

TEMAS

NOTAS TÉCNICAS 3

AVANCES DE INVESTIGACIÓN

Corte Manual Verde Limpio
de Caña de Azúcar 7

NOTAS DE INVESTIGACIÓN

La Biomasa de la Caña de
Azúcar como Fuente de
Energía Primaria 10

INFORME

Resumen Climatológico.
Red Meteorológica
Automatizada 16

COMENTARIOS

Variedad CC 89-2000 en el
Ingenio Risaralda 19

Áreas de Influencia de la
Red Meteorológica
Automática 21

INFORMACIÓN GENERAL

Servicios Especializados
para los cultivadores
donantes a CENICAÑA 23



cenicaña
Centro de Investigación
de la Caña de Azúcar de
Colombia

Corte Manual Verde Limpio de Caña de Azúcar



Variedad CC 84-75

FOTO: JUAN PABLO RAIGOSA

La cosecha de caña de azúcar con la modalidad de corte manual verde limpio contribuye a reducir los niveles de materia extraña en la caña para molienda y a incrementar el rendimiento en azúcar. Con la adopción de esta modalidad crece la oferta de trabajo para mano de obra no calificada y mejora la calidad del aire en las zonas de influencia del cultivo.

CENICAÑA y varios ingenios azucareros realizan evaluaciones cooperativas para analizar las implicaciones económicas del sistema con diferentes variedades de caña de azúcar...

Página 7

La variedad CC 89-2000 en el Ingenio Risaralda

Hasta agosto de 1999 en el Ingenio Risaralda se habían cosechado 40 hectáreas de la variedad CC 89-2000 con resultados muy satisfactorios en términos de producción y cosecha...

Página 19

Presentación

El incremento progresivo del área cosechada sin quemar es quizá el factor que más ha influido en los cambios tecnológicos del sistema de producción de caña para azúcar durante los tres últimos años en el valle del río Cauca. En el año 2005, por disposición legal, el 100% del área se cosechará en verde.

Durante este período de transición CENICAÑA y el sector productivo centran sus esfuerzos de investigación, desarrollo y adopción de tecnología en mantener la productividad y evitar que aumenten los costos de producción. Se han comenzado a explorar algunas de las oportunidades que ofrece el nuevo sistema, especialmente en el sector energético y en la producción de azúcar orgánica.

En este número de la *Carta Trimestral* encontramos un panorama alentador:

- Las nuevas variedades seleccionadas por CENICAÑA para la cosecha en verde están mostrando resultados positivos a escala comercial, como es el caso de la CC 89-2000 en el Ingenio Risaralda.
- La cosecha manual en verde limpio es una opción que en las evaluaciones preliminares muestra indicadores de rentabilidad favorables, especialmente en elaboración de azúcar, con respecto al sistema convencional en verde. Una ventaja adicional es que amplía la oferta de empleo para mano de obra no calificada.
- Los conocimientos de la industria en el tema energético han aumentado y los residuos de la cosecha de caña de azúcar tienen un potencial apreciable para efectos de cogeneración.
- El Ingenio Providencia produjo los primeros quintales de azúcar orgánica y con ello ha comenzado a abrir nuevas oportunidades de mercado.

¡Bienvenido!

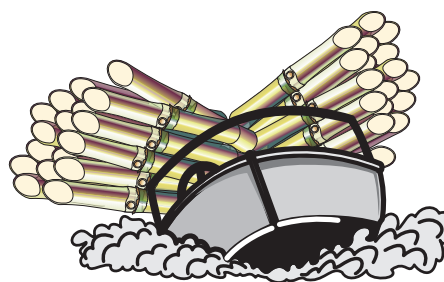
Victoria Carrillo C.

Coordinadora editorial



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. 3 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 y Edición de Textos:

Victoria Carrillo Camacho, 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, A.A. 9138 Cali, Colombia

Teléfonos: (092)6648025 al 30 Fax: (092)6641936

La Carta Trimestral también en Internet

<http://www.cenicana.org>

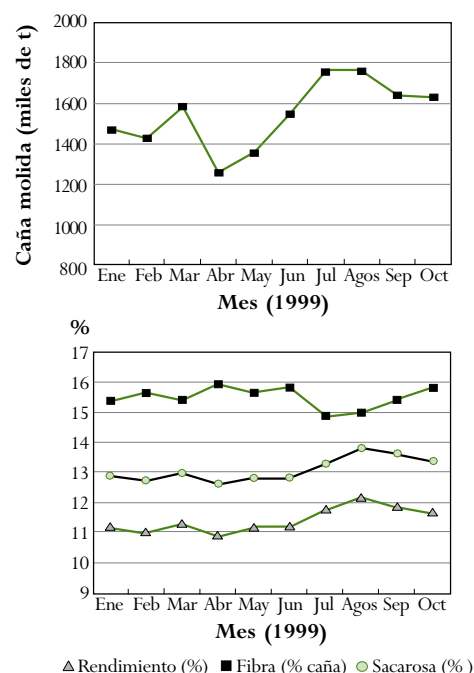
NOTAS TÉCNICAS

Cifras del sector azucarero colombiano

En octubre de 1999 la industria molió 1,631,105 t de caña y produjo 192,319 t de azúcar. El rendimiento real con base en 99.7° fue de 11.65 %.

Los datos acumulados entre enero y octubre son: 15,398,494 t de caña; 1,765,743 t de azúcar y 11.44 % de rendimiento real con base en 99.7°.

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



CC 85-92: la variedad más sembrada por la industria

Los ingenios afiliados a Asocaña y sus proveedores de caña de azúcar reportaron 42,217 hectáreas sembradas con la variedad CC 85-92 hasta septiembre 30 de 1999. La segunda variedad en términos de área sembrada fue MZC 74-275 con 41,416 hectáreas.

La CC 85-92 se cultiva principalmente en los ingenios Incauca (7800 ha), Providencia (6920 ha) y Castilla (6831 ha). La MZC 74-275, en los ingenios Mayagüez (8481 ha), Incauca (6403 ha) y Riopaila (5394 ha).

Distribución de variedades de caña de azúcar sembradas en ingenios afiliados a Asocaña, hasta septiembre 30 de 1999

Ingenio	Variedad y área sembrada (ha)							
	CC 85-92	MZC 74-275	V 71-51	CC 84-75	PR 61-632	RD 75-11	CC 87-434	CC 85-68
Manuelita	3726	3950	3249	936	5322	503	494	389
Providencia	6920	2156	9756	2467	545	402	610	37
Mayagüez	2327	8481	1437	432	439	123	59	65
Riopaila	3484	5384	5421	1474	721	13	38	3
Castilla	6831	3567	2414	3127	1190	553	873	55
La Cabaña	3421	2229	1832	4004	352	2868	0	0
Incauca	7800	6403	4755	4919	1043	6418	1664	0
Pichichí	2991	3244	2952	448	816	628	148	0
Risaralda	2376	2931	3610	756	1449	0	0	236
Sancarlos	1880	2275	898	401	948	16	253	0
Tumaco	461	796	930	540	772	0	0	130
Total	42,217	41,416	37,254	19,504	13,597	11,524	4139	915

CC 89-2000: variedad promisoría para cosecha en verde

Evaluaciones semicomerciales en cuatro ingenios muestran el potencial de la variedad CC 89-2000 para la cosecha de caña verde. En áreas entre 0.8 y 1.0 hectárea la CC 89-2000 dio un punto más de sacarosa (% caña) que el testigo MZC 74-275 y toneladas de sacarosa por hectárea-mes (TSHM) iguales e incluso superiores que esta última.

La variedad ha tenido un desarrollo apropiado y buenos resultados de producción en suelos húmedos y con buen drenaje en los ingenios Risaralda y Sancarlos, así como en suelos secos en los ingenios Mayagüez y Central Tumaco.

Los resultados se han validado en lotes comerciales y en las fincas piloto de los ingenios Sancarlos y Risaralda. En este último, hasta agosto de 1999 se habían cosechado 40 hectáreas, con un rendimiento de corte que supera en 40% al de otras

variedades. La CC 89-2000 presentó un punto más de rendimiento (%) en azúcar que las demás variedades y toneladas de azúcar por hectárea-mes (TAHM) de 1.3.

En razón de las características agronómicas para la cosecha en verde y la alta producción de sacarosa

por hectárea CENICAÑA evaluará esta variedad en suelos secos y suelos húmedos con buen drenaje.

El sistema de producción con caña verde exige variedades de caña de azúcar que combinen alta producción de sacarosa (t/ha) más por vía sacarosa, maduración uniforme, tallos erectos, alto deshoje natural y baja cantidad de residuos poscosecha.

CENICAÑA está multiplicando la variedad CC 89-2000 con el fin de tener semilla disponible para las evaluaciones y para siembras comerciales.



Evaluación semicomercial de la variedad CC 89-2000 en cuatro ingenios colombianos (variedad testigo: MZC 74-275)

Ingenio	Suelo	Variedad	Sacarosa (%)	TSHM
Risaralda	Inceptisol húmedo (Sopinga)	CC 89-2000	15.1	1.47
		MZC 74-275	13.9	0.94
Tumaco	Alfisol seco (Palmaseca)	CC 89-2000	12.1	1.23
		MZC 74-275	11.0	1.13
Sancarlos	Vertisol húmedo (Galpón)	CC 89-2000	16.1	1.19
		MZC 74-275	14.1	1.20
Mayagüez	Mollisol seco (Palmira)	CC 89-2000	15.2	1.40
		MZC 74-275	14.2	1.31

Ingenio Providencia S.A.

Primer Productor Latinoamericano de Azúcar Orgánica

Adolfo León Vivas P.
Superintendente de Fábrica, Ingenio Providencia

La producción de azúcar orgánica se fundamenta en garantizar la conservación y renovación natural del suelo, el agua y el aire, mejorando el medio ambiente y la calidad de vida. Para ello es necesario asegurar que no se utilice ningún químico sintético o manufacturado en la obtención de la caña de azúcar ni en el proceso de transformación de su jugo en cristales.

Para producir caña de azúcar orgánica se debe hacer control biológico de plagas y emplear sólo abonos naturales como cachaza mejorada y gallinaza. Además se debe evitar el uso de herbicidas y la requema de los residuos después de la cosecha. En los dos últimos casos se diseñan implementos para el control mecánico de malezas y los residuos se organizan manual o mecánicamente.

Uno de los mayores retos en el proceso de elaboración del azúcar de caña es la clarificación de los jugos diluidos. En esta fase los jugos pasan por las etapas de alcalización, calentamiento y floculación de las impurezas, las cuales son separadas posteriormente por decantación o flotación en los clarificadores. Regularmente, el floculante es un polímero químico sintético. En el caso del azúcar orgánica este floculante debe ser reemplazado por una alternativa natural.

En el Laboratorio de Campo del Ingenio se probaron numerosos métodos para flocular el jugo hasta que se consiguieron algunos productos con características de decantación y velocidad de sedimentación similares a las del floculante químico sintético. Con estos productos se realizaron corridas normales de molienda y el primero de septiembre de 1999 se produjo el primer quintal de azúcar orgánica.

El proceso fue supervisado por Biotrópicos, representante en Colombia de la empresa europea Ecocert.

Con esta certificación el Ingenio Providencia S.A. no sólo se convierte en el primer productor de azúcar orgánica en el país y el resto de Latinoamérica sino que comienza a abrir sus mercados en Europa y contribuye aún más en la conservación del medio ambiente.

649CO9999z01



CERTIFICATE OF CONFORMITY

FOR E.U. THIRD COUNTRY ORGANIC PRODUCTS

ECOCERT

after inspection hereby confirms that the products listed below and produced and commercialized under responsibility of the licensee:

Ingenio Providencia S.A.
Carrera 9 No 28-103
Cali
Colombia

are produced, processed and/or exported in conformity with the rules as determined by the regulation (EEC) 2092/91 on organic production as amended.

Any reference to the organic production mode has to respect the rules as determined in article 5 of the regulation EEC 2092/91. Any other rule of labelling as determined by the regulation EEC 2092/91 and national foods acts has to be followed. The product labelling may refer to the inspection by ECOCERT as follows:

"Product of organic agriculture controlled by ECOCERT F-32600"

Project:
Colombia, various sites of operation, year of harvest: 1999, code of project: 649CO

Products	Estimated quantity
1. Processed organic products >95% (art. 5.3)	
Organic sugar (from sugar cane)	4645 tons
Organic molasses (from sugar cane)	1100 tons

This certificate is no transaction certificate. Commodities have to be accompanied either by a copy of the attestation of agreement on respect of organic production referring to the year of transaction or if required by the original transaction certificate referring certificate referring to the said transaction. For operators within the EC this attestation does not cover their activity within the EC but only in the third country mentioned.

Certificate # 6449CO9999z01 valid for the period of one year and expires 07.10.2000.

 
For ECOCERT International
The responsible for certification

Done at OSTERODE the 07.10.1999

This document belongs to ECOCERT and has to be returned on request. Only the original is valid.

Cogeneración de energía eléctrica a partir de residuos de caña

En un experimento de cogeneración de energía realizado en las calderas bagaceras de la fábrica de Incauca se lograron resultados satisfactorios al utilizar una mezcla de residuos de caña (15%) y bagazo (85%). La combustión fue adecuada y no se presentaron oscilaciones altas de la temperatura ni de la presión.

La evaluación cooperativa se llevó a cabo con residuos de la variedad CC 85-92 provenientes de cuatro hectáreas cosechadas en verde con el sistema manual. Los residuos fueron picados con la máquina CLAAS-CENICAÑA (en proceso de desarrollo) y luego se transportaron hasta la fábrica en vagones de 22.4 m³ de capacidad.

Con una cantidad de residuos igual a 29 t/ha la máquina picadora tuvo una eficiencia de recolección de 90%. La densidad de los residuos en los vagones fue de 200 kg/m³ con 54% de humedad.

CENICAÑA seguirá experimentando con el sistema de picado, recolección y transporte de residuos de caña para cogenerar energía, con énfasis en la evaluación de los costos de transporte.



Manual de Auditoría Energética para los Ingenios Azucareros de Colombia

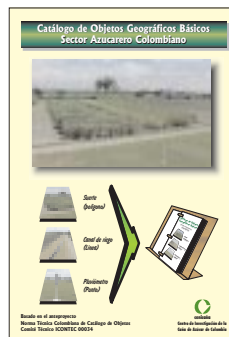
Editado por CENICAÑA en julio de 1999, este manual ofrece una guía metodológica para evaluar los sistemas energéticos de los ingenios azucareros desde el punto de vista de los equipos y procesos que se utilizan en la obtención de azúcar de caña.

Para cada equipo y proceso se describen los procedimientos y cálculos requeridos, las

normas técnicas que orientan el análisis energético, los parámetros que se deben tener en cuenta para el monitoreo, los tiempos y frecuencia del seguimiento, los formatos para la recolección de información y los cálculos e índices de comportamiento general de referencia para el análisis de los resultados. Incluye además la descripción de los programas de simulación de procesos fabriles desarrollados por CENICAÑA y utilizados por los ingenios colombianos.

La edición del Manual fue posible gracias a la cofinanciación de COLCIENCIAS, CENICAÑA y los ingenios Central Castilla, Central Tumaco y Providencia.

Información: *Nhora Patricia Murillas, Programa de Fábrica.*
npmurill@cenicana.org



Catálogo de Objetos Geográficos Básicos del Sector Azucarero Colombiano*

Este Catálogo proporciona un marco de trabajo normalizado para organizar y reportar la clasificación de fenómenos del mundo real en un conjunto de datos geográficos. Presenta un esquema de clasificación de objetos geográficos que se consideran básicos para cualquier aplicación de Sistemas de Información Geográfica (SIG) de múltiple propósito, la definición de dichos objetos, el tipo de geometría (representación espacial) y el nombre de cada cobertura en SIG.

Fue editado por CENICAÑA y en su elaboración participaron técnicos de los ingenios azucareros y del Centro de Investigación.

Para mayor información comuníquese con las siguientes personas en la Superintendencia del Centro Experimental de Cenicaña:

Javier Carbonell G.
jacarbon@cenicana.org

Brenda Ortiz U.
bvortiz@cenicana.org

* (Basado en el anteproyecto Norma Técnica Colombiana de Catálogo de Objetos, comité técnico ICONTEC 00034).

Corte Manual Verde Limpio de Caña de Azúcar

C. A. Viveros¹, C. A. Luna¹, A. Amaya¹, H. Calderón²,
L. G. García³, A. Palma¹, J. Larrahondo¹, J. Torres¹ y H. Ranjel¹

La industria azucarera colombiana consecuente con el convenio de concertación de producción limpia ha incrementado el área cosechada en verde cumpliendo con el compromiso de no quemar en áreas restringidas. La cosecha manual de la caña de azúcar es indispensable en zonas donde las máquinas no pueden hacer el corte debido a condiciones adversas de lluvias y alta humedad en el suelo, como ocurre en las zonas sur y norte del valle geográfico del río Cauca y en el valle del río Risaralda, o de topografía irregular y con presencia de rocas como en las zonas de piedemonte de la cordillera Central.

El corte en verde convencional es una forma manual de cosecha, en la cual el operario corta la planta de caña por la base del tallo, luego descogolla y finalmente hace el enchorre de los tallos con las hojas que están adheridas a ellos. En el corte verde limpio, el cortero remueve las hojas y corta el tallo por la base, descogolla y enchorra la caña. Adicionalmente



Figura 1. Corte manual verde limpio de la variedad CC 84-75. Ingenio La Cabaña

realiza una completa limpieza de la cama y de la zona lateral entre las chorras de caña y los residuos. En este tipo de corte la caña queda muy limpia (Figura 1).

El corte verde limpio requiere el empleo de nuevos corteros, lo cual contribuye a reducir los altos niveles de desocupación de mano de obra no calificada.

Adicionalmente, se elimina la pavesa que ocasiona molestias en áreas cercanas a los centros urbanos. Además, los bajos

niveles de materia extraña en este sistema reducen los costos relacionados con la cosecha y la fabricación de azúcar.

La adopción de la cosecha mecanizada será gradual y mientras se implementa la cosecha manual jugará un papel importante. Para alcanzar la mecanización total de la cosecha existen actualmente limitantes en inversión en máquinas cosechadoras, equipos de transporte y mejoramiento de la infraestructura de drenajes y la uniformidad en el aporque,

1. Investigadores de Cenicaña; 2. Jefe de Agronomía, Incauca; 3. Jefe de Cosecha, Ingenio Risaralda.

entre otras. Por ejemplo, en Queensland (Australia) este sistema demoró una década para su implementación (Figura 2).

En la selección de variedades de alto contenido de sacarosa, CENICAÑA incorpora características deseables para la cosecha en verde: alto deshoje natural o facilidad para la remoción de las hojas adheridas a los tallos; resistencia a volcamiento, o en caso de que éste ocurra que las cañas no se enreden. Otras características importantes que debe poseer la variedad para mejorar la eficiencia de corte son un buen peso del tallo y la ausencia de chulquines.

El mayor costo del corte verde limpio en relación con el corte en verde convencional es un obstáculo para la difusión del primero. Para reducir este costo extra es necesario aumentar la eficiencia del cortero mediante acciones que faciliten su labor, como la siembra de variedades con las características mencionadas y el uso de herramientas y métodos de trabajo adecuados. El machete para esta labor debe ser recto y poseer un gancho en la parte terminal que ayude a la limpieza del tallo, de la cama donde

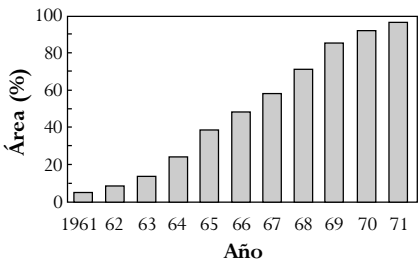


Figura 2. Adopción de la cosecha mecanizada de caña de azúcar en Queensland, Australia. (Fuente: Keer,1993).

se colocan los tallos y de la zona lateral aledaña a la chorra. CENICAÑA y varios ingenios de la región están evaluando varios tipos de machetes desarrollados para la cosecha de la caña en verde limpio.

Variedades de alto deshoje evaluadas para la cosecha en verde limpio

Durante 1998 en un lote de 3 ha en el Ingenio Providencia se evaluó el corte verde limpio de la variedad CCSP 89-1997, siendo el rendimiento de 3.2 t/hombre por día. Durante 1999 en el Ingenio Risaralda con este mismo sistema en la variedad CC 89-2000 el rendimiento del cortero fue de 2.5 t/día, siendo este rendimiento 39% más alto que el promedio obtenido con las variedades comerciales.

Las variedades más avanzadas en selección por deshoje se han evaluado en varios ingenios (Cuadro 1). En los ingenios Risaralda, Incauca, Sancarlos y Mayagüez se encontró que la sacarosa (% caña) fue mayor en

el corte verde limpio (entre 1 y 1.5 puntos porcentuales más alto) en comparación con el corte verde convencional, siendo mayor en los ingenios Incauca y Risaralda localizados en zonas húmedas. Entre variedades la diferencia en sacarosa (% caña) varió entre 0.4 y 2.1 puntos porcentuales a favor del corte verde limpio (Cuadro 1).

La información comercial sobre la caña cosechada durante 1998 por el Ingenio Risaralda (Cuadro 2) confirma los resultados anteriores y muestra que en el corte verde limpio la materia extraña se reduce a 1%, mientras que en el corte verde convencional es de 6% y en el verde mecanizado de 10%. El rendimiento comercial de azúcar con el corte verde limpio fue superior en 2 puntos, en comparación con el corte verde mecanizado y el corte verde manual convencional. En cuanto al deterioro, el tiempo de permanencia se redujo en 24 h en comparación con la caña quemada con un mínimo de 12 h entre la quema y el corte, permitiendo una mejor recuperación de la sacarosa.

Cuadro 1. Diferencias en sacarosa (% caña) entre los sistemas de corte verde limpio y verde convencional. Colombia.

Variedad (plantilla)			Variedad (plantilla)		
Sacarosa (%) ¹			Sacarosa (%) ¹		
Ing. Incauca	CCSP 89-1997	1.7	Ing. Sancarlos	CCSP 89-1997	1.7
	CC 91-1999	2.1		CC 91-1999	0.5
	CC 89-2000	0.7		CC 89-2000	1.3
	MZC 74-275	1.7		MZC 74-275	0.6
	Promedio	1.5		Promedio	1.0
Ing. Mayagüez	CCSP 89-1997	0.4	Ing. Risaralda	CCSP 89-1997	0.8
	CC 91-1999	1.4		CC 91-1999	1.7
	CC 89-2000	0.8		CC 89-2000	0.9
	MZC 74-275	1.5		MZC 74-275	1.0
	Promedio	1.1		Promedio	1.2

1. Diferencia en sacarosa entre el corte manual verde limpio y el verde convencional (a favor del corte verde limpio).

Cuadro 2. Comparación entre el corte manual verde limpio y otros sistemas de corte en verde de caña de azúcar. Ingenio Risaralda, 1998.

Variable	Mecanizada Verde	Manual Verde	
		Convencional	Limpia
Total caña cosechada por el ingenio en el año (t)	46,231	32,474	10,342
(%)	4.2	3.0	0.9
Eficiencia promedio del cortero (t/hombre/día)	—	3.0	1.45
Materia extraña (%)	10.3	6.0	1.0
Rendimiento (%)	10.3	10.0	11.9
Caña dejada en el campo (t)	2.4	0.2	0.2
Tiempo de permanencia (horas)	4.6	19.6	18.9

La no-quema aumenta la flexibilidad en los programas de cosecha y permite cambios en áreas y suertes por cosechar con pocas horas de antelación al corte. Esta ventaja es importante en épocas de lluvia, en zonas donde la cosecha de suertes con suelos muy húmedos ocasiona daños a la plantación requiriendo, en ocasiones, su renovación.

En un ensayo comercial (Viveros, 1998) se encontraron 15 t/ha más de materia extraña con el sistema en verde convencional de cosecha que con el sistema verde limpio para el conjunto de las variedades MZC 74-275, CCSP 89-1997, CCSP 89-2001 y CC 91-1999, 85-68, 89-2000 y 89-1996. El procesamiento de la caña con esta materia extraña resulta en una reducción en la tasa de molienda,

dificultad para la extracción del jugo e incremento en las pérdidas de sacarosa; además, la presencia de hojas eleva los niveles de color y de polisacáridos en el jugo, lo que en conjunto representa un aumento en los costos de fabricación del azúcar.

El análisis económico de los costos totales de elaboración de azúcar utilizando la variedad CCSP 89-1997 muestra que la cosecha manual verde limpia demanda mayores costos por mano de obra en el corte que el sistema en verde manual convencional (Figura 3). No obstante, en las etapas siguientes del proceso la materia extraña incrementa los costos del sistema convencional y al final el margen operacional por día de molienda es mayor con el corte verde limpio para tierras propias y arrendadas (Figura 4).

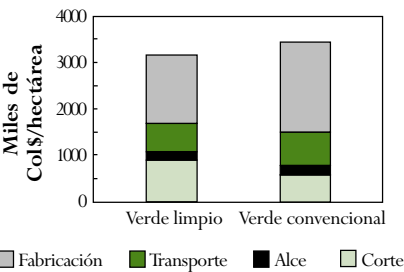


Figura 3. Costos de producción de azúcar con dos sistemas de corte manual en verde en tierras propias de un ingenio azucarero (Col\$ de 1998).

Corte Manual Verde Limpio de Caña de Azúcar

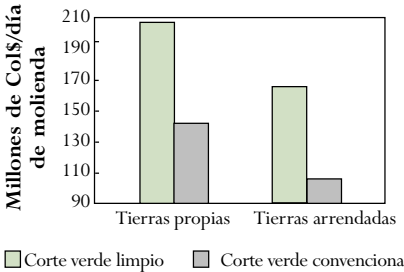


Figura 4. Margen operacional de la producción de azúcar con dos modalidades de corte en dos tipos de tenencia de tierras (Col\$ de 1998).

Lo anterior sugiere que para la industria este último sistema de corte es una alternativa mejor que el verde convencional.

A pesar de que el sistema de corte manual verde limpio demanda mayor cantidad de corteros, con la actual coyuntura económica esto puede representar un beneficio socioeconómico al ofrecer trabajo a mano de obra no calificada. En los ingenios La Cabaña, Risaralda, Incauca y Providencia se llevan a cabo programas de corte verde limpio, cosechando con este sistema hasta el 30% de la caña diaria para molienda, empleando mano de obra adicional para beneficio social de la región. Este sistema tiene la ventaja adicional de absorber parte de la mano de obra desplazada por la cosecha mecanizada.

Referencias Bibliográficas

- Keer, B y Blyth, K. They're all half crazy: 100 years of mechanical cane harvesting. Brisbane, Canegrowers.1993. p. 61.
- Viveros, V.; Cassalet, D. C. y Amaya, E. A. 1998. Comportamiento regional de variedades de caña de alto deshoje para la cosecha manual verde. Revista Técnica 1(6):4-9.

En Memoria

Del doctor Víctor Porras (†), quien durante su tiempo de labores en el Ingenio La Cabaña fue uno de los investigadores que más apoyaron los trabajos sobre metodologías de manejo del corte manual verde limpio.

Agradecimientos

Los autores agradecen a Alberto Cárdenas del Ingenio Providencia, a Rafael Cataño, del Servicio Nacional de Aprendizaje - SENA.

La Biomasa de la Caña de Azúcar como Fuente de Energía Primaria

Carlos Omar Briceño B¹

Teniendo en cuenta el potencial de los residuos de cosecha de la caña para la generación de energía eléctrica, a continuación se incluye una serie de conceptos, cifras y definiciones sobre el potencial de la biomasa de la caña de azúcar para la generación de energía eléctrica.

El término **biomasa**, en general, comprende toda la materia orgánica vegetal y animal existente en la tierra en un momento dado. En el ámbito industrial se refiere al conjunto de productos energéticos y materias primas de naturaleza renovable, incluyendo todos aquellos resultantes de su transformación natural o artificial (Tena, 1997).

Clases de biomasa

Una clasificación de los diferentes tipos de biomasa parte de la **biomasa natural**, que es aquella producida en los diferentes ecosistemas del planeta, por ej., leña y carbón de leña de arbustos y árboles.

Un segundo grupo está constituido por la **biomasa residual**, que comprende residuos y



subproductos generados por las actividades humanas, especialmente agrícolas, ganaderas y forestales; y por las industrias agroalimentarias y de la madera, que son las mayores productoras de residuos y subproductos explotables energéticamente. En este grupo se incluyen, también, los residuos biodegradables tales como efluentes de establos, aguas residuales y lodos de los sistemas de purificación, entre otros.

Un tercer grupo lo conforman los **cultivos energéticos** de

rápido crecimiento y elevada producción de masa vegetal por unidad de superficie plantada, siendo su potencial muy superior al de otras especies.

Complejos agroeléctricos

El desarrollo de cultivos energéticos podría dar lugar a la creación de industrias generadoras de electricidad en centrales térmicas abastecidas por la biomasa producida en la región. En los **complejos agroeléctricos** la central termoeléctrica está localizada en el centro del área agrícola, donde

¹ Director Programa de Fábrica de Cenicaña.

se produce la biomasa necesaria para alimentar la planta generadora. Las especies vegetales más utilizadas son herbáceas y leñosas, encontrándose entre las primeras el cardo, el sorgo dulce, la caña de azúcar, el maíz, la papa y la remolacha; y entre las segundas, el eucalipto, el sauce, las coníferas, las acacias y el plátano (Tena, 1997).

La combustión directa en calderas, hornos y chimeneas es el proceso más conocido y extendido para generar las energías eléctrica y térmica a partir de biomasa, que son utilizadas en residencias y en la industria.

Las calderas tradicionales emplean una fuente de calor para producir vapor a partir de agua. En las calderas de las residencias generalmente se quema un **combustible fósil** como carbón o derivados del petróleo, aunque también se utiliza energía proveniente de otras fuentes como madera y bagazo.

La **combustión** se define como la combinación rápida de oxígeno con un combustible (Figura 1). En la mayoría de los compuestos utilizados en las calderas existen como elementos combustibles el carbón, el hidrógeno y el azufre.

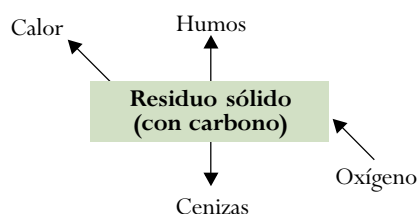
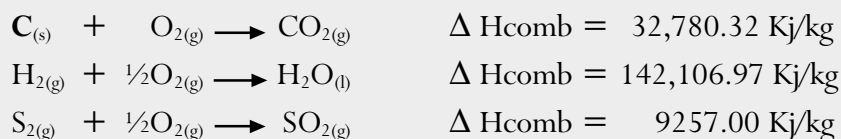


Figura 1. Esquema simplificado del proceso de combustión de residuos sólidos.

La relaciones siguientes muestran los calores de combustión superiores asociados con las reacciones de los elementos antes mencionados y el oxígeno:



Se observa que el azufre tiene muy poco valor como fuente calórica, pero sí contribuye en forma apreciable a los problemas de corrosión y contaminación ambiental.

El objetivo de una buena combustión es liberar toda la energía del combustible, minimizando las pérdidas causadas por una combustión deficiente y por el exceso de aire. La combinación de los elementos del combustible con el oxígeno requiere **temperaturas** suficientemente altas para el encendido de los materiales y sus mezclas o para crear **turbulencia** con el fin de lograr un contacto íntimo entre oxígeno y combustible durante un **tiempo** suficiente para completar dicho proceso. Esta combinación se conoce como las '3T' de la combustión.

Alternativas frente a los procedimientos tradicionales

Como sistemas alternativos a la combustión están apareciendo tecnologías más eficientes pero que aún no están lo suficientemente desarrolladas. Como procesos disponibles en el momento se pueden citar la

combustión en **lecho fluidizado** y la **gasificación** de la biomasa, que se pueden emplear en plantas de generación eléctrica. También la **cogeneración de ciclo combinado** (utilización de turbinas de gas y vapor).

En el lecho fluidizado la combustión de la biomasa se lleva a cabo en el seno de una masa en suspensión de partículas de combustible, cenizas y, en ocasiones, con elementos absorbentes como la caliza, los cuales son **fluidizados** por una corriente de aire ascendente que mantiene la mezcla en suspensión mientras se está quemando. En este proceso, la cal se utiliza para retener el dióxido de azufre (SO_2).

La gasificación (Figura 2) es un proceso de combustión incompleta que se origina cuando la biomasa se somete a temperaturas entre 600°C y 1500°C en una atmósfera de oxígeno pobre. El producto que se obtiene es un gas combustible constituido por monóxido y dióxido de carbono, hidrógeno y metano. Este gas se puede consumir en calderas para producir energía térmica o bien como combustible en motores y turbinas para generar energía eléctrica.

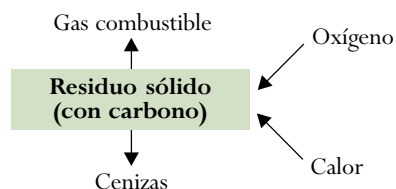


Figura 2. Esquema simplificado del proceso de gasificación de residuos sólidos.

La utilización de biomasa en **ciclos combinados** con gasificadores y turbinas de gas, conocidos como sistemas BIG/GT ('Biomass Integrated Gasifier/Gas Turbine'), que se encuentran aún en desarrollo pero con perspectivas para los próximos años, permite la generación de electricidad con eficiencia igual o mayor que la obtenida mediante combustibles fósiles, con un costo competitivo por kWh y una alta generación de MW. Con la utilización de esta tecnología, sectores con amplia disponibilidad de biomasa a bajo costo, como es el caso de las industrias azucarera y maderera, se podrían convertir en grandes productores de electricidad (Joyce et al., 1999).

Comparativamente, el potencial de energía alcanzado en un sistema convencional de cogeneración de vapor a alta presión es la mitad del esperado con el sistema BIG/GT, mientras que en el caso de un sistema convencional de vapor a baja presión es aproximadamente un tercio del alcanzado con sistemas BIG/GT.

El proceso de gasificación de la biomasa resulta de complejas reacciones químicas, las cuales no son conocidas en su totalidad. De forma resumida y en términos teóricos el proceso se puede

dividir en varias etapas (Silva et al., 1998), que incluyen:

1. **Pirólisis** o descomposición térmica (Figura 3), que se desarrolla a temperaturas próximas a 600 °C en ausencia total de oxígeno. Entre 300 y 500 °C se produce carbón vegetal. A temperaturas superiores, entre 800 y 1200 °C, se obtiene una mezcla de productos orgánicos fundamentalmente hidrocarburos, aldehídos, alcoholes, cetonas, ácidos orgánicos y otros compuestos.
2. La oxidación de parte del carbono fijo del combustible, proceso que constituye la fuente de energía térmica para la volatilización y gasificación.
3. La gasificación propiamente dicha, que incluye reacciones heterogéneas entre los gases y el coque residual, así como reacciones homogéneas entre los productos ya formados.
4. El '**craqueo**' del alquitrán o proceso de destrucción térmica de las moléculas de los compuestos que forman el alquitrán, resultando CO, CO₂, CH₄ y otros gases como productos.
5. La oxidación parcial de los productos de la pirólisis.

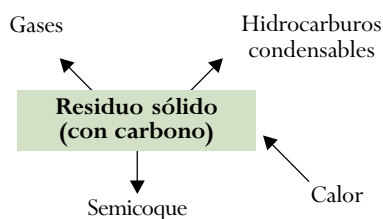


Figura 3. Esquema simplificado del proceso de pirólisis o descomposición térmica de residuos sólidos.

Dependiendo de la organización del proceso de gasificación (debido al movimiento relativo de la biomasa y el gas) estas etapas transcurren en diferentes regiones del gasificador o en todo su volumen de manera simultánea.

Composiciones químicas elemental e inmediata

Para determinar la potencialidad de un combustible y establecer si está siendo utilizado a su plena capacidad se deben conocer sus características fundamentales, o sea, su composición química y su potencial calórico. Estas características son: composición elemental, composición inmediata y poder calórico.

La composición química de los combustibles determina su estado físico y su poder calórico o energía térmica disponible al reaccionar como máximo en un 100% con oxígeno (combustión completa).

Composición elemental. La composición elemental de una sustancia es su contenido (porcentaje en masa) de carbono (C), hidrógeno (H), azufre (S), oxígeno (O), nitrógeno (N), humedad (W) y cenizas o material residual (A).

Es la característica técnica más importante del combustible y constituye la base para los análisis de los procesos de combustión, entre ellos: cálculo de volúmenes de aire, gases y entalpía; y para la determinación del poder calórico del combustible (Cuadro 1).

Composición inmediata. La composición inmediata de una sustancia es el contenido (porcentaje en masa) de carbono fijo, volátiles, humedad y cenizas. Los volátiles tienen un papel importante durante la ignición en las etapas iniciales de la combustión de la biomasa. Tanto en el caso de la composición elemental como de la composición inmediata se debe determinar la humedad de la muestra.

Jenkins (1990) citado por Barbosa et al. (1997) realizó una extensa recopilación de datos sobre poder calorífico y análisis inmediato y elemental de 62 tipos de biomasa, algunos de los cuales se incluyen en los Cuadros 1 a 3.

Poder calorífico. Es la cantidad de calor que se desprende durante la combustión completa de una unidad de masa de combustible. Se mide en Kj/kg. Puede variar ampliamente de acuerdo con el contenido de humedad de la biomasa.

El poder calorífico o calor de combustión de un combustible se determina por la medición directa en una bomba calorimétrica del calor generado durante este proceso. Los productos de la combustión dentro de la bomba son enfriados hasta alcanzar la temperatura inicial y el calor absorbido por el medio refrigerante se mide para determinar el poder calorífico superior (PCS), total o bruto (típicamente conocido como 'Higher Heating Value' o HHV) (Cuadro 3).

Cuadro 1. Composición elemental de biomasa (en base seca) de varias fuentes caloríficas.

Tipo de biomasa	Composición elemental (%)					
	C	H	O	N	S	Cenizas
Pino ^a	49.25	5.99	44.36	0.06	0.03	0.30
Eucalipto ^a	49.00	5.87	43.97	0.30	0.01	0.72
Cascarilla de arroz ^a	40.96	4.30	35.86	0.40	0.02	18.34
Bagazo de caña ^b	49.90	5.80	43.00	0.33	0.01	0.80
Cáscara de coco ^a	48.23	5.23	33.19	2.98	0.12	10.25
Tuza de maíz ^a	46.58	5.87	45.46	0.47	0.01	1.40
Ramas de algodón ^a	47.05	5.35	40.77	0.65	0.21	5.89
Residuos de cosecha de caña ^d	48.60	5.90	42.80	0.16	0.04	7.20

- a. Jenkins, B.M., 1990.
b. Eiland, B.R., et al., 1982.
c. CIATEQ, 1998.
d. Torres, J., et al., 1998.

Cuadro 2. Composición inmediata de biomasa (en base seca) de varias fuentes caloríficas.

Tipo de biomasa	Composición inmediata (%)		
	Volátiles	Cenizas	Carbón fijo
Pino ^a	82.54	0.29	17.70
Eucalipto ^a	81.42	0.79	17.82
Cascarilla de arroz ^a	65.47	17.89	16.67
Bagazo de caña ^b	87.30	0.80	11.90
Cáscara de coco ^a	67.95	8.25	23.80
Tuza de maíz ^a	80.10	1.36	18.54
Ramas de algodón ^a	73.29	5.51	21.20
Residuos de cosecha de caña	73.40 ^b	7.5 ^b	19.10 ^b
	83.00 ^c	3.0 ^c	14.00 ^c
	68.80 ^d	9.50 ^d	15.60 ^d

- a. Jenkins, B.M., 1990.
b. Eiland, B.R., et al., 1982.
c. CIATEQ, 1998.
d. Torres, J., et al., 1998.

Cuadro 3. Poder calorífico de biomasa en base seca de varios materiales.

Tipo de biomasa	Poder calorífico superior (PCS), (Mj/kg)
Pino ^a	120.02
Eucalipto ^a	19.42
Cascarilla de arroz ^a	16.14
Bagazo de caña ^b	19.42
Cáscara de coco ^a	19.04
Tuza de maíz ^a	18.77
Ramas de algodón ^a	18.26
Residuos sólidos urbanos ^a	19.87
Heces de ganado ^a	17.36
Residuos de cosecha de caña	19.06 ^b
	17.16 ^c

- a. Jenkins, B.M., 1990.
b. Eiland, B.R., et al., 1982.
c. Torres, J., et al., 1998.

El vapor de agua es uno de los subproductos de la combustión de los materiales que contienen hidrógeno. El contenido calorífico de un combustible depende de si este vapor permanece en forma gaseosa o se condensa a líquido. En la bomba calorimétrica los productos de la combustión se enfrían hasta la temperatura inicial y todo el vapor de agua formado durante la combustión se condensa al estado líquido. De esta forma se obtiene el poder calorífico superior que incluye el calor de vaporización del agua (Stultz et al., 1992). En este caso, se tendrían como productos finales $\text{CO}_{2(g)}$, $\text{SO}_{2(g)}$ y $\text{H}_2\text{O}_{(l)}$ a una temperatura final de 25 °C.

Para el poder calorífico inferior (PCI) o neto ('Lower Heating Value o LHV') a presión constante se considera que todos los productos de la combustión, incluyendo el agua, permanecen en estado gaseoso, razón por la cual no se incluye el calor de vaporización del agua. En este caso se tendrían como productos finales $\text{CO}_{2(g)}$, $\text{SO}_{2(g)}$ y $\text{H}_2\text{O}_{(g)}$ a una temperatura final de 25 °C. Mientras que el poder calorífico superior se puede determinar con bastante precisión, la determinación del poder calorífico inferior es difícil y generalmente se hace utilizando la relación siguiente:

$$\text{PCI} = \text{PCS} - 10.30 (\text{H}_2 \times 8.94)$$

donde:

PCI = Poder calorífico inferior o valor calorífico neto, BTU/lb

PCS = Poder calorífico superior o valor calorífico bruto, BTU/lb

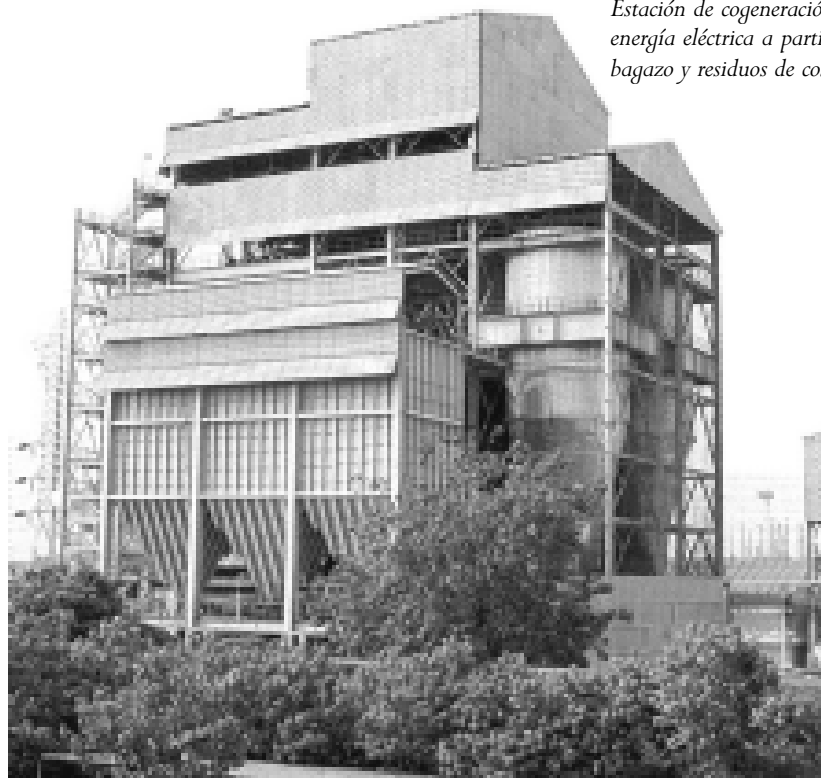
H_2 = Porcentaje másico de hidrógeno en el combustible.

Este estimativo contiene una corrección para la diferencia entre un proceso a volumen constante y uno a presión constante, y la deducción de la vaporización del agua en los productos de combustión.

Para ilustrar la diferencia entre PCS y PCI a continuación se indican sus valores para la combustión del hidrógeno, el combustible más simple:



Considerando el riesgo de corrosión, se utiliza generalmente el PCI para que los humos producidos en la combustión no descendan más allá de los puntos de rocío ('Dew-Point')², escapándose el agua en forma gaseosa por las chimeneas. Cuando el contenido de azufre es apreciable, se presenta el punto de rocío ácido, lo que obliga a no bajar la temperatura de los humos por riesgos de corrosión sulfúrica, que es muy severa (ANDI, EPM, UPB-CIDI; 1998).



Estación de cogeneración de energía eléctrica a partir de bagazo y residuos de cosecha.

Para comparar el potencial calorífico de diferentes residuos sólidos en diferentes épocas del año, se utiliza el poder calorífico útil (PCU). Para encontrar este poder en un residuo sólido que contiene humedad y cenizas se parte del análisis elemental, considerando la composición elemental (% en masa) y los porcentajes de humedad (W) y cenizas (A) (Velo et al., 1999) de forma que:

$$C + H + O + S + N + W + A = 100$$

El PCI (en Kj/kg) del residuo sólido en su estado actual, se puede obtener mediante la relación siguiente:

$$PCI \text{ (residuo actual)} = 339.6 C + 1193.9 H - 177.4 O + 94.2 S - 25 W$$

El poder calorífico del combustible seco es:

$$PCI \text{ (residuo seco)} = [339.6 C + 1193.9 H - 177.4 O + 94.2 S] * 100 / (100 - W)$$

y el del combustible seco libre de cenizas:

$$PCU = PCI \text{ (residuo seco sin cenizas)} = [339.6 C + 1193.9 H - 177.4 O + 94.2 S] * 100 / (100 - W - A)$$

Referencias Bibliográficas

Asociación Nacional de Industriales (ANDI), Empresas Públicas de Medellín (EPM) y Universidad Pontificia Bolivariana (UPB-CIDI). 1998. Guías para uso racional de energía por procesos en la industria. Medellín. p. 88 - 90.

Barbosa, L. A. y Silva, L. E. 1997. Tecnologías de conversión energética de la biomasa. Universidad del Amazonas. Manaus. EDUA/EFEI, Brasil. p. 19 - 25.

CIATEQ. 1998. Material complementario en el curso sobre fundamentos de turbomaquinaria. Convenio Asocaña – Sena – Cenicaña. Julio 1998. Cali.

Eiland, B. R. y Clayton, J. E. 1982. Collection of sugarcane crop residue for energy. Winter Meeting of American Society of Agricultural Engineers. Chicago, Illinois, E.U. Dec. 14-17.

Jenkins, B. M. 1990. Fuel properties for biomass materials. In: International symposium on application and management of energy in agriculture: The role of biomass fuels. Nueva Delhi, India. p. 21 - 23.

Joyce, J. A.; Dixon, T. F.; y Hobson, P. A. 1999. Gasification technology: Technical issues in the design of gasifiers for the Australian sugar industry. Proc. Aust. Soc. Sugar Cane Technol., 21:412-418.

Silva, L. E. y Ponce, A. F. 1998. Gasificación y ciclos combinados: perspectivas para la cogeneración en la industria azucarera. Convenio Sena – Asocaña – Cenicaña. Seminario sobre utilización de los residuos de cosecha para la generación de energía eléctrica. Cali, Agosto de 1998.

Stultz, S. C. y Kitto, J. B. 1992. Steam: Its generation and use. 40th edition. The Babcock and Wilcox Co. Barbeton, Ohio, Estados Unidos.

Tena, J. 1997. La biomasa, más que una energía. En: El futuro que viene. Enciclopedia de las Nuevas Tecnologías. Temas de hoy. Madrid, España. P. 162 - 165.

Torres, J.; Astaiza, D.; y Rosillo, M. 1998. Caracterización de los residuos de cosecha de caña como fuente energética. En: Memorias del seminario sobre utilización de los residuos de cosecha de la caña para la generación de energía eléctrica. Convenio ASOCAÑA – SENA – CENICAÑA. San Antonio de los Caballeros (Colombia), agosto 11 - 14. 1998.

Velo, E y Tauta, S. 1999. Curso sobre aprovechamiento energético de residuos sólidos urbanos y agroindustriales. Universidad de la Sabana, Universidad Politécnica de Cataluña. Santafé de Bogotá D.C. Octubre 28 – 30. 1999.

Resumen Climatológico Mensual

Red Meteorológica Automatizada del Sector Azucarero Colombiano

Julio 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	15.8	18.1	22.9	30.4	32.6	12.3	81	137.2	140.2	468.7
Risaralda	17.0	18.7	23.4	30.6	33.1	11.9	85	96.2	128.2	463.3
Cartago	17.8	19.4	24.1	30.8	33.4	11.4	80	69.7	169.1	537.5
Zarzal	16.1	18.3	23.6	30.5	32.6	12.2	78	53.6	143.8	-
La Paila	16.4	18.4	23.4	30.8	33.4	12.4	84	43.2	193.5	444.6
Bugalagrande	16.0	18.1	23.2	30.7	33.3	12.6	81	9.2	142.8	464.4
Tuluá	15.9	18.2	23.2	29.8	32.2	11.6	83	23.3	193.7	492.0
Yotoco	17.3	19.0	23.8	29.7	32.0	10.7	74	20.6	148.3	419.8
Guacarí	16.5	18.6	23.4	29.7	32.2	11.1	79	7.4	197.7	442.9
Ginebra	16.0	18.7	23.3	29.7	31.6	11.0	78	10.3	141.0	450.2
Amaime	16.0	18.0	22.6	29.1	31.1	11.1	79	9.7	130.6	429.8
San Marcos	16.3	18.4	23.5	29.8	32.0	11.4	81	6.8	216.2	460.4
Palmira - La Rita	15.0	17.9	22.5	29.7	32.0	11.8	85	16.7	200.7	485.6
Arroyohondo	15.7	17.9	23.5	30.1	32.3	12.2	74	3.4	132.5	376.2
Palmira - S. José	14.7	17.8	22.8	29.7	31.8	11.9	81	10.0	122.7	389.6
Aeropuerto	15.8	18.1	23.2	30.0	32.6	11.9	77	4.0	154.5	464.8
Base Aérea	16.9	19.6	24.4	30.2	32.3	10.6	74	6.4	139.6	408.4
Candelaria	15.7	18.0	22.8	29.4	31.9	11.4	84	23.6	178.1	437.5
Pradera	15.3	17.7	22.3	29.2	31.6	11.5	81	30.1	124.5	364.5
Meléndez	15.2	17.9	23.1	30.1	32.6	12.2	83	28.3	229.5	491.7
Cenicaña	16.4	18.4	22.9	28.9	31.0	10.5	76	41.8	130.3	392.6
Jamundí	13.9	17.3	22.6	29.5	31.8	12.2	85	20.5	127.8	431.5
Bocas del Palo	15.2	17.8	22.8	30.0	33.1	12.2	85	73.5	133.0	431.4
Ortígal	15.6	18.3	23.0	29.5	31.4	11.2	81	30.5	104.7	415.9
Miranda	15.6	18.0	22.6	29.0	31.2	11.0	87	35.0	206.0	423.5
El Naranjo	15.5	17.9	22.6	29.0	31.2	11.1	85	29.0	178.6	416.5
Corinto	16.3	18.2	22.7	28.4	30.8	10.2	81	39.9	133.2	384.7
Santander de Q.	13.9	17.5	22.6	29.4	31.8	11.9	84	6.8	116.9	419.6
Mínima	13.9	17.3	22.3	28.4	30.8	10.2	74.0	3.4	104.7	364.5
Media	15.9	18.2	23.1	29.8	32.1	11.6	80.9	31.7	155.6	437.3
Máxima	17.8	19.6	24.4	30.8	33.4	12.6	87.0	137.2	229.5	537.5
Total								886.7	4,357.7	11,807.6

Nota: Datos de la estación Santander de Quilichao, corresponden a 29 días (1 al 29).

Agosto 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										
Risaralda	16.3	18.3	22.9	29.9	32.5	11.6	87	134.2	123.8	449.0
Cartago	16.7	18.7	23.3	30.3	32.9	11.6	83	28.2	164.6	493.9
Zarzal										
La Paila	16.5	18.4	23.1	30.3	32.3	11.9	86	92.2	198.1	444.5
Bugalagrande	16.0	18.0	22.9	30.1	32.9	12.1	83	66.0	148.3	470.0
Tuluá	16.0	18.1	23.1	29.6	32.1	11.5	83	25.8	199.5	500.0
Yotoco	16.2	18.8	23.6	29.8	32.3	11.0	76	69.2	160.1	429.6
Guacarí	16.1	18.3	23.2	30.0	32.5	11.7	80	39.8	201.1	448.5
Ginebra	15.8	18.4	23.0	29.9	32.2	11.5	80	46.9	137.6	438.9
Amaime	15.7	18.3	22.7	29.1	31.5	10.8	77	50.5	133.2	426.1
San Marcos	16.2	18.5	23.4	30.1	32.2	11.6	81	12.5	221.0	468.6
Palmira - La Rita	15.9	17.9	22.5	29.9	32.6	12.0	85	40.1	196.6	
Arroyohondo	15.8	18.1	23.4	30.0	32.4	11.9	75	53.4	134.6	389.6
Palmira - S. José	15.9	18.0	22.7	29.6	31.7	11.6	81	37.7	121.7	394.6
Aeropuerto	15.8	18.0	23.2	30.3	32.7	12.3	77	36.8	157.3	471.1
Base Aérea	17.8	19.6	24.5	30.7	33.6	11.1	72	28.4	140.7	417.5
Candelaria	15.8	17.9	22.9	29.8	32.3	11.9	83	14.5	186.3	458.3
Pradera	14.9	17.5	22.3	29.2	31.6	11.7	79	0.8	132.3	386.9
Meléndez	14.8	17.8	23.0	30.0	32.6	12.2	83	111.0	228.7	490.5
Cenicaña	16.1	18.3	22.9	29.1	31.9	10.8	74	18.8	138.5	422.3
Jamundí	14.8	17.1	22.6	29.7	32.5	12.6	83	42.3	132.6	439.9
Bocas del Palo	15.2	17.7	22.9	30.5	32.8	12.8	84	58.4	131.8	421.5
Ortigal								60.3		
Miranda	15.4	17.7	22.4	29.1	32.9	11.4	87	55.0	217.3	442.0
El Naranjo	15.8	17.5	22.5	29.1	31.2	11.6	84	93.1	186.7	434.2
Corinto	15.6	17.9	22.7	28.4	30.6	10.5	79	95.4	138.6	394.6
Santander de Q.	14.8	17.3	22.8	29.6	32.7	12.3	81	44.4	128.5	423.5
Mínima	14.8	17.1	22.3	28.4	30.6	10.5	72.0	0.8	121.7	386.9
Media	15.8	18.1	23.0	29.8	32.3	11.7	80.9	52.1	162.4	439.8
Máxima	17.8	19.6	24.5	30.7	33.6	12.8	87.0	134.2	228.7	500.0
Total								1,355.7	4,059.5	10,555.6

Continúa

Resumen Climatológico Mensual

Red Meteorológica Automatizada del Sector Azucarero Colombiano

Septiembre 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										
Risaralda	17.1	18.7	22.2	28.8	31.4	10.1	90	216.4	123.8	448.9
Cartago	17.7	19.1	22.6	29.0	31.7	9.9	88	223.5	150.2	460.8
Zarzal										
La Paila	17.1	18.5	22.2	28.6	30.9	10.1	90	194.5	162.1	372.6
Bugalagrande	16.8	18.1	22.0	28.5	31.9	10.4	87	107.5	130.0	400.3
Tuluá	16.6	18.2	21.9	27.7	30.3	9.5	90	144.4	173.5	446.7
Yotoco	17.1	18.5	22.2	27.7	30.0	9.2	84	172.2	141.9	392.4
Guacarí	17.1	18.3	22.0	28.0	30.1	9.7	87	153.7	175.6	397.7
Ginebra	16.8	18.2	21.8	27.8	30.7	9.6	87	91.4	117.9	377.1
Amaime	16.7	18.0	21.5	27.3	29.8	9.3	86	110.6	116.3	361.8
San Marcos	17.0	18.7	22.4	28.3	30.7	9.6	87	46.2	182.5	398.1
Palmira - La Rita	16.7	17.9	21.4	27.8	30.5	9.9	91	129.1	137.2	433.9
Arroyohondo	16.5	18.3	22.3	28.0	30.4	9.7	82	73.1	116.8	331.3
Palmira - S. José	16.4	17.9	21.6	27.6	30.0	9.7	88	70.0	106.0	333.4
Aeropuerto	16.5	18.1	22.0	28.1	30.5	10.0	84	125.5	134.5	396.5
Base Aérea	17.1	19.3	23.1	28.5	30.8	9.2	81			
Candelaria	16.7	18.1	21.8	27.8	30.4	9.7	89	98.1	155.7	380.4
Pradera	16.1	17.6	21.3	27.2	29.2	9.6	87	106.0	114.3	339.2
Meléndez	15.7	18.3	22.2	28.4	31.4	10.1	88	119.7	177.6	404.6
Cenicaña	16.9	18.3	21.9	27.3	29.7	9.0	82	65.8	122.5	361.5
Jamundí	15.1	17.9	21.9	28.1	30.6	10.2	89	137.0	120.6	383.0
Bocas del Palo	16.1	18.2	22.1	28.6	31.3	10.4	89	152.4	117.7	370.9
Ortígal	16.5	18.3	21.9	27.7	30.3	9.4	88	87.9	103.6	353.9
Miranda	15.9	17.8	21.5	27.4	30.2	9.6	92	78.8	181.1	382.1
Naranjo	16.0	17.9	21.5	27.3	29.9	9.4	91	139.5	157.3	369.0
Corinto	16.1	17.8	21.3	26.8	29.0	9.0	88	160.1	122.5	348.7
Santander de Q.	16.1	17.9	21.8	27.7	30.2	9.8	89	258.1	118.8	380.8
Mínima	15.1	17.6	21.3	26.8	29.0	9.0	81	46.2	103.6	331.3
Media	16.6	18.2	21.9	27.9	30.5	9.7	87	130.5	138.4	385.0
Máxima	17.7	19.3	23.1	29.0	31.9	10.4	92	258.1	182.5	460.8
Total								3,261.5	3,460.0	9,625.5

Variedad CC 89-2000 en el Ingenio Risaralda

Juan José Uribe Escobar¹



En 40 hectáreas cosechadas la variedad CC 89-2000 (plantilla) produjo 9.7 TCHM con 13.03% de rendimiento. La productividad en azúcar fue de 1.27 t/ha/mes y las edades de corte fueron 13.2 meses en promedio.

Hasta agosto de 1999 en el Ingenio Risaralda se habían cosechado 40 hectáreas de la variedad CC 89-2000 con resultados muy satisfactorios en términos de producción y cosecha.

El material se encuentra establecido en lotes de manejo directo del ingenio y la información disponible corresponde a la cosecha de plantillas (Cuadro 1). Las asociaciones más representativas de los suelos donde se encuentra el cultivo son, en su orden: Islafortuna (Entisol), Portobelo (Entisol) y Sopinga (Inceptisol).

El promedio de las plantaciones al corte fue de 13.2 meses y las toneladas de caña por hectárea (TCH) de 129 y por hectárea-mes (TCHM) de 9.7. El rendimiento fue de 13.03% con una productividad de azúcar de 1.27 t/ha y por mes (TAHM). Con estos resultados, la variedad ha sido la de mayor productividad vía sacarosa en el Ingenio en los primeros ocho meses de 1999 (Cuadro 2), seguida por las variedades CC 85-92, 84-75 y 85-68 con 1.268, 1.246 y 1.130 TAHM, respectivamente; pero con diferencias superiores a 1.5 puntos de rendimiento en

1. Jefe del Depto. de Servicios Técnicos del Ingenio Risaralda

azúcar y menores producciones de biomasa.

En la variedad CC 89-2000 los contenidos de materia extraña en corte manual de caña quemada fueron del orden de 1.98% de impurezas totales, mientras que en el corte manual de caña verde limpia han sido de 0.62%.

La planta presenta muy buenas características para este último sistema de corte, entre ellas, su alto deshoje natural, lo cual ha permitido un incremento de 40% en la eficiencia del cortero, en comparación con el promedio de eficiencia en el resto de variedades comerciales cosechadas con el sistema verde limpio.

Por los resultados obtenidos hasta ahora, en el Ingenio Risaralda se tiene programado ampliar las siembras de la variedad CC 89-2000 y en el futuro inmediato se espera tener disponible un área suficiente para realizar una molienda continua durante un día con el fin de caracterizar aún más este material.

Cuadro 1. Comportamiento de la variedad CC 89-2000 (plantillas) en el Ingenio Risaralda, hasta agosto de 1999.

Hacienda	Suerte (no.)	Suelo (orden y % en suerte)	Edad (meses)	Área (ha)	TCH	TCHM	Rend. (%)	TAHM
Riogrande	4	Isla-Entisol (75)	14.2	4.48	147.75	10.41	12.89	1.340
	5	Isla-Entisol (85)	14.2	2.94	144.48	10.20	13.30	1.357
Porto Belo	41	Entisol (90)	11.7	5.49	106.40	9.01	14.17	1.288
	42	Entisol (98)	11.6	6.47	104.88	9.04	13.33	1.205
El Aguila	1		14.8	3.16	125.27	8.46	12.89	1.091
	2		13.7	3.18	137.72	10.05	12.63	1.270
	3		14.7	3.98	129.66	8.82	12.74	1.123
San Marcos	8	Sopinga-Inceptisol (72)	13.1	2.41	124.70	9.52	13.88	1.321
	9	Sopinga-Inceptisol (100)	13.0	2.74	139.23	10.71	13.11	1.404
	10	Islafortuna-Entisol (100)	12.9	0.75	129.56	10.04	11.72	1.177
	11	Sopinga-Inceptisol (100)	12.9	4.50	157.64	12.22	12.14	1.483

Cuadro 2. Producción acumulada por variedades de caña de azúcar en el Ingenio Risaralda, hasta agosto de 1999.

Variedad	Área (ha)	Corte (no.)	Edad (meses)	TCH	TCHM	Rendimiento (%)	TAHM	Eficiencia
CC 89-2000	40	1.0	13.20	129	9.70	13.03	1.270	7.60
CC 85-92	1141	1.5	14.40	163	11.30	11.27	1.268	8.80
CC 84-75	351	2.8	14.20	147	10.37	11.04	1.148	9.05
CC 85-68	193	1.4	13.90	137	9.89	11.42	1.130	8.75
CC 85-96	57	2.2	15.70	172	10.96	9.88	1.083	10.12
MZC 82-11	118	2.3	15.01	142	9.49	11.33	1.077	8.82
PR 61-632	1029	6.6	13.95	130	9.39	11.28	1.052	8.86
CC 87-434	52	1.0	12.91	122	9.51	10.98	1.044	9.11
MZC 74-275	1797	5.3	13.63	120	8.81	11.69	1.031	8.55

Áreas de Influencia de la Red Meteorológica Automática

Javier Carbonell González¹

En la zona azucarera de Colombia existen aproximadamente 200,000 ha sembradas con diferentes variedades de caña de azúcar, divididas en 22,900 suertes con un promedio de 8 ha cada una. Para el manejo de estas suertes es muy importante que se encuentren conectadas con una red automatizada de estaciones meteorológicas, como la que aparece en la Figura 1, que corresponde a los valles de los ríos Cauca y Risaralda.

En el programa *Sequitec*, desarrollado por CENICAÑA, el cañicultor debe registrar la estación de la red meteorológica a la cual está asociada cada una de las suertes de su cultivo. Esto es una ayuda valiosa para evaluar ex-post las incidencias del clima sobre el comportamiento de las variedades cultivadas.

Para la investigación que adelanta CENICAÑA es importante que cada uno de los experimentos y pruebas comerciales se encuentren asociados con una estación climatológica. Esto permite conocer las condiciones climáticas bajo las cuales se desarrollaron.

CENICAÑA cuenta con gran parte de la información sobre las suertes de los ingenios y de los cañicultores geo-referenciada en forma digital incorporada en un Sistema de Información Geográfica (SIG).

Una metodología usada para definir el área de influencia de un pluviómetro son los polígonos de Thiessen. Mediante la opción que tiene el programa de SIG ArcVIEW versión 3.1, se pueden generar dichos polígonos. Las áreas de influencia para las 28 estaciones meteorológicas de la red fueron calculadas (Figura 2).

Con la información anterior y haciendo uso de herramientas propias del SIG, se pudieron cruzar las suertes con los polígonos de Thiessen. CENICAÑA cuenta en su base de datos con la información de cada suerte asociada a una estación meteorológica, un ejemplo de lo anterior se muestra en la Figura 3.



**Para mayor información
sobre usos del SIG y acceso
a datos climatológicos
y meteorológicos,
comuníquese con:**

**Javier Carbonell G.
jacarbon@cenicana.org**

1. Ingeniero Agrícola, M.Sc.; Superintendente del Centro Experimental de CENICAÑA.

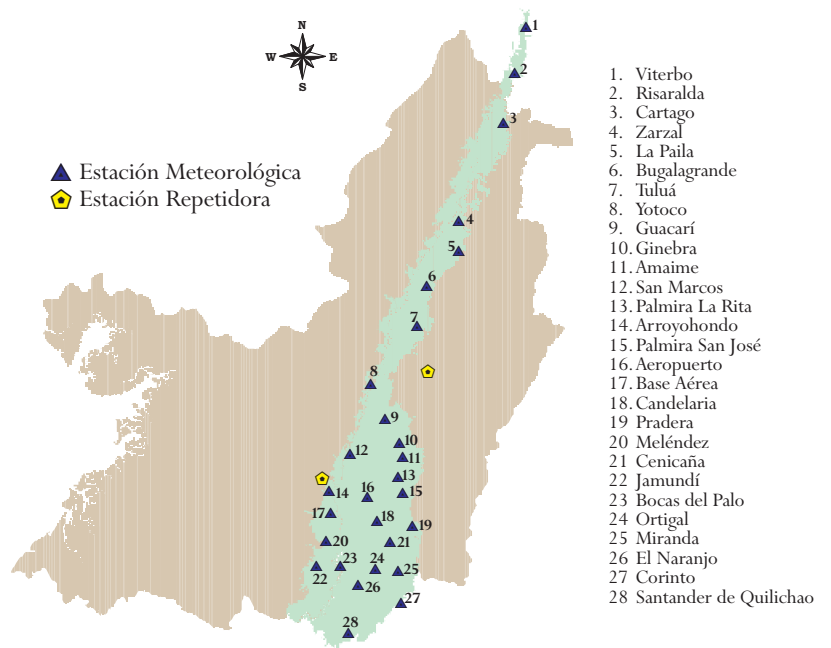


Figura 1. Ubicación de las estaciones que conforman la red meteorológica automatizada del sector azucarero.

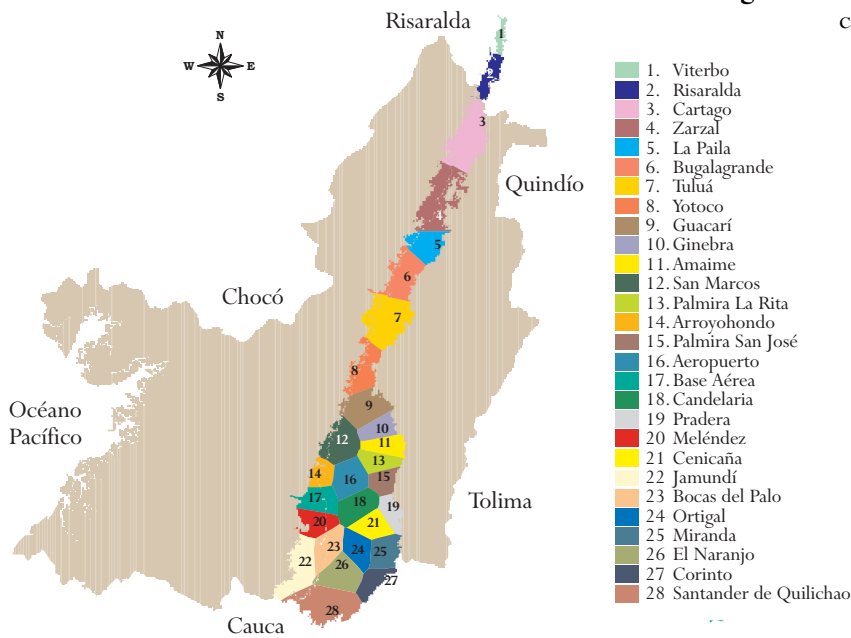


Figura 2. Área de influencia de los pluviómetros de la red meteorológica automatizada.

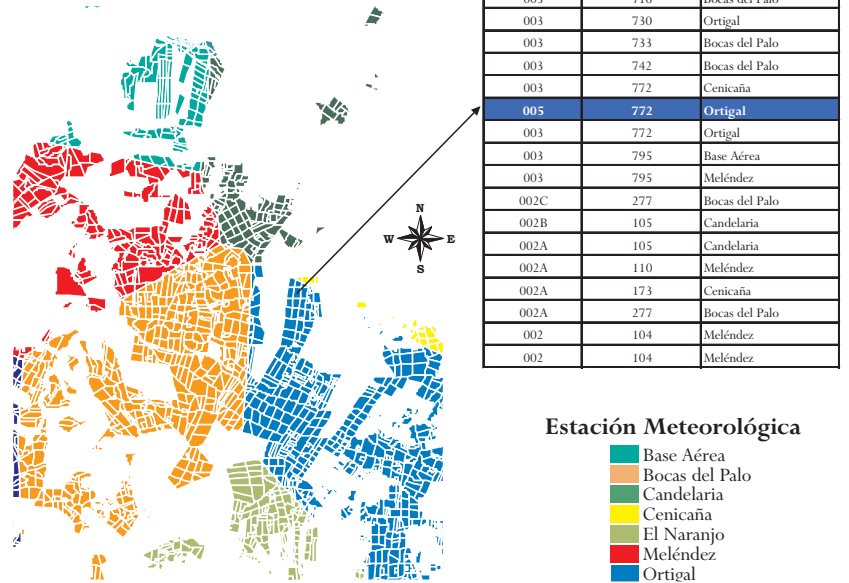


Figura 3. Detalle del área de influencia de diferentes pluviómetros, por suerte de caña.

Servicios Especializados

para los cultivadores donantes a CENICAÑA

Los servicios especializados que ofrece CENICAÑA se prestan exclusivamente a los ingenios y cultivadores donantes al Centro. Para asegurar la calidad de los resultados de laboratorio es muy importante seguir algunas instrucciones al momento de tomar las muestras y acordar con el laboratorio el momento oportuno de envío.

A continuación encontrará información general sobre los servicios y las personas de contacto en cada caso.

Evaluación de semilleros y diagnóstico de enfermedades: Carbón, Roya, Mosaico, Raquitismo de la Soca, Escaldadura de la Hoja y Síndrome de la Hoja Amarilla.

Información en el Laboratorio de Patología:

María Luisa Guzmán R.
mlguzman@cenicana.org
(ext. 150)

Jorge Ignacio Victoria K.
jivictor@cenicana.org
(ext. 139)



Control biológico de plagas: suministro de posturas de *Diatraea saccharalis*, larvas, dieta artificial para cría, entrenamiento en el manejo y producción de *Diatraea*; pulgadas de *Trichogramma exiguum* para renovación.

Información en el Laboratorio de Entomología:

Luz Adriana Lastra B.
lalastra@cenicana.org
(ext. 151)

Luis Antonio Gómez L.
lagomez@cenicana.org
(ext. 140)



Análisis nutricional de suelos y foliar: en suelos se determinan elementos mayores y menores, contenido de materia orgánica, textura y pH. En tejido foliar se especifican los contenidos de elementos mayores y menores.

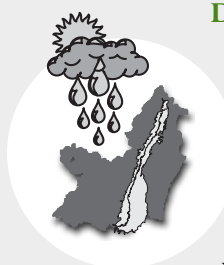
Información en el Laboratorio de Química:

Carlos J. Ramírez V.
cqramirez@cenicana.org
(ext. 149)

Jesús Eliecer Larrahondo A.
jelarra@cenicana.org
(ext. 143)



Datos climatológicos y meteorológicos: resúmenes de clima y acceso a datos meteorológicos en tiempo real, registrados por las 28 estaciones que integran la Red Meteorológica Automatizada del Sector Azucarero.



Información en el área de Meteorología:

Enrique Cortés B.
ecortes@cenicana.org
(ext. 174)

José Yesid Gutiérrez V.
jygutier@cenicana.org
(ext. 174)

Para recibir por correo electrónico datos climatológicos decadales registrados por 28 estaciones de la Red Meteorológica Automatizada del Sector Azucarero, comuníquese con Javier Carbonell G.
jacarbon@cenicana.org



Información y Documentación de la Caña de Azúcar: búsquedas bibliográficas, fotocopia de documentos, consultas en sala de lectura.

Información en la Biblioteca Guillermo Ramos Núñez:

Lupe Bustamante A.
gbustama@cenicana.org
(ext. 135)



Centro Experimental CENICAÑA.
Vía Cali-Florida, kilómetro 26.
Teléfonos: 664 80 25 al 30
Cali – Valle del Cauca.

Remite:
CENICAÑA
Apartado Aéreo 9138
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, POST EXPRESS,
ENCOMIENDAS, FILATELIA, CORRA, FAX

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

TARIFA POSTAL REDUCIDA NO. 395 DE ADPOSTAL (VENCE DIC. DE 2000)