1	CC 85-92	8,256	23.57	4.23
4	CC 84-75	2,068	11.96	1.02
7	CC 87-434	1,680	55.40	0.88
8	MZC 82-11	-144	-4.37	-0.09
9	Co 421	-198	-7.89	-0.12
5	PR 61-632	-299	-2.19	-0.22
6	RD 75-11	-340	-2.95	-0.23
3	V 71-51	-3,230	-8.20	-1.88
2	MZC 74-275	-5,859	-13.07	-3.30

Cuadro 4. Participación de las variedades principales en el área manejada por proveedores de caña en la mata. Valle del río Cauca, 1999.

Posición obtenida en		Variedades	Área sembrada		Diferencia con 1998 (%) ¹	Acumulado (%)
1998	1999		ha	%		
1	1	V 71-51	23,892	24.67	-2.86	24.67
3	2	CC 85-92	22,196	22.91	5.43	47.58
2	3	MZC 74-275	19,250	19.87	-3.53	67.45
4	4	PR 61-632	9,497	9.80	0.18	77.26
5	5	CC 84-75	7,575	7.82	0.81	85.08
6	6	RD 75-11	4,702	4.85	-0.11	89.93
7	7	Co 421	1,711	1.77	0.47	91.70
13	8	CC 87-434	1,114	1.15	0.56	92.85
9	9	MZC 82-11	928	0.96	-0.03	93.81
Total área sembrada en caña:					96,864 ha	
Total área en renovación:					1,262 ha	
Total área en pancoger y pastos:					39 ha	
Área total disponible para el cultivo ² :					98,166 ha	
Total área con variedades obtenidas por CENICAÑA (CC):					30,972 ha	
Porcentaje en variedades obtenidas por CENICAÑA (CC):					32 %	
Porcentaje en variedades evaluadas por CENICAÑA (VIC):					40 %	
Total área en variedades obtenidas y evaluadas por CENICAÑA:					69,763 ha	

1. Diferencia entre el porcentaje del censo actual y el censo anterior.

2. El término disponible comprende el área sembrada con caña, el área en renovación y aquella con otros cultivos de pancoger y pastos en suertes de caña.

Cuadro 5. Participación de las variedades principales en el área manejada directamente por los ingenios azucareros. Valle del río Cauca, 1999.

Posición obtenida en		Variedades	Área sembrada		Diferencia con 1998 (%) ¹	Acumulado (%)
1998	1999		ha	%		
2	1	CC 85-92	21,083	23.04	3.00	23.04
1	2	MZC 74-275	19,724	21.56	-3.00	44.60
3	3	V 71-51	12,273	13.41	-0.62	58.01
4	4	CC 84-75	11,776	12.87	1.22	70.88
5	5	RD 75-11	6,490	7.09	-0.37	77.97
6	6	PR 61-632	3,879	4.24	-0.56	82.21
7	7	CC 87-434	3,599	3.93	1.19	86.15
8	8	MZC 82-11	2,230	2.44	-0.17	88.58
12	9	MZC 84-04	799	0.87	0.10	89.46
Total área sembrada en caña:					91,498 ha	
Total área en renovación:					2,114 ha	
Total área en pancoger y pastos:					122 ha	
Área total disponible para el cultivo ² :					93,733 ha	
Total área con variedades obtenidas por CENICAÑA (CC):					40,300 ha	
Porcentaje en variedades obtenidas por CENICAÑA (CC):					44 %	
Porcentaje en variedades evaluadas por CENICAÑA (VIC):					26 %	
Total área en variedades obtenidas y evaluadas por CENICAÑA:					63,889 ha	

1. Diferencia entre el porcentaje del censo actual y el censo anterior.

2. El término disponible comprende el área sembrada con caña, el área en renovación y aquella con otros cultivos de pancoger y pastos en suertes de caña.

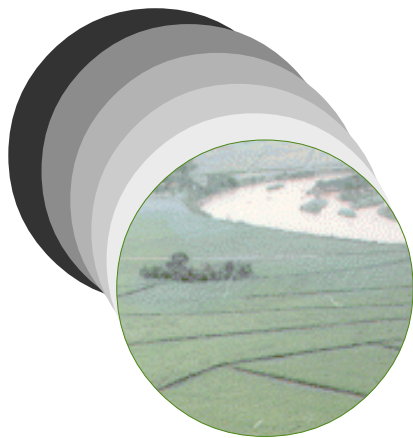




Producción comercial

En 1999 se cosecharon 160,466 hectáreas de caña de azúcar, distribuidas en 18,838 suertes. Las cañas tenían 3.73 cortes y 13.32 meses de edad en promedio. En 1998 se cosecharon 166,732 ha con cañas de 3.54 cortes y 12.49 meses de edad (promedios). Del análisis general se infiere lo siguiente (Cuadros 6 a 10):

- La producción total de azúcar (toneladas) aumentó en 7% con respecto al año anterior, mientras el área cosechada disminuyó en 4%.
- Las toneladas de caña por hectárea por mes (TCHM) se incrementaron de un año a otro, pasando de 8.75 a 9.02.
- Las toneladas de azúcar por hectárea por mes (TAHM) aumentaron de 0.99 a 1.03.
- El rendimiento comercial de azúcar fue mayor en 0.1 puntos porcentuales con respecto al año anterior, pasando de 11.31% a 11.41%. Este año se requirieron 8.8 toneladas de caña para producir 1 tonelada de azúcar.



Cuadro 6. Intervalos de confianza de las variables de producción comercial en la industria azucarera colombiana, 1999.

Variable	Intervalo de confianza (95%)
Edad de corte (meses)	[10.3-16.4]
Toneladas azúcar hectárea (TAH)	[6.8-20.3]
Toneladas azúcar hectárea mes (TAHM)	[0.6-1.5]
Rendimiento (%)	[9.2-13.7]
Toneladas caña hectárea (TCH)	[63.2-174.1]
Toneladas caña hectárea mes (TCHM)	[5.0-13.0]

Cuadro 7. Estadísticas descriptivas de la producción comercial en la industria azucarera colombiana durante 1999.

Información	Suertes cosechadas (No)	Área neta cosechada (ha)	Edad de corte (meses)	TCH cosecha ¹	TCHM	TAH cosecha ²	qqHC ³	TAHM	Rto comercial (%)	Caña / azúcar ⁴	Número de corte ⁵
Total Sector	18,838	160,466	13.32	118.67	9.02	13.55	270.92	1.027	11.41	8.76	3.73
Zona Norte	4,341	31,252	14.42	129.12	9.10	14.81	296.15	1.030	11.43	8.75	3.98
Zona Centro	5,340	53,310	13.06	123.28	9.52	14.29	285.85	1.104	11.61	8.62	3.91
Zona Sur	9,157	75,903	12.99	111.11	8.65	12.50	250.00	0.972	11.25	8.89	3.48

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 cosecha.
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, Incauca y La Cabaña.

Cuadro 8. Cambios anuales en el número total de hectáreas cosechadas y la producción total de caña y azúcar en la industria azucarera colombiana durante el período 1990 a 1999.

Año	Δ Área cosechada		Δ Toneladas de caña	Δ TTC (%) ¹	Δ Toneladas de azúcar	Δ TTA (%) ²
	(ha)	(%)				
1999-1998	-6,266	-3.76	1,076,471	6.02	140,843	6.97
1998-1997	3,792	2.33	436,177	2.50	-34,720	-1.69
1997-1996	-7,874	-4.61	-945,939	-5.15	-89,450	-4.17
1996-1995	14,332	9.16	1,019,175	5.88	197,080	10.12
1995-1994	30,010	23.72	976,222	5.92	155,030	8.48
1994-1993	11,091	9.60	1,089,464	7.00	133,578	7.80
1993-1992	-4,366	-3.64	-833,165	-5.66	-5,437	-3.16
1992-1991	3,559	3.06	102,292	7.46	330,658	23.83
1991-1990	3,237	2.86	525,305	3.99	-83,968	-5.70

1. Toneladas totales de caña

2. Toneladas totales de azúcar

Cuadro 9. Estadísticas descriptivas de producción comercial por variedad de caña de azúcar en la industria azucarera colombiana durante 1999.

Variedad	Suertes cosechadas (No)	Área cosechada		Tamaño de suertes (ha)	Edad de corte (%)	TCH cosecha	TAH cosecha	qqHC	TCHM	TAHM	Rendimiento comercial (%)	Caña/ azúcar	Número de corte (Promedio)
		(ha)	(%)										
MZC 74-275	4,124.0	38,150.1	23.8	9.3	13.3	110.5	13.0	260.4	8.43	0.990	11.79	8.5	4.6
V 71-51	3,834.0	32,978.9	20.6	8.6	13.4	117.9	13.4	268.0	8.93	1.010	11.37	8.8	4.5
CC 85-92	3,446.0	30,514.8	19.0	8.9	13.3	131.9	15.2	303.8	10.04	1.154	11.51	8.7	2.1
CC 84-75	2,148.0	15,139.0	9.4	7.0	13.3	122.2	13.6	271.3	9.34	1.035	11.11	9.0	2.8
PR 61-632	1,414.0	11,380.6	7.1	8.0	13.7	122.5	13.7	273.6	9.04	1.013	11.18	8.9	4.6
RD 75-11	1,342.0	10,338.1	6.4	7.7	13.3	107.1	11.6	231.1	8.19	0.883	10.79	9.3	3.1
VARIAS	340.0	3,555.8	2.2	10.5	13.5	121.3	13.7	274.1	9.14	1.022	11.30	8.9	3.9
MZC 82-11	312.0	2,796.6	1.7	9.0	13.0	123.3	14.1	282.1	9.60	1.097	11.51	8.7	2.6
CC 87-434	300.0	2,579.3	1.6	8.6	12.8	123.3	14.1	282.4	9.75	1.115	11.46	8.7	1.3
Co 421	180.0	1,827.6	1.1	10.2	13.7	111.1	11.9	238.9	8.14	0.871	10.75	9.3	7.8
CC 85-63	135.0	1,368.4	0.9	10.1	13.3	108.0	12.6	251.1	8.23	0.952	11.63	8.6	4.1
CC 85-68	149.0	924.1	0.6	6.2	13.3	124.2	14.8	295.1	9.40	1.116	11.88	8.4	2.3
PR 1141	102.0	916.9	0.6	9.0	12.7	112.2	13.7	273.7	8.91	1.002	11.23	8.9	6.1
CP 38-34	107.0	888.8	0.6	8.3	13.2	104.5	10.9	218.6	7.95	0.830	10.46	9.6	8.1
MZC 84-04	61.0	766.6	0.5	12.6	12.8	121.0	12.6	251.4	10.13	1.068	12.22	8.2	1.9
CC 84-56	65.0	645.1	0.4	9.9	13.8	118.9	13.0	259.4	8.80	0.942	10.91	9.2	3.0
Mex 64-1487	59.0	644.9	0.4	10.9	14.2	117.4	14.0	279.5	8.44	0.989	11.91	8.4	5.7
PR 1248	46.0	496.8	0.3	10.8	12.5	101.7	10.4	207.1	8.23	0.831	10.18	9.8	8.7
CC 85-96	54.0	391.7	0.2	7.3	14.0	135.7	15.3	305.4	9.89	1.108	11.17	9.0	3.0
CC 87-474	41.0	352.4	0.2	8.6	12.5	108.8	12.3	246.1	8.82	1.003	11.31	8.8	1.8
CP 57-603	62.0	342.3	0.2	5.5	13.1	113.5	13.6	272.1	8.75	1.042	11.99	8.3	14.6
Mex 52-29	29.0	277.8	0.2	9.6	12.4	114.9	13.2	264.5	9.39	1.081	11.51	8.7	9.9
POJ 2878	23.0	218.5	0.1	9.5	13.9	112.3	11.7	234.6	8.14	0.848	10.45	9.6	10.0
EXPERIMENTO	61.0	210.7	0.1	3.5	14.2	128.5	15.0	299.1	9.17	1.066	11.64	8.6	3.2
CC 83-25	23.0	176.8	0.1	7.7	13.0	110.2	12.8	255.1	8.48	0.980	11.57	8.6	6.3
V 71-49	17.0	159.3	0.1	9.4	13.9	112.9	12.8	255.8	8.21	0.904	11.33	8.8	3.5
H 38-2915	23.0	159.2	0.1	6.9	12.7	103.9	10.2	204.2	8.38	0.818	9.83	10.2	9.4
MZC 86-19	10.0	138.4	0.1	13.8	12.6	113.4	13.4	267.1	9.14	1.078	11.79	8.5	4.0
MZC 78-115	14.0	133.8	0.1	9.6	12.4	101.2	12.7	254.0	8.18	1.028	12.55	8.0	6.3
CP 72-356	19.0	130.7	0.1	6.9	12.5	102.6	10.7	213.9	8.26	0.864	10.42	9.6	7.6
CC 86-33	12.0	121.0	0.1	10.1	13.2	118.0	13.3	266.9	9.05	1.012	11.29	8.9	1.8
ICC 9302	23.0	115.9	0.1	5.0	12.8	99.9	11.6	231.7	7.91	0.923	11.59	8.6	2.2
CP 63-588	11.0	103.3	0.1	9.4	12.0	91.7	10.2	204.2	7.70	0.854	11.12	9.0	7.3

Cuadro 10. Estadísticas descriptivas de la producción comercial de las variedades de caña de azúcar cosechadas por ingenio. Industria azucarera colombiana, 1999.

Variedad	Suertes cosechadas (No.)	Área cosechada		Tamaño de Suertes	Edad de Corte (ha)	TCH Cosecha (meses)	TAH Cosecha	qqHC	TCHM	TAHM	Rendimiento comercial (%)	Caña/ azúcar	Número de Corte (Promedio)
		(ha)	(%)										
INGENIO 1													
PR 61-632	403	4,416	23.36	10.96	13.46	137.95	15.66	313.2	10.27	1.166	11.38	8.79	3.61
MZC 74-275	315	3,607	19.09	11.45	13.02	120.87	14.33	286.6	9.31	1.104	11.89	8.41	5.47
V 71-51	254	3,170	16.77	12.48	13.42	130.84	15.33	306.5	9.78	1.145	11.74	8.52	5.79
CC 85-92	232	2,693	14.25	11.61	13.43	147.03	17.41	348.1	11.00	1.302	11.90	8.40	1.86
MZC 82-11	93	1,063	5.63	11.44	13.04	134.17	15.51	310.2	10.31	1.192	11.75	8.51	2.09
CC 84-75	79	750	3.97	9.50	13.05	139.38	16.16	323.1	10.71	1.241	11.59	8.63	5.41
Co 421	52	732	3.88	14.08	13.92	124.96	13.51	270.2	9.00	0.973	10.82	9.24	9.27
RD 75-11	48	544	2.88	11.33	13.43	134.34	15.95	319.1	10.03	1.191	11.87	8.42	9.54
Total		18,900											
INGENIO 2													
MZC 74-275	300	3,005	30.97	10.02	12.93	102.18	12.34	246.8	7.99	0.964	12.08	8.28	4.52
V 71-51	263	2,600	26.79	9.89	12.96	109.65	12.51	250.1	8.57	0.974	11.40	8.77	4.06
CC 85-92	156	1,546	15.93	9.91	13.19	124.42	14.79	295.9	9.55	1.134	11.89	8.41	1.57
PR 61-632	51	607	6.26	11.91	12.56	102.72	10.94	218.8	8.28	0.876	10.65	9.39	5.47
RD 75-11	52	544	5.60	10.45	12.20	100.46	10.67	213.3	8.30	0.878	10.62	9.42	3.46
Total		9,704											
INGENIO 3													
V 71-51	863	8,493	38.79	9.84	12.79	120.82	14.00	280.0	9.54	1.105	11.59	8.63	3.93
CC 85-92	481	5,144	23.50	10.69	12.65	132.29	15.73	314.6	10.55	1.254	11.89	8.41	1.92
MZC 74-275	278	2,819	12.87	10.14	12.81	113.09	13.64	272.7	8.92	1.075	12.06	8.29	5.26
CC 84-75	225	1,714	7.83	7.62	12.67	123.49	14.10	282.1	9.83	1.122	11.42	8.76	2.48
PR 1141	45	514	2.35	11.42	12.20	107.43	12.31	246.2	8.86	1.015	11.46	8.73	5.48
PR 61-632	87	507	2.31	5.83	13.52	98.44	10.95	219.0	7.35	0.818	11.13	8.99	4.63
Total		21,894											
INGENIO 4													
MZC 74-275	552	7,204	56.62	13.05	13.08	109.75	13.61	272.2	8.43	1.044	12.40	8.06	3.65
CC 85-92	156	1,506	11.84	9.66	13.23	136.87	16.18	323.6	10.42	1.228	11.88	8.42	1.77
V 71-51	142	1,294	10.17	9.11	13.31	108.24	12.86	257.3	8.19	0.972	11.88	8.42	4.51
MZC 84-04	48	658	5.17	13.70	12.79	116.91	14.46	289.3	9.18	1.135	12.37	8.09	2.09
MZC 82-11	54	604	4.75	11.19	12.44	117.63	13.89	277.8	9.49	1.118	11.81	8.47	3.57
Total		12,723											
INGENIO 5													
V 71-51	99	661	23.49	6.67	14.34	120.78	12.85	256.9	8.52	0.905	10.64	9.40	4.03
PR 61-632	65	608	21.63	9.36	14.80	128.98	13.21	264.1	8.80	0.901	10.24	9.77	3.15
MZC 74-275	81	538	19.15	6.65	14.27	111.67	12.67	253.3	7.93	0.901	11.34	8.82	3.01
Total		2,812											
INGENIO 6													
CC 84-75	744	3,100	21.61	4.17	13.17	110.25	11.92	238.4	8.54	0.921	10.81	9.25	2.09
CC 85-92	487	2,976	20.74	6.11	13.06	120.50	13.43	268.6	9.38	1.043	11.15	8.97	2.09
RD 75-11	391	2,650	18.47	6.78	13.59	98.43	10.41	208.2	7.44	0.786	10.57	9.46	2.77
MZC 74-275	313	2,230	15.55	7.13	12.62	99.53	10.97	219.4	8.01	0.880	11.02	9.07	4.71
V 71-51	309	1,641	11.44	5.31	12.74	99.79	10.86	217.2	7.97	0.863	10.88	9.19	4.45
Total		14,347											

Continúa

Cuadro 10. Continuación.

Variedad	Suertes cosechadas (No.)	Área cosechada		Tamaño de Suertes	Edad de Corte (ha)	TCH Cosecha (meses)	TAH Cosecha	qqHC	TCHM	TAHM	Rendimiento comercial (%)	Caña/azúcar	Número de Corte (Promedio)
		(ha)	(%)										
INGENIO 7													
MZC 74-275	825	6,832	20.52	8.28	12.81	101.69	11.17	223.3	8.00	0.878	10.98	9.11	5.19
CC 85-92	777	6,318	18.98	8.13	13.09	125.71	13.69	273.8	9.70	1.056	10.89	9.18	2.31
RD 75-11	749	5,895	17.71	7.87	13.33	109.46	11.71	234.3	8.32	0.890	10.70	9.34	2.90
V 71-51	587	5,195	15.60	8.85	13.21	109.34	11.67	233.5	8.36	0.892	10.68	9.37	4.54
CC 84-75	482	4,268	12.82	8.86	13.22	121.28	13.22	264.4	9.28	1.011	10.90	9.17	2.08
PR 61-632	127	919	2.76	7.24	13.43	109.91	11.73	234.6	8.25	0.880	10.67	9.37	5.76
CC 87-434	106	875	2.63	8.26	12.99	128.16	13.97	279.4	9.96	1.086	10.90	9.17	1.39
MZC 82-11	63	520	1.56	8.25	12.73	106.32	11.67	233.3	8.42	0.924	10.97	9.11	2.61
Total		33,296											
INGENIO 8													
V 71-51	700	3,248	32.13	4.64	14.08	122.47	14.13	282.6	8.84	1.028	11.54	8.66	5.54
MZC 74-275	601	2,440	24.13	4.06	13.56	118.64	13.93	278.7	8.86	1.046	11.74	8.51	5.65
CC 85-92	324	1,466	14.50	4.53	14.66	164.23	18.38	367.5	11.53	1.284	11.19	8.94	1.61
PR 61-632	355	1,357	13.43	3.82	13.81	124.93	14.08	281.5	9.17	1.080	11.26	8.88	6.80
CC 84-75	135	504	4.98	3.73	14.54	145.37	15.79	315.7	10.29	1.121	10.90	9.17	3.10
Total		10,109											
INGENIO 9													
MZC 74-275	411	4,706	30.04	11.45	14.42	122.74	13.87	277.4	8.61	0.944	11.28	8.87	3.88
V 71-51	365	4,051	25.86	11.10	14.71	128.32	14.31	286.1	8.84	0.953	11.13	8.98	3.83
CC 85-92	202	2,338	14.92	11.57	15.37	151.51	16.69	333.7	9.98	1.078	10.93	9.15	1.65
VARIAS	89	1,121	7.16	12.60	13.86	124.23	13.74	274.9	9.09	0.971	11.06	9.04	5.06
CC 84-75	101	999	6.38	9.89	14.54	140.71	15.40	307.9	9.83	1.040	10.94	9.14	2.94
PR 61-632	57	684	4.36	11.99	14.28	114.73	12.37	247.3	8.10	0.842	10.78	9.28	7.54
Total		15,665											
INGENIO 10													
CC 85-92	466	4,934	31.76	10.59	12.50	117.3	14.01	280.2	9.45	1.130	11.95	8.37	2.90
MZC 74-275	266	2,881	18.54	10.83	12.22	99.41	11.90	238.1	8.19	0.980	11.97	8.35	4.65
CC 84-75	209	2,327	14.98	11.14	12.62	114.62	13.33	266.7	9.14	1.061	11.63	8.60	4.00
V 71-51	189	2,105	13.55	11.14	12.41	105.99	12.44	248.8	8.59	1.008	11.74	8.52	4.61
PR 61-632	96	876	5.64	9.13	13.66	102.16	11.86	237.1	7.56	0.878	11.61	8.62	4.96
VARIAS	65	684	4.40	10.52	12.79	112.48	12.95	259.0	8.88	1.021	11.51	8.68	3.80
CC 87-434	40	549	3.53	13.72	12.32	122.81	14.11	282.3	10.00	1.148	11.49	8.70	1.16
Total		15,537											
INGENIO 11													
MZC 74-275	182	1,888	34.47	10.38	14.91	122.31	16.06	321.3	8.36	1.100	13.13	7.61	3.71
CC 85-92	119	1,213	22.14	10.19	14.20	144.64	17.96	359.2	10.28	1.278	12.42	8.05	1.92
PR 61-632	66	710	12.96	10.76	14.25	123.58	14.06	281.1	8.75	0.995	11.37	8.79	3.73
V 71-51	63	521	9.52	8.28	14.97	134.84	15.96	319.3	9.07	1.074	11.84	8.45	4.48
Total		5,478											

Resumen Climatológico Mensual

Red Meteorológica Automatizada del Sector Azucarero Colombiano

Enrique Cortés B.¹

Octubre de 1999

Estación	Temperatura (°C)						Humedad relativa (%)	Precipitación	ETP x PENMAN	Radiación solar
	Mínima		Media mensual	Máxima		Oscilación Media Diaria		Totales Mensuales		Media Diaria
	Absoluta	Media		Media	Absoluta			(mm)	(mm)	(cal/cm²)
Viterbo	16.3	18.3	22.0	28.8	31.3	10.5	86	177.5	127.1	407.2
Risaralda	16.8	18.8	22.6	29.3	31.0	10.5	89	113.1	128.2	457.0
Cartago	18.1	19.3	22.9	29.6	31.2	10.3	88	146.1	156.4	480.4
Zarzal	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	226.0	S/D	S/D
La Paila	17.4	18.9	22.4	28.8	30.8	9.9	90	173.2	163.9	369.0
Bugalagrande	16.9	18.7	22.3	28.8	30.5	10.1	87	150.9	135.2	392.5
Tuluá	17.0	18.4	22.1	28.1	29.9	9.7	90	165.8	178.5	452.4
Yotoco	16.9	18.7	22.5	28.3	30.9	9.6	83	96.1	138.6	401.5
Guacarí	16.4	18.5	22.3	28.5	31.0	10.0	87	170.0	181.7	415.9
Ginebra	16.0	18.3	22.1	28.4	30.4	10.1	88	145.0	115.9	372.2
Amaime	16.8	18.1	21.7	27.6	29.9	9.5	87	200.8	121.6	389.8
San Marcos	17.0	18.7	22.5	28.7	31.6	10.0	88	130.6	198.0	420.3
Palmira - La Rita	15.9	18.0	21.7	28.2	30.7	10.2	91	106.7	125.3	379.8
Arroyohondo *	17.4	18.7	22.4	28.1	29.8	9.4	84	109.0	111.6	322.5
Palmira - S. José	16.2	18.1	21.9	28.2	30.3	10.1	88	101.2	114.1	357.7
Aeropuerto	16.2	18.2	22.1	28.5	30.4	10.3	86	102.7	140.4	416.2
Base Aérea *	17.0	19.3	23.0	28.7	31.3	9.4	83	82.1	127.1	359.7
Candelaria	16.3	18.2	22.1	28.4	30.9	10.2	89	102.3	170.0	414.5
Pradera	15.7	17.8	21.5	27.7	30.7	9.9	87	138.8	126.7	379.7
Meléndez	16.3	18.4	22.3	28.6	31.3	10.2	88	122.4	188.0	407.6
Cenicaña	16.9	18.6	22.1	27.7	30.1	9.1	82	134.7	125.6	385.7
Jamundí	16.4	18.1	22.0	28.3	30.5	10.2	90	189.8	123.9	393.1
Bocas del Palo	16.8	18.5	22.2	28.8	31.3	10.3	90	142.5	123.2	387.8
Ortígal *	17.2	18.7	22.1	27.9	30.7	9.2	89	150.7	111.6	383.8
Miranda	16.3	18.1	21.8	28.1	32.8	10.0	92	133.2	200.2	411.0
Naranjo	16.8	18.3	21.8	27.7	30.4	9.4	91	222.4	168.7	390.1
Corinto	17.1	18.2	21.7	27.2	30.2	9.0	88	167.4	124.8	370.0
Santander de Q.	16.9	18.4	22.0	27.8	30.1	9.4	90	147.7	127.9	419.7
Mínima	15.7	17.8	21.5	27.2	29.8	9.0	82	82.1	111.6	322.5
Media	16.7	18.5	22.2	28.3	30.8	9.9	88	144.5	143.3	396.8
Máxima	18.1	19.3	23.0	29.6	32.8	10.5	92	226.0	200.2	480.4
Total								3,901.0	3,726.3	10,317.4

S/D: Sin dato.

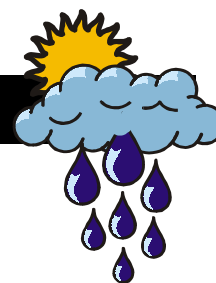
* Para Arroyohondo y Ortígal los datos promedio corresponden a 20 y 28 días, respectivamente. La precipitación corresponde a todo el mes en ambos casos. Para Base Aérea la ETP, la radiación media y la precipitación corresponden sólo a 25 días.

1. Meteorólogo de CENICAÑA.

Noviembre de 1999

Estación	Temperatura (°C)						Humedad relativa (%)	Precipitación	ETP x PENMAN	Radiación solar
	Mínima		Media mensual	Máxima		Oscilación Media Diaria		Totales Mensuales		Media Diaria
	Absoluta	Media		Media	Absoluta			(mm)	(mm)	(cal/cm²)
Viterbo	17.0	18.6	22.2	28.6	31.1	10.0	86	240.9	117.7	407.5
Risaralda	17.4	19.1	22.6	29.0	31.1	9.9	90	335.0	118.1	437.3
Cartago	17.6	19.5	22.9	29.5	31.8	10.0	89	134.4	134.5	445.5
Zarzal	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	171.0	S/D	S/D
La Paila	16.1	19.3	22.6	28.5	31.3	9.2	90	138.6	158.3	367.9
Bugalagrande	15.7	19.0	22.6	28.7	31.1	9.7	88	144.5	127.8	400.8
Tuluá	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
Yotoco	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
Guacarí	14.7	18.7	22.4	28.2	30.4	9.5	87	95.4	175.9	404.1
Ginebra	15.0	18.7	22.0	27.9	30.5	9.2	89	96.2	117.5	359.4
Amaime	15.1	18.4	21.7	27.1	29.6	8.7	88	95.3	119.3	355.9
San Marcos	15.4	19.2	22.7	28.4	30.9	9.2	87	70.8	188.2	401.3
Palmira - La Rita	14.7	18.4	21.7	28.0	30.7	9.6	92	93.1	119.9	337.7
Arroyohondo	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	154.0	S/D	S/D
Palmira - S. José	14.6	18.5	21.9	28.1	30.7	9.6	89	125.1	112.0	311.1
Aeropuerto	14.7	18.6	22.2	28.1	30.4	9.5	85	84.2	136.6	393.9
Base Aérea	15.9	19.7	23.2	28.4	30.9	8.7	84	79.3	115.1	335.9
Candelaria	14.5	18.7	22.1	28.0	30.0	9.3	90	91.0	167.4	403.8
Pradera	14.3	18.2	21.7	27.5	30.4	9.3	87	131.0	129.8	367.2
Meléndez	15.0	19.0	22.4	28.1	30.4	9.1	90	174.0	183.2	384.0
Cenicaña	14.6	18.9	22.1	27.4	29.6	8.5	84	123.1	122.4	371.8
Jamundí	13.8	18.8	22.1	27.8	30.0	9.0	91	167.3	112.0	355.0
Bocas del Palo	14.8	19.0	22.2	28.3	30.9	9.3	91	222.6	115.4	362.0
Ortígal	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	157.3	S/D	S/D
Miranda	14.5	18.7	22.1	27.9	30.0	9.2	92	116.2	172.8	392.7
Naranjo	14.8	18.8	21.9	27.6	29.7	8.8	92	190.6	163.3	387.1
Corinto	15.8	18.5	21.8	27.2	29.3	8.7	89	202.6	121.4	365.5
Santander de Q.	14.6	18.9	22.1	27.4	29.6	8.5	84	123.1	122.4	363.9
Mínima	13.8	18.2	21.7	27.1	29.3	8.5	84	70.8	112.0	311.1
Media	15.3	18.8	22.2	28.1	30.5	9.3	89	145.3	137.7	379.4
Máxima	17.6	19.7	23.2	29.5	31.8	10.0	92	335.0	188.2	445.5
Total								3,633.5	3,028.6	8,347.4

S/D: Sin dato.



Diciembre de 1999

Estación	Temperatura (°C)						Humedad relativa (%)	Precipitación	ETP x PENMAN	Radiación solar
	Mínima		Media mensual	Máxima		Oscilación Media Diaria		Totales Mensuales		Media Diaria
	Absoluta	Media		Media	Absoluta			(mm)	(mm)	(cal/cm²)
Viterbo	13.5	18.0	22.0	28.8	31.1	10.8	87	275.8	121.0	402.1
Risaralda	15.0	19.0	22.6	29.1	31.5	10.1	90	253.1	115.8	418.3
Cartago	16.2	19.3	22.9	29.7	31.7	10.4	88	125.6	134.0	426.6
Zarzal	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	85.0	S/D	S/D
La Paila	16.4	19.2	22.7	28.8	30.6	9.6	90	137.4	152.0	338.5
Bugalagrande	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	107.0	S/D	S/D
Tuluá	16.0	18.8	22.3	28.3	30.7	9.5	90	74.0	169.2	432.3
Yotoco	16.5	19.1	22.7	28.5	30.8	9.4	S/D	65.8	102.1	379.3
Guacarí	16.7	18.9	22.5	28.1	30.4	9.2	86	53.6	171.6	390.4
Ginebra *	18.2	19.3	22.3	27.6	30.0	8.3	89	131.2	78.9	320.7
Amajeme	16.2	18.4	21.8	27.4	29.8	9.0	87	131.5	119.2	369.3
San Marcos	16.8	19.2	22.7	28.5	30.3	9.3	88	68.7	191.4	394.2
Palmira - La Rita	14.9	18.3	21.9	28.3	30.2	10.0	90	99.3	121.9	368.4
Arroyohondo	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	42.0	S/D	S/D
Palmira - S. José	15.1	18.3	22.1	28.4	30.5	10.1	88	67.3	107.3	305.5
Aeropuerto	15.2	18.6	22.2	28.3	30.4	9.7	86	90.0	135.9	395.4
Base Aérea	17.8	19.8	23.2	28.4	31.4	8.6	85	135.9	98.8	329.6
Candelaria	15.7	18.8	22.2	28.2	30.3	9.4	89	77.7	163.9	389.9
Pradera	16.2	18.5	22.0	27.5	30.5	9.0	86	74.3	127.3	357.7
Meléndez	16.4	18.9	22.3	28.0	30.4	9.1	90	110.9	179.9	374.5
Cenicaña	16.5	18.9	22.1	27.2	29.9	8.3	84	55.7	105.4	367.4
Jamundí	16.3	18.9	22.2	28.0	30.5	9.1	91	167.3	112.2	342.9
Bocas del Palo	16.4	18.9	22.3	28.3	31.1	9.4	91	110.7	114.2	346.9
Ortígal	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
Miranda	16.1	18.9	22.1	27.8	30.5	8.9	92	97.8	104.7	372.5
Naranjo	17.2	18.8	22.0	27.8	30.1	9.0	92	175.1	161.0	369.9
Corinto	17.0	18.7	21.9	27.4	30.0	8.7	88	158.5	120.8	344.4
Santander de Q.	16.5	19.0	22.2	27.9	30.2	8.9	91	137.4	110.2	365.2
Mínima	13.5	18.0	21.8	27.2	29.8	8.3	84	42.0	78.9	305.5
Media	16.2	18.8	22.3	28.2	30.6	9.3	89	114.3	130.8	371.2
Máxima	18.2	19.8	23.2	29.7	31.7	10.8	92	275.8	191.4	432.3
Total								2,971.2	3,008.5	8,536.7

S/D: Sin dato

* Para Ginebra, los datos corresponden a 23 días. La precipitación corresponde a todo el mes.

Control de Emisiones de Chimeneas: el caso del Ingenio Mayagüez



Todos aquellos elementos diferentes a la composición natural del aire se consideran contaminantes de la atmósfera. Éstos pueden tener su origen en procesos naturales como la actividad volcánica y los incendios forestales o en las actividades desarrolladas por el hombre que generan básicamente gases y material particulado.

Para el control de las emisiones causadas por fuentes fijas los ingenios azucareros de Colombia trabajan con diferentes alternativas, entre ellas:

- Reducción de la contaminación por el cambio en los procesos
- Uso de dispositivos para reducir la emisión de partículas

Hugo Vázquez Pinzón ¹
Liliana Ma. Calero S ²
Claudia Ximena Calero ³

Cambio en los procesos

Para generar vapor en el proceso fabril, los ingenios azucareros colombianos han reemplazado total o parcialmente el uso del carbón, combustible fósil, por el bagazo, un combustible no-fósil. Al utilizar el bagazo que se obtiene como subproducto del proceso de elaboración de azúcar se contribuye al desarrollo sostenible y se reducen las emisiones de gases y materia orgánica sin quemar. El material particulado es el contaminante más significativo emitido por las calderas que funcionan con base en bagazo (De Carvalho, 1997).

En seis de los 11 ingenios afiliados a Asocaña se han hecho modificaciones en los procesos de combustión, específicamente en el interior de las calderas. Adicionalmente, se han introducido mecanismos de distribución uniforme del combustible por los diferentes alimentadores, complementados con instrumentación para medir los excesos de oxígeno y garantizar una combustión completa.

Uso de dispositivos

Con el objeto de mitigar el impacto generado por los procesos de combustión de las calderas, en los ingenios Mayagüez, Providencia y Central Tumaco se instalaron precipitadores electrostáticos que son tecnologías de punta. En los ingenios restantes se colocaron ciclones y multiciclones de alta eficiencia (Asocaña, 1999).

Los precipitadores electrostáticos son ampliamente utilizados para la remoción de partículas con tamaño entre 10 y 20 micras. En estos equipos, el principio de separación se basa en la utilización de fuerzas eléctricas para mover las partículas cargadas desde el flujo de gas hasta los electrodos donde se depositan. El material

1. Gerente de Fábrica del Ingenio Mayagüez.
2. Química MSc., Especialista en Medio Ambiente de CENICAÑA.
3. Ingeniera Sanitaria, Especialista en Gerencia Ambiental de Asocaña .

particulado es removido por medio de martillos que producen vibración y es recogido en tolvas localizadas en la parte inferior de la unidad. Los precipitadores son los únicos equipos en los cuales las fuerzas de remoción actúan solamente sobre las partículas y no sobre todo el gas, produciendo eficiencias hasta de 99.5%.

Los ciclones de alta eficiencia son separadores de partículas más sencillos que funcionan con base en la separación física por inercia o gravedad de las partículas mayores que 10 micras. En un ciclón las partículas entran con la corriente de gas, la cual se hace girar para que las partículas mayores impacten contra las paredes y se deslicen por éstas hacia un acumulador de polvo. La eficiencia del ciclón depende de su diseño y dimensionamiento. La disposición de varios ciclones en paralelo o multiciclones permite eficiencias hasta de 85%, con un menor diámetro y una mayor velocidad de entrada del gas.

Con la adopción de estas tecnologías el sector azucarero ha disminuido significativamente el impacto ambiental de los procesos fabriles sobre la atmósfera. Las emisiones de material particulado se han reducido en 65% por el uso de ciclones y multiciclones y en 95% por el uso de precipitadores electrostáticos. De esta forma el sector avanza en sus compromisos para una producción más limpia.

Manejo de emisiones de chimeneas en el Ingenio Mayagüez

La necesidad de desarrollar tecnologías de producción limpias el reconocimiento de los efectos nocivos que causa el deterioro del ambiente y el establecimiento de una normatividad legal han motivado la búsqueda de soluciones definitivas para evitar la presencia de partículas contaminantes en la atmósfera, ocasionada por las emisiones provenientes de fuentes fijas artificiales como las calderas.

En 1995, en el Ingenio Mayagüez se estudiaron diferentes opciones técnicas de limpieza de partículas contaminantes en los gases de combustión. La solución debería ser definitiva y de largo plazo, o sea, cumplir con la normatividad existente y la previsible en el futuro. Además, debería evitar la creación de un nuevo problema ambiental diferente al corregido, situación que es frecuente en la industria nacional.

El análisis financiero debería considerar la totalidad de los costos involucrados en las propuestas, entre ellos:

- Inversión inicial
- Costo de oportunidad de los terrenos utilizados
- Materiales y repuestos requeridos durante la operación
- Demanda energética
- Mano de obra directa e indirecta involucrada
- Gastos financieros
- Riesgo e implicaciones económicas en caso de no cumplir con la reglamentación ambiental actual y la previsible en el futuro

Para comparar las alternativas se utilizaron parámetros económicos y de eficiencia considerando como nivel común de eficiencia el 98%. Con estas restricciones, se consideraron dos soluciones: los separadores ciclónicos con ‘scrubber’ húmedo y el precipitador electrostático.

Normatividad existente

Considerando el efecto burbuja, o sea el conjunto de fuentes de emisión, sólo es permitido emitir 73.62 kg/h de partículas para toda la planta del ingenio. Además, el Decreto 02 de enero de 1982 estableció que la máxima emisión permisible está en función potencial inversa del calor liberado por el combustible utilizado, lo que significa que si en el futuro se duplicara la cantidad de calor liberado (generando más vapor) el cupo de partículas permitido sólo aumentaría en 57% y sería de 115.58 kg/h.

Eficiencia requerida

Considerando una emisión combinada para las dos calderas del orden de 2000 kg/h, se requería entonces una eficiencia de separación mínima de 96%, la cual no es posible alcanzar sólo con el separador ciclónico, cuya eficiencia normalmente no pasa de 90%. Se consideró, también, que el citado decreto debe ser cumplido aún durante el soplado de las calderas, que se hace normalmente tres veces por día, lo que puede aumentar la emisión adicional de partículas hasta en 100%. En estas condiciones de soplado la eficiencia de separación debía ser de 98%, que sólo es alcanzable con el precipitador electrostático.

Además de la diferencia en la eficiencia de la separación, se consideró el efecto económico que tienen las diferentes caídas de presión en cada sistemas estudiado. Así, mientras la caída de presión en un precipitador electrostático es del orden de 1 – 1.5" Hg (pulgadas de mercurio), lo que normalmente no afecta el ventilador de tiro inducido (VTI), en un separador ciclónico de alta eficiencia es del orden 5 – 6" Hg. En el último caso la elevada caída de presión ocasiona un costo adicional que se debe tener en cuenta en el análisis económico, debido a que es necesario reemplazar el VTI por otro de mayor potencia con su correspondiente motor y arrancador.

Aunque el 'scrubber' húmedo aumenta la eficiencia de separación por encima de 90%, es

importante considerar los altos costos de operación en el manejo del agua requerida para el lavado de los gases. Por ejemplo, en el Ingenio Saint Mary de Louisiana una caldera de 150,000 lb/h requiere 370 g.p.m. de agua, que deben ser enviados a lagunas de decantación con los conocidos problemas en bombas, tuberías, tacos, corrosión y costos de electricidad y mano de obra.

Adicionalmente, el 'scrubber' húmedo crea problemas en el agua de lavado de los gases, pasando de un problema ambiental en el aire a un problema en el agua, que puede ser más complejo de manejar en forma efectiva.

Decisión

Se seleccionó el precipitador electrostático; en mayo de 1998 se instaló el primero de ellos en la caldera no.1 y el segundo fue instalado en junio de 1999 en la caldera no.2. El costo total de esta segunda unidad, incluyendo las obras civiles, fue de 810 mil dólares (US\$).

Resultados

En octubre de 1999 la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca (CVC) caracterizó los gases de ambas calderas. Se reportó una emisión de 9.61 kg/h de partículas en la caldera no. 1 y de 5.96 kg/h en la caldera no. 2. El total de emisión (15.57 kg/h) se compara favorablemente con el máximo permitido (73.62 kg/h). El consumo de potencia eléctrica por caldera es inferior a 30 kW-h, lo que hace su operación muy económica.



Luego de instalar un precipitador electrostático en cada caldera del Ingenio Mayagüez, la emisión de partículas sólo es de 15.57 kg/h. El nivel máximo permitido es de 73.62 kg/h.



Se estima que la eficiencia combinada de los dos precipitadores electrostáticos es de 99%, lo que permite cumplir holgadamente con las exigencias actuales del Ministerio del Medio Ambiente y más importante, con las que puedan aparecer en el futuro, que sin duda serán más estrictas. De esta forma en el largo plazo se permitirá el crecimiento futuro de la industria desde el punto de vista de generación de vapor, sin temer a las restricciones que pueda imponer el efecto burbuja.

Referencias Bibliográficas

- Asociación de Cultivadores de Caña de Azúcar de Colombia (Asocaña). 1999. Información del Departamento de Manejo Ambiental.
- De Carvalho M, I. 1997. Emisiones de gases con efecto invernadero y producción/utilización de bioetanol en Brasil. COPERUCAR. Revista Geplacea 5:13-15.

Sistema de Gestión Ambiental

Ante la necesidad de preservar el medio ambiente y los recursos naturales no-renovables, organizaciones internacionales han desarrollado las Normas ISO (International Organization for Standardization) o EMS (Environmental Management System) en las que se establecen los requerimientos para garantizar la protección ambiental y prevenir la contaminación en equilibrio con los desarrollos económicos.

Las Normas ISO 14000 proporcionan pautas para el manejo de los aspectos que intervienen en el desempeño ambiental sano de diversas organizaciones. Las pautas relacionadas con temas específicos se han agrupado en series numeradas, como se indica a continuación.

Serie ISO 14000 - Sistemas de Administración Ambiental

- **ISO 14001- Especificaciones con guía para su uso:** reúne los requisitos de un sistema de gestión ambiental que puede ser auditado con propósitos de certificación, registro o autodeclaración.
- **ISO 14002 – Especificaciones con guía para su uso:** aplicable a pequeñas y medianas industrias (PYMES).
- **ISO 14004 – Directrices generales sobre principios y sistemas y técnicas de apoyo:** ofrece los elementos necesarios para implantar un Sistema de Administración Ambiental y consolidar su relación con la administración global de la organización. No está prevista para uso por organismos de certificación o registro.

Serie ISO 14010 - Directrices para la Auditoría Ambiental

- **ISO 14010 – Principios generales de auditoría ambiental**
- **ISO 14011 – Procedimientos de auditoría/Auditoría de sistemas de administración ambiental**
- **ISO 14012 – Criterios de calificación para auditores ambientales**

Actualmente en diferentes subcomités internacionales (SC) de ISO se estudian y desarrollan otras series:

- **Serie ISO 14020 – El rotulado ambiental (sellos ambientales):** principios generales para programas de rotulado, autodeclaración, metodologías de prueba y verificación. La secretaría técnica de esta serie (SC3) tiene sede en Australia.
- **Serie ISO 14030 – Evaluación de desempeño ambiental:** parámetros para la evaluación de sistemas de gestión y desempeño ambiental. Procedimientos de operación y normas para el desarrollo de indicadores ambientales. La secretaría técnica (SC4) se encuentra en EE.UU..

- **Serie ISO 14040 - Evaluación del ciclo de vida:** principios generales, procedimientos y estructura para el análisis de inventario del ciclo de vida, evaluación de impacto e interpretación. La secretaría técnica (SC5) tiene sedes en Alemania y Francia.
- **Serie 14050 - Términos y definiciones:** secretaría técnica (SC6) con sede en Noruega.

Las Normas ISO 14000 proveen a las organizaciones y sectores productivos los elementos necesarios para implantar un sistema de administración ambiental eficiente, integrando requisitos administrativos para lograr sus propósitos económicos y ambientales.

El sector azucarero colombiano, consciente de su responsabilidad en la protección del medio ambiente y comprometido con el control y reducción de los elementos contaminantes que ocasionan sus diversas actividades, ha avanzado en la aplicación de las normas ISO 14000.

En diciembre de 1999 el ICONTEC otorgó al Ingenio La Cabaña el Certificado de Administración Ambiental ISO 14001 en las actividades de cultivo de caña y fabricación de azúcares y mieles de caña y otros derivados.

Con el mismo propósito trabajan actualmente los ingenios Central Tumaco, Incauca, Manuelita, Mayagüez, Providencia y Sancarlos.

La certificación comprende entre otras etapas, las siguientes:

1. Establecimiento de una política ambiental que incluya un compromiso de mejoramiento continuo y la prevención de la contaminación. Esto requiere fijar objetivos y metas y desarrollar programas ambientales.
2. Detección de aspectos ambientales e identificación de los impactos significativos; cumplimiento de la legislación y las regulaciones ambientales.
3. Formulación de un programa de administración ambiental y documentación del mismo.
4. Implantación y control operacional, preparación y respuesta a emergencias.
5. Verificación y acciones correctivas.

Referencias Bibliográficas

Seminario «Formación en gestión ambiental, legislación y gestión ambiental», Cali, Colombia, 26-28 octubre, 1998. Manual del participante. Cali, Convenio SENA-ASOCAÑA, 1998. 103 p.

Seminario «Formación en gestión ambiental, auditorías ambientales», Cali, Colombia, 29-31 octubre, 1998. Manual del participante. Cali, Convenio SENA-ASOCAÑA, 1998. 64 p.

Instituto Colombiano de Normas Técnicas. Santafé de Bogotá. Sistemas de Administración Ambiental. Especificaciones con guía para su uso. Santafé de Bogotá, ICONTEC, 1996. 22 p. (NTC-ISO, no.14001).

Instituto Colombiano de Normas Técnicas. Santafé de Bogotá. Directrices para la auditoría ambiental. Principios generales de auditoría ambiental. Santafé de Bogotá, ICONTEC, 1997. 11p. (NTC-ISO, no.14010).

<http://habitantes.elsitio.com/isomac/14000.htm>

Convenio ICA-CENICAÑA

Continuidad de la estación Cuarentenaria



Pedro León Velásquez (izquierda) y Armando Samper Gneco, gerente general del ICA y director general de CENICAÑA en 1979, durante el acto de inauguración de la estación de cuarentena cerrada para variedades importadas de caña de azúcar en Tibaitatá, Cundinamarca.

Cooperamos para Mantener la Sanidad de la Caña de Azúcar



James H. Cock, director general de CENICAÑA (izquierda) y Alvaro Abisambra A., gerente general del ICA firmaron la nueva carta de entendimiento para mantener las actividades cooperativas en torno a la sanidad de la caña de azúcar en el país. Durante el acto protocolario, el doctor Abisambra manifestó su interés por las investigaciones de CENICAÑA y se mostró complacido por la oportunidad de contribuir conjuntamente con una de las funciones clave del Instituto como es la sanidad vegetal. El doctor Cock y los investigadores de CENICAÑA, por su parte, agradecieron la visita de los funcionarios del ICA y su colaboración permanente para el desarrollo de las investigaciones del Centro.

El 4 de noviembre de 1999 representantes de CENICAÑA y el Instituto Colombiano Agropecuario –ICA se comprometieron a mantener los nexos de cooperación entre las instituciones para conservar la sanidad de la caña de azúcar en el país. Las actividades cooperativas comenzaron en 1979, cuando se inauguró la estación de cuarentena cerrada para variedades importadas en las instalaciones del ICA-Tibaitatá, localizadas en Mosquera (Cundinamarca).

El ICA continuará apoyando las actividades de cuarentena de materiales importados y para exportación, con las siguientes responsabilidades: (a) Aportar la infraestructura y el personal para las labores de control; (b) Realizar el seguimiento fitosanitario del material importado; (c) Fijar las normas para la importación y las metodologías para certificar la sanidad de los materiales; (c) Expedir los certificados fitosanitarios de importación y entregar a CENICAÑA el material que haya cumplido los requisitos cuarentenarios; (d) Enviar a CENICAÑA para diagnóstico de enfermedades y plagas un número de muestras estimado entre 150 y 200 provenientes de las zonas paneleras del país.

CENICAÑA, además de coordinar con el ICA los trámites de importación y exportación del material vegetal, cumplirá las siguientes responsabilidades: (a) Proporcionar al ICA la tecnología necesaria para la labor de cuarentena de materiales importados; (b) Suministrar al ICA el listado de plagas y enfermedades exóticas de la caña para azúcar y panela; (c) Realizar los diagnósticos de plagas y enfermedades en las muestras remitidas por funcionarios del ICA, procedentes de las zonas paneleras; (d) Suministrar al ICA el inventario de las plagas y enfermedades diagnosticadas en 1999 en las muestras enviadas para análisis por los técnicos del ICA; (e) Ofrecer capacitación y actualización en técnicas de diagnóstico vegetal cuando las condiciones las exijan; (f) Proporcionar al ICA los antisueros y reactivos para el diagnóstico de enfermedades en la estación de cuarentena.

El convenio incluye, además, una serie de recomendaciones técnicas sobre el traslado de la caña en trozos, manejo y condiciones para el crecimiento del material importado y multiplicación de meristemos *in vitro*, entre otras.

En total, desde 1979 se han introducido al país más de 900 variedades de caña de azúcar. En los últimos años el número de variedades importadas ha disminuido debido al desarrollo de clones a nivel local y porque la mayoría de la variabilidad genética que existe en el mundo cañero ya ha sido importada.



Utilice los servicios de la Red Meteorológica Automatizada

- Acceso en tiempo real a los registros de 28 estaciones distribuidas en todo el valle del río Cauca

Información:

Enrique Cortés – ecortes@cenicana.org

José Yesid Gutiérrez – jygutier@cenicana.org

Teléfono 664 80 25 (ext. 174) Cali.

- Resúmenes cada diez días de los parámetros de clima registrados en 28 estaciones (vía correo electrónico)

Información:

Javier Carbonell – jacarbon@cenicana.org

Teléfono 664 80 25 (ext. 131) Cali

- Información histórica y mensual de precipitación y radiación solar a través de internet

Visite: www.cenicana.org



Pregunte por Seguitec, el programa de computador desarrollado por CENICAÑA para llevar el registro de los datos de manejo y producción del cultivo. Seguitec es una herramienta de gran utilidad

para mantener actualizada la hoja de vida de cada suerte; tiene más de 40 consultas programadas que ayudan a analizar el desempeño de las variedades y la tecnología utilizada en el cultivo de la caña.

Información:

Camilo H. Isaacs – chisaacs@cenicana.org

Teléfono 664 80 25 (ext. 167) Cali

El área de Meteorología de CENICAÑA presenta una actualización de las principales direcciones electrónicas en las que se puede consultar información sobre los fenómenos climáticos “El Niño” y “La Niña”

<http://www.cpc.ncep.noaa.gov/data/indices/>

Indices y variables mensuales.

http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/bulletin_old/TABT1.html

Información de los 12 últimos meses.

http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/bulletin_old/TABT2.html

Información de los 12 últimos meses.

http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/quick_look/

Series históricas de parámetros y variables.

http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/expert_assessment/

Conceptos de los expertos en el tema.

http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/expert_assessment/

Análisis, boletines, alertas, pronósticos.

http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/enso_advisory/index.html

Avisos y alertas sobre “El Niño” y “La Niña”.

<http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/predictions/>

Pronósticos sobre “El Niño” y “La Niña”.

http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/impacts/enso.html

Impactos de los fenómenos “El Niño” y “La Niña”.

Remite:
CENICAÑA
Calle 58 Norte N° 3BN-110
Cali, Colombia

Adpostal



Llegamos a todo el mundo!

**CAMBIAMOS PARA SERVIRLE MEJOR
A COLOMBIA Y AL MUNDO**

ESTOS SON NUESTROS SERVICIOS

VENTA DE PRODUCTOS POR CORREO, SERVICIO
DE CORREO NORMAL, CORREO INTERNACIONAL,
CORREO PROMOCIONAL, CORREO CERTIFICADO,
RESPUESTA PAGADA, POSTEXPRESS,
ENCOMIENDAS, FILATELIA, CORRA, FAX

LE ATENDEMOS EN LOS TELEFONOS
2438851 - 3410304 - 3415534
980015503
FAX 2833345