

Carta Trimestral

AÑO 23 No. 3 Y 4 CALI, COLOMBIA 2001

TEMAS

NOTAS TÉCNICAS E INFORMATIVAS

- Cifras de la agroindustria
azucarera colombiana, 2001 3
- Reunión bienal 2001 - Foro
"Avances de investigación" 5
- Ingenio Mayagüez S.A. con
certificación en ISO 14001 6
- Uso de alcoholes carburantes 6

NOTAS DE INVESTIGACIÓN

- Espaciamiento de los surocs 7
- Varietades RD 75-11,
CC 87-434 y CC 87-409:
adaptación y respuesta
al nitrógeno en dos suelos
arcillosos ácuicos 12
- Evaluación semicomercial
de la variedad CC 89-2000
en el Ingenio Mayagüez 16

INFORME

- Resumen climatológico,
Segundo semestre de 2001 20

COMENTARIOS

- Sustitución del subacetato
de plomo en el Ingenio
La Cabaña S.A. 25
- Ventaja competitiva 28

INFORMACIÓN GENERAL

- Servicios de CENICAÑA 33
- Convenio de concertación
para una producción más
limpia 34



cenicaña

**Centro de Investigación
de la Caña de Azúcar de
Colombia**

In Memoriam

Rodrigo Escobar Navia



«Tenía y sigo teniendo la mejor opinión de Rodrigo Escobar Navia por su brillante inteligencia, su visión de futuro, su incansable dinamismo, su capacidad de trabajo, su poder de persuasión y su habilidad para tratar a la gente, simplificar situaciones complejas, y encontrar soluciones prácticas para problemas difíciles».

Armando Samper Gnecco,
ANTECEDENTES A LA CREACIÓN DE CENICAÑA.

Gratitud y tristeza sentimos hoy al registrar el sensible fallecimiento del doctor Rodrigo Escobar Navia, ocurrido el lunes 11 de febrero de 2002 en la ciudad de Bogotá.

Presidente de la Asociación de Cultivadores de Caña de Azúcar de Colombia –ASOCAÑA, rector de la Universidad de los Andes, Alcalde del municipio de Cali e integrante del gabinete de ministros del Estado en varias oportunidades, el doctor Escobar Navia lideró en 1977 la creación del Centro de Investigación de la Caña de Azúcar –CENICAÑA y la Asociación Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar –TECNICAÑA.

Con sentido homenaje nos unimos a las voces que oran por su descanso eterno, seguros de continuar aportando todos nuestros esfuerzos por mantener viva la semilla de progreso que el doctor Rodrigo Escobar Navia sembró en éste, su Valle del Cauca.

El director general de CENICAÑA, doctor Alvaro Amaya Estévez, y todos los funcionarios del Centro expresan a su distinguida familia sinceras condolencias.

Presentación

En esta edición hemos reunido la información correspondiente a los dos últimos trimestres de 2001, de manera que incluímos los datos generales del área sembrada con las principales variedades de caña de azúcar, los indicadores de los parámetros más representativos del desempeño agroindustrial y los boletines climatológicos del último semestre.

Entregamos artículos sobre diseño de campo, variedades de caña, fertilización, química azucarera, análisis retrospectivo del desarrollo agroindustrial y notas técnicas e informativas de gran interés como el texto completo de la Ley 693 de 2001 sobre el uso de alcoholes carburantes.

A manera de reseña incluímos el programa desarrollado en la reunión bienal 2001 celebrada los días 29 y 30 de agosto en el Club Campestre de Cali, foro técnico dirigido a los cultivadores de caña de azúcar. El contenido de las presentaciones se encuentra disponible en www.cenicana.org

Feliz 2002 para todos.

Victoria Carrillo
Coordinadora editorial



La Carta Trimestral
también en Internet

<http://www.cenicana.org>

Nota Importante



En el siguiente párrafo la información con negrilla es correcta, y reemplaza o complementa la publicada en la página 19 de la Carta Trimestral 2 de 2001 en el informe *Evaluación regional de variedades: análisis de los resultados de dos cortes*:

Ingenio Manuelita:

Para TSH **las variedades más destacadas fueron CCSP 89-43, CC 91-1945 y CC 93-4223** que combinaron muy bien la producción de caña con el contenido de sacarosa. **Los promedios de la plantilla para las tres variedades son significativamente superiores a los de la primera soca.**

Los resultados indican que las variedades CC 91-1945, CC 93-4223 y **CCSP 89-43** se destacan tanto por su producción de caña como por su contenido de sacarosa y son variedades promisorias para la zona agroecológica 1C0.

Carta Trimestral
ISSN 0121-0327

Año 23, No. 3 y 4 de 2001

Comité Editorial

ÁVARO AMAYA ESTÉVEZ
CAMILO ISAACS ECHEVERRY
CARLOS OMAR BRICEÑO BELTRÁN
LUPE BUSTAMANTE ALVAREZ
NOHRA PÉREZ CASTILLO
VICTORIA CARRILLO CAMACHO

Servicio de Cooperación Técnica y Transferencia de Tecnología

Coordinación Editorial y Edición de Textos: VICTORIA CARRILLO CAMACHO
Diseño Gráfico y Diagramación: ALCIRA ARIAS VILLEGAS

Preprensa e Impresión: FERIVA S. A. - CALI

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 Nte. No. 3BN-110 Cali, Colombia
Teléfonos: (57-2) 6648025 Fax: (57-2) 6641936
buzon@cenicana.org

Apreciado lector

Para fortalecer los vínculos de comunicación entre Usted y CENICAÑA permítanos conocer su dirección de correo electrónico. La usaremos para intercambiar información técnica. Esperamos noticias tuyas en [<buzon@cenicana.org>](mailto:buzon@cenicana.org)

NOTAS TÉCNICAS E INFORMATIVAS

Cifras de la agroindustria azucarera colombiana, 2001*

Nicolás J. Gil Zapata**

Durante 2001 la agroindustria logró una cifra récord en el porcentaje de azúcar recuperado por tonelada de caña molida, el cual ascendió a 11.87% (rendimiento real con base en 99.7°). Así, con una molienda de 16,809,603 toneladas de caña se produjeron 2,006,980 toneladas de azúcar.

Con respecto al año 2000 la molienda disminuyó en 1,891,148 toneladas (10.1%) debido principalmente a la falta de caña madura. Las grandes diferencias en caña molida que se registraron durante el primer semestre de 2001 en comparación con los mismos meses de año anterior se fueron acortando a partir de julio, y la molienda fue superior en septiembre, octubre y noviembre. Este comportamiento se relaciona con la recuperación de la producción de caña (t/ha) que en cada uno de los últimos cinco meses del año (agosto a diciembre) superó las cifras del año precedente. No obstante, el promedio de 103.4 toneladas de caña por hectárea cosechadas este año representa una disminución de 3.9% con respecto a 2000.

En consecuencia la producción de azúcar se redujo en 159,069 toneladas, lo que significa 7.3% menos cantidad que el año anterior. Las diferencias entre el porcentaje de disminución de la producción de azúcar (7.3%) y el porcentaje

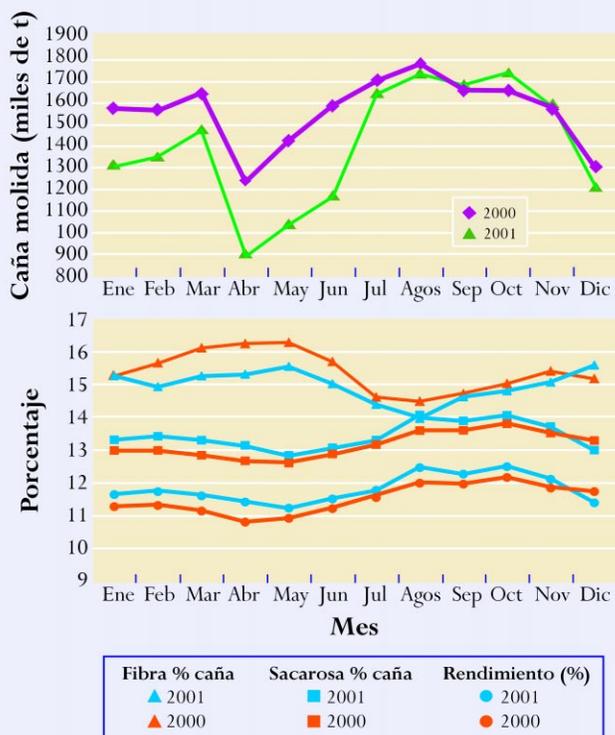
de disminución de la producción de caña (10.1%) se explican por el incremento de 0.34 unidades de rendimiento en fábrica; dicha mejora se relaciona a su vez con el aumento de la sacarosa % caña (0.30 unidades más) y su mayor recuperación en las fábricas (0.7 unidades porcentuales adicionales) en contraste con el año anterior. En 2001 la sacarosa % caña ascendió a 13.48%, valor muy similar al de 1997, mientras el porcentaje de recuperación en fábrica llegó a 87.8%. El comportamiento de los índices anteriores se reflejó en el incremento de las toneladas de azúcar por hectárea mes (TAHM) de 0.937 en el año anterior a 1.020 este año.

Las variedades de caña más sembradas a 31 de diciembre de 2001 fueron CC 85-92, CC 84-75 y V 71-51 según reporte de los ingenios Central Castilla, Incauca, La Cabaña, Manuelita, María Luisa, Mayagüez, Pichichí, Providencia, Riopaila, Risaralda y Sancarlos.

En la página siguiente se presenta el comportamiento de los principales parámetros de la gestión de fábrica durante el período 1997-2001. Adicional a los comentarios anteriores se destacan las mayores eficiencias en extracción y elaboración; la disminución de los días hábiles de molienda como consecuencia de la reducción en la tasa de molienda; y la disminución de los tiempos perdidos en cosecha y fábrica que permitió una molienda más continua.

* La información corresponde a cifras de los ingenios Central Castilla, Incauca, La Cabaña, Manuelita, Mayagüez, Pichichí, Providencia, Riopaila, Risaralda y Sancarlos. Los datos de campo fueron suministrados por el Ingeniero Agrónomo Jorge Arcila del Ingenio La Cabaña y los de fábrica por el Programa de Fábrica de CENICAÑA a través del Sistema de Intercambio de Información Estandarizada Inter Ingenios.

** Ingeniero de procesos químicos, programa de procesos de fábrica – CENICAÑA <njgil@cenicana.org>



Variedad	Área sembrada	
	(ha)	(%)
CC 85-92	77,221	40.8
CC 84-75	27,058	14.3
V 71-51	25,194	13.3
MZC 74-275	15,564	8.2
PR 61-632	10,340	5.5
RD 75-11	7,305	3.9
CC 87-434	3,851	2.0
MZC 82-11	2,097	1.1
Co 421	2,055	1.1
MZC 84-04	1,287	0.7
CC 85-68	555	0.3
Otras	11,763	6.2
Renovación y otros	4,910	2.6
Total	189,200	100

Parámetros de gestión de fábrica entre 1997 y 2001 (promedios ponderados)

Datos de Fábrica	1997*	1998**	1999**	2000**	2001**
Tiempo					
Días hábiles ¹	(2715.74)	(3017.69)	(3135.39)	(3128.50)	-2,714,712.00
Tiempo perdido % hábil fábrica	9.37	9.93	8.81	7.76	6.02
Tiempo perdido % hábil cosecha	2.45	3.27	4.30	4.90	3.11
Tiempo molienda efectivo % tiempo total	74.90	74.63	75.61	74.74	68.22
Molienda					
Caña molida (t) ¹	(16,139,308.2)	(17,528,076.7)	(18,418,018.9)	(18,700,751.4)	(16,809,603.0)
Caña molida (t/día hábil)	5942.88	5808.44	5874.23	5977.55	6192.03
Caña molida (t/h)	280.80	278.80	281.69	285.17	332.57
Producción					
Toneladas de azúcar producido ¹	(1,905,162.68)	(1,998,571.12)	(2,107,984.97)	(2,166,049.09)	(2,006,980.17)
Rendimiento comercial (%)	11.876	11.353	11.448	11.583	11.940
Rto real en azúcar con base en 99.7° (%)	11.814	11.303	11.392	11.526	11.866
Extracción					
Jugo diluido neto % caña	99.052	99.921	99.427	100.081	100.507
Sólidos insolubles en jugo diluido (%)	1.331	1.438	1.720	1.689	1.448
Sac.aparente % sac.aparente en caña	95.902	95.711	95.661	95.662	95.923
Sacarosa reducida a 12.5 % fibra	96.526	96.359	96.591	96.556	96.640
Caña					
Fibra % caña	14.718	14.600	15.525	15.329	14.901
Sacarosa aparente % caña	13.489	13.001	13.084	13.180	13.476
Maceración					
% caña	29.268	27.463	27.831	30.635	30.685
% fibra	200.900	187.043	180.431	199.681	205.990
Bagazo					
% caña	27.969	28.787	29.234	28.84	28.71
Sacarosa en bagazo (%)	1.92	1.94	1.95	1.98	1.92
Humedad en bagazo (%)	50.44	50.40	49.86	50.02	50.47
Elaboración					
Cachaza % caña	5.492	5.712	6.253	6.047	5.373
Sacarosa % cachaza	1.69	1.73	1.82	1.98	1.87
Miel final 88°Brix (kg/t caña molida)	27.49	28.01	24.65	25.52	26.84
Pureza miel final (%) ²	34.14	34.06	36.04	35.63	33.43
Recuperación real (B.H.R)	91.113	90.981	90.799	91.316	91.626
Pérdidas de sacarosa					
En miel final % caña	0.823	0.835	0.778	0.796	0.788
En miel final % sacarosa caña	6.109	6.443	5.958	6.047	5.858
En cachaza % caña	0.091	0.100	0.113	0.120	0.099
En cachaza % sacarosa caña	0.687	0.779	0.869	0.912	0.738
En indeterminadas % caña	0.241	0.242	0.271	0.204	0.203
En indeterminadas % sacarosa caña	1.696	1.844	2.082	1.550	1.507
En bagazo % caña	0.564	0.557	0.568	0.571	0.549
En bagazo % sacarosa caña	4.096	4.288	4.347	4.335	4.074
Totales % caña	1.711	1.734	1.734	1.694	1.642
Totales % sacarosa caña	12.693	13.369	13.283	12.866	12.193
Recuperado en azúcar					
% caña	11.78	11.28	11.35	11.49	11.84
% sacarosa caña (O.R.)	87.27	86.63	86.72	87.13	87.81
Análisis de laboratorio					
°Brix jugo de primera extracción	18.76	18.20	18.15	18.29	18.45
°Brix jugo diluido	14.94	14.38	14.32	14.26	14.65
Pureza jugo de primera extracción (%)	89.53	88.63	89.75	90.11	89.52
Pureza jugo diluido (%)	87.53	86.76	87.91	88.38	87.88

* Cifras de 9 ingenios. ** Cifras de 10 ingenios.

1. Cifras acumuladas

2. Cifra no estandarizada

Las cifras de TIEMPO se ponderan con respecto a los días hábiles. Todas las demás (excepto caña molida por hora y día hábil) se ponderan con respecto a las toneladas totales de caña molida.

Fuente: Sistema de Intercambio de Información Estandarizada Interningenios (Programa procesos de fábrica – CENICAÑA)

Reunión bienal 2001 - FORO "AVANCES DE INVESTIGACIÓN"

Agosto 29 y 30

TEMA

Presentación Director General Cenicaña

AGRICULTURA ESPECÍFICA POR SITIO

Avances hacia la agricultura específica por sitio

VARIEDADES

Variedades y su ubicación para condiciones específicas

Desarrollo de variedades para zonas húmeda, semiseca
y piedemonte

ECONOMÍA

Reducción de la producción año 2000

Costos de producción de caña

AGRONOMÍA

Labores culturales y subsolación

Avances en la fertilización de la caña de azúcar

Tecnologías de riego y costos

Maduradores de la caña de azúcar

Manejo de residuos de cosecha

SANIDAD VEGETAL

Incidencia de enfermedades y efectos en la producción

Uso de semilla de alta calidad

Manejo preventivo de plagas potenciales

AZÚCAR ORGÁNICO

Producción de azúcar orgánico

TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA

Transferencia y adopción de tecnología

Búsquedas en la base de datos bibliográfica

MEDIO AMBIENTE

Presentación Atlas ambiental y de producción

PRESENTADOR

Alvaro Amaya Estévez

Javier Carbonell G.
Superintendente de campo

Jorge Victoria K.
Director Programa Variedades

Hernando Ranjel J.
Fitomejorador

Carlos Adolfo Luna G.
Director Programa de Análisis Económico y Estadístico

Claudia Posada C.
Economista

Jorge Torres A.
Director Programa Agronomía

Rafael Quintero D.
Edafólogo

Ricardo Cruz V.
Ingeniero de Suelos y Aguas

Fernando Villegas T.
Ingeniero de Mecanización Agrícola

Fernando Villegas T.
Ingeniero de Mecanización Agrícola

Juan Carlos Angel S.
Fitopatólogo

María Luisa Guzmán R.
Bacterióloga

Luis Antonio Gómez L.
Entomólogo

Jorge Victoria K.
Director Programa Variedades

Camilo H. Isaacs E.
Jefe Servicio Transferencia de Tecnología

Guadalupe Bustamante A.
Jefe Servicio Información y Documentación

Brenda Ortiz U.
Analista Sistemas de Información Geográfica

Presentaciones en archivos de Microsoft PowerPoint
disponibles en www.cenicana.org



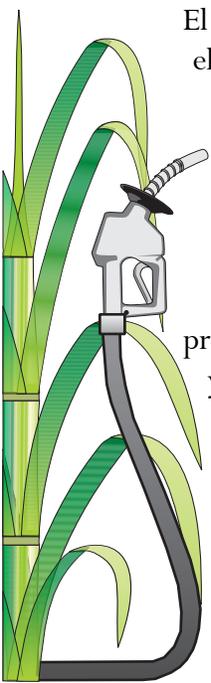
Ingenio Mayagüez S.A con certificación en ISO 14001

La protección del medio ambiente es un principio rector de las actividades productivas en el Ingenio Mayagüez. Así lo confirmó el 13 de septiembre de 2001 el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación-ICONTEC, al aprobar el sistema de gestión ambiental establecido en el Ingenio de acuerdo con los lineamientos de la norma NTC ISO 14001.

El ICONTEC valoró positivamente la calidad de la administración ambiental de Mayagüez en los procesos de siembra, cultivo y cosecha de caña de azúcar y fabricación de azúcar granulado y mieles de caña. Como es característico en las instituciones comprometidas con el cuidado ambiental, la participación activa y consciente de todo el personal fue imprescindible para lograr la certificación.

Uso de alcoholes carburantes, por ley

El pasado mes de septiembre, el Presidente de la República de Colombia sancionó la Ley 693 de 2001 por medio de la cual se dictan normas sobre el uso de alcoholes carburantes, se crean estímulos para su producción, comercialización y consumo y se dictan otras disposiciones.



LEY 693 DE 2001

(septiembre 19)

Por la cual se dictan normas sobre el uso de alcoholes carburantes, se crean estímulos para su producción, comercialización y consumo, y se dictan otras disposiciones.

El Congreso de Colombia DECRETA:

Artículo 1°. A partir de la vigencia de la presente ley, las gasolinas que se utilicen en el país en los centros urbanos de más de 500.000 habitantes tendrán que contener componentes oxigenados tales como alcoholes carburantes, en la cantidad y calidad que establezca el Ministerio de Minas y Energía, de acuerdo con la reglamentación sobre control de emisiones derivadas del uso de estos combustibles y los requerimientos de saneamiento ambiental que establezca el Ministerio del Medio Ambiente para cada región del país. En los centros urbanos de menos de 500.000 habitantes, el Gobierno podrá implementar el uso de estas sustancias. Ello sin perjuicio de las demás obligaciones que sobre el particular deban observarse por parte de quienes produzcan, importen, almacenen, transporten, comercialicen, distribuyan o consuman gasolinas motor y/o combustible diesel en el país. Si el oxigenado a utilizar es Etanol carburante éste podrá ser utilizado como combustible.

Parágrafo 1°. El combustible diesel (o aceite combustible para motores - ACPM), podrá contener como componente oxigenante Etanol carburante en la cantidad y calidad que establezca el Ministerio de Minas y Energía, de acuerdo con la reglamentación sobre control de emisiones derivadas del uso de este combustible y los requerimientos de saneamiento ambiental que para cada región del país establezca el Ministerio del Medio Ambiente.

Parágrafo 2°. Para la implementación de esta norma, establécense los siguientes plazos:

Seis (6) meses, a partir de la vigencia de la presente ley, para que el Ministerio de Medio Ambiente establezca la regulación ambiental respectiva.

Seis (6) meses, a partir de la presente ley, para que el Ministerio de Minas y Energía establezca la regulación técnica correspondiente, especialmente en lo relacionado con las normas técnicas para la producción, acopio, distribución y puntos de mezcla de los alcoholes carburantes.

Cinco (5) años, a partir de la vigencia de la presente ley, para que, en forma progresiva, se implemente la norma, iniciando por los centros con mayor densidad de población y de mayor contaminación atmosférica. El Ministerio de Minas y Energía hará la correspondiente reglamentación. Este plazo puede ser prorrogable hasta por un año, mediante decreto del Gobierno Nacional, con previo concepto de los Ministerios de Hacienda, Medio Ambiente, Minas y Energía, Agricultura y Comercio Exterior, siempre que medien razones de fuerza mayor o conveniencia nacional.

Artículo 2°. La producción, distribución y comercialización de los alcoholes no potables estarán sometidas a la libre competencia, y como tal, podrán participar en ellas las personas naturales y jurídicas de carácter público o privado, en igualdad de condiciones, quedando derogada la autorización conferida por el artículo 11 de la Ley 83 de 1925.

Parágrafo 1°. Exceptúanse la producción, distribución y comercialización del alcohol etílico potable con destino a la fabricación de licores, actividades éstas que constituyen el monopolio rentístico de los entes departamentales.

Parágrafo 2°. La mezcla de etanol carburante con el combustible base, será responsabilidad de los distribuidores mayoristas de combustibles para lo cual el Gobierno establecerá la reglamentación respectiva.

Parágrafo 3°. No se deberá transportar Etanol carburante ni mezclas que lo contengan, a través de poliductos que transporten otros productos derivados del petróleo cuya calidad pueda ser deteriorada por la presencia del alcohol carburante.

Artículo 3°. Considérase el uso de Etanol carburante en las Gasolinas y en el combustible Diesel, factor coadyuvante para el saneamiento ambiental de las áreas en donde no se cumplen los estándares de calidad, en la autosuficiencia energética del país y como dinamizador de la producción agropecuaria y del empleo productivo, tanto agrícola como industrial. Como tal recibirá tratamiento especial en las políticas sectoriales respectivas.

Artículo 4°. La presente ley rige a partir de su promulgación y deroga las disposiciones que le sean contrarias.

El Presidente del honorable Senado de la República, *Carlos García Orjuela*.

El Secretario General del honorable Senado de la República, *Manuel Enríquez Rosero*.

El Presidente de la honorable Cámara de Representantes, *Guillermo Gaviria Zapata*.

El Secretario General de la honorable Cámara de Representantes, *Angelino Lizcano Rivera*.

REPÚBLICA DE COLOMBIA – GOBIERNO NACIONAL

Publíquese y cúmplase.

Dada en Bogotá, D. C., a 19 de septiembre de 2001.

ANDRÉS PÁSTRANA ARANGO

El Ministro de Minas y Energía, *Ramiro Valencia Cossio*.

El Ministro del Medio Ambiente, *Juan Mayr Maldonado*.

El texto señala que en los centros más poblados se usará gasolina con mezcla de componentes oxigenados tales como éteres o alcoholes carburantes, y que el Diesel o ACPM (aceite combustible para motores) podrá contener etanol carburante. La producción, distribución y comercialización de los alcoholes estarán sometidas a la libre competencia.

Espaciamiento de los surcos para reducir los daños al campo

Jorge S. Torres*
Carlos A. Madrián**

La caña de azúcar es un cultivo de alta producción de biomasa por unidad de área, por lo cual se requiere el uso de maquinaria pesada para la cosecha y el transporte de la caña. El uso intensivo de maquinaria conlleva efectos negativos sobre las propiedades físicas del suelo y daños a los surcos de caña, que se hacen más notorios en los períodos lluviosos. Cuando la cosecha se realiza en condiciones húmedas los suelos pueden presentar contenidos de humedad cercanos a saturación. En ese caso, la capacidad portante del suelo disminuye provocando que los tractores y vagones se entierren dejando huellas profundas, el suelo se compacta y el daño directo por tráfico sobre las cepas puede ser significativo afectando la producción del cultivo siguiente.

En Colombia, en la década de 1970 la caña se alzaba de manera manual y para el transporte se usaban vagones pequeños con 3 a 4 toneladas de capacidad que ejercían una presión sobre el suelo de 4.5 kgf/cm² (456 Kpa), valor alto que supera el valor crítico de 0.98 kgf/cm² (100 Kpa) sugerido por Torres y Rodríguez (1995).

Posteriormente, la industria azucarera mundial optó por el uso de vagones con alta capacidad de carga y desplazamiento rápido para el transporte de la caña por carreteras pavimentadas. En nuestro medio se popularizó el uso de vagones con 7 a 8 toneladas de capacidad montados en llantas de alta flotación, con el propósito de disminuir la presión sobre el suelo a valores cercanos a 1 kgf/cm² y reducir los costos del transporte. El uso de llantas de alta flotación y de orugas resulta en una mayor superficie de contacto sobre la cual se distribuye la carga del vagón; las presiones unitarias sobre el suelo son menores y como tal se espera que el daño por compactación disminuya.

En este documento se presentan las características de los equipos empleados para la cosecha y el transporte de la caña, y un análisis de los patrones de tráfico de la cosecha con el fin de establecer la distancia de surcado más adecuada para usar en las nuevas siembras de manera que se logre reducir los daños directos a las plantaciones.

Daños al campo

En 1993 CENICAÑA realizó estudios para cuantificar los daños causados por los equipos de transporte que comenzaban a ser utilizados por los ingenios (Torres, *et. al.*, 1993). Los resultados mostraron que todos los equipos de transporte de caña compactaban el suelo hasta niveles similares y que gran parte del daño por compactación se concentraba en los primeros 25 a 30 cm del suelo superficial. Los daños por tráfico de las llantas sobre las cepas de caña resultaron ser más severos que los mismos daños por compactación del suelo, y en las áreas con tráfico sobre las cepas la producción de la soca siguiente podía reducirse hasta en 40%. En condiciones de suelo húmedo las llantas de alta flotación desplazan el suelo en forma lateral, corriendo las cepas y cambiando la distancia entre los surcos, lo cual acentúa los problemas de tráfico de los equipos de labranza y cosecha. A partir de esta investigación se recomendó evitar, en lo posible, la cosecha de los campos en períodos húmedos; además, seleccionar tractores y vagones con trochas que garantizaran el tráfico confinado de las llantas por las calles o entresurcos. También se sugirió que los tractores y vagones tuvieran trochas equivalentes, y usar llantas de alta flotación para reducir la presión sobre el suelo y reducir el peso muerto de los vagones.

El uso de vagones de transporte montados en llantas de alta flotación ha permitido reducir las cargas

* Ingeniero Agrónomo, PhD; director programa de agronomía - CENICAÑA <jtorres@cenicana.org>

** Ingeniero Mecánico; asesor de mecanización agrícola <famasa@emcali.net.co>

superficiales sobre el suelo hasta en 75%. Sin embargo, los problemas asociados con la compactación y los daños directos a las cepas aún persisten con efectos negativos en la producción. El tráfico de los equipos de transporte sobre los campos húmedos ocasiona también hundimientos en la superficie, de 30 a 40 cm de profundidad y de 110 a 120 cm de ancho. Estas huellas son difíciles de borrar usando las prácticas normales de cultivo.

Nuevos vagones

Buscando reducir los costos de transporte a partir de la eliminación de los vagones de autovolteo, que es un proceso costoso y tedioso al tener que transbordar la caña a las canastas de las tractomulas, la agroindustria azucarera colombiana continúa incurriendo en el diseño y construcción de nuevos vagones para sacar y transportar la caña desde el campo hasta la fábrica, con capacidades de carga superiores a las 7 ó 9 toneladas de los vagones HD 8000 y de autovolteo.

Los nuevos vagones han sido bautizados con los nombres de “milenio, HD 12000” y “transmilenio, HD 15000”. El vagón milenio se caracteriza por tener un peso muerto superior a 7.5 toneladas, longitud de 7.5 m, capacidad de carga de 11 toneladas de caña larga, tiene dos ejes y está montado en llantas de alta flotación (23.1x26), la trocha delantera y la trasera son iguales (2.10 m), el área de contacto de las llantas con el suelo es similar a la del vagón de autovolteo (9550 cm²) y la presión ejercida sobre el suelo (2.14 kgf/cm²) es equivalente a la ejercida por las llantas delanteras de los vagones HD 8000 (1.94 kgf/cm²) y los de autovolteo (1.42 kgf/cm²) (Cuadro 1). El vagón caucaseco ejerce una presión de 2.52 kgf/cm² con las llantas delanteras, que es superior a la de los otros vagones usados.

Estos vagones nuevos entran al campo halados por los tractores Case 9330 y una vez colocados en el callejón son acoplados a la tractomula que realiza el transporte hasta la fábrica. Al incrementar la longitud de los vagones se incrementa el radio de giro, con lo cual es necesario disponer de callejones más amplios para evitar el tráfico sobre los surcos en la cabecera y el extremo final de los tablones.

El vagón transmilenio tiene una capacidad de carga entre 15 y 16 toneladas, es más largo que el vagón milenio (9.5 m), tienen tres ejes y está montado en llantas de alta flotación. Al usar llantas 23.1x26 la presión sobre el suelo en el eje delantero es de 2.16 kgf/cm² y en las llantas traseras la presión se reduce por efecto de la distribución de la carga a niveles de 1.64 kgf/cm² (Cuadro 1). Se está probando la opción de usar llantas 20.5x25 pero debido a sus menores diámetro y ancho la presión ejercida por las llantas delanteras (2.16 kgf/cm²) y traseras (2.58 kgf/cm²) es muy alta, superando ampliamente la de los otros vagones. En esencia, el vagón transmilenio es muy similar en especificaciones al milenio, aunque un poco más largo, lo cual resulta en una mayor capacidad de carga y mayores riesgos de tráfico sobre los surcos de caña en los extremos del tablón.

Las cosechadoras de un surco Cameco y Austoft vienen montadas en orugas metálicas; el peso de la máquina es de 16 toneladas distribuidas sobre un área de 24,300 cm² ejerciendo una presión superficial de 0.65 kgf/cm². La presión sobre el suelo de estas cosechadoras es muy baja y no provoca daños serios al suelo.

La mayoría de los equipos enllantados usan especificaciones de alta flotación; sin embargo las presiones sobre el suelo superan el valor crítico de 1 kgf/cm². La presión de inflado de estas llantas está alrededor de 20 PSI con una carga real que oscila entre 6.5 y 9.5 toneladas por llanta, valor que supera en la mayoría de los casos la carga de trabajo recomendada por los fabricantes. La velocidad de desplazamiento de los vagones no debe superar los 40 ó 45 kilómetros por hora.

En general para todos los vagones, las cargas sobre los ejes superan el valor máximo recomendado de 5 toneladas/eje; este valor se duplica en los vagones milenio y transmilenio (Cuadro 1). El riesgo potencial de daños al suelo por compactación, formando capas endurecidas en el subsuelo, es muy alto y se debe buscar reducir el peso y la carga real a valores que no superen el rango crítico. Así mismo, es necesario visualizar que la capacidad de carga de estos vagones se puede incrementar hasta en un 50% al transportar caña trozada, provocando mayores daños al suelo.

Cuadro 1. Características de los equipos de cosecha, alce y transporte de caña utilizados en el valle del río Cauca.

Características	Máquinas			Tipo de vagón					
	Tractor Case 9330	Cosechadora CHT-2500	Alzadora LaCane	HD 8000	Caucaseco	Autovolteo	Milenio HD 12000	Transmilenio HD 15000	
Potencia (HP)	240	325	225						
Peso (t)	9.5	16	9.5	7.5	4.5	9.5	7.5	11	
Capacidad de carga (t)				8.5	6	7	11	15	
Número de ejes	2	1	2	3	2	2	2	3	
Trocha (m)									
Delanteras	2.05	1.9	3.2	1.5	1.5	0	2.1	2.1	
Intermedias				2.1		2.4		2.1	
Traseras	2.05		3.1	2.1	2.1	2.4	2.1	2.1	
Longitud canasta (m)				6	4.5	5.0	7.5	9.5	
Distancia entre ejes (m)									
1er. eje - 2o. eje	3.1		2.8	5	5	1.75	5.5	5.75	
2o. eje - 3er. eje				1.75				1.75	
Carga sobre ejes (t)									
Delantero				3.1	4.2		9.25	10.3	
Intermedio				6.2		6.8		7.85	
Trasero				6.2	6.3	6.8	9.25	7.85	
Referencia llantas									
Delanteras	23.1x34	Oruga	30.5x32	17.0x20	17.0x20		23.1x26	23.1x26	20.5x25
Intermedias				23.1x26		23.1x26		23.1x26	20.5x25
Traseras	23.1x34		18.4x30	23.1x26	23.1x26	23.1x26	23.1x26	23.1x26	20.5x25
Eje trasero	5484		3612	4775	4775	4775	4775	4775	3045
Presión superficial (kg/cm ²)									
Delantera	0.86	0.65	0.82	1.94	2.52	Transferencia	1.94	2.16	3.38
Intermedias				1.3		1.42		1.64	2.58
Traseras	0.86		1.31	1.3	1.32	1.42	1.94	1.64	2.58

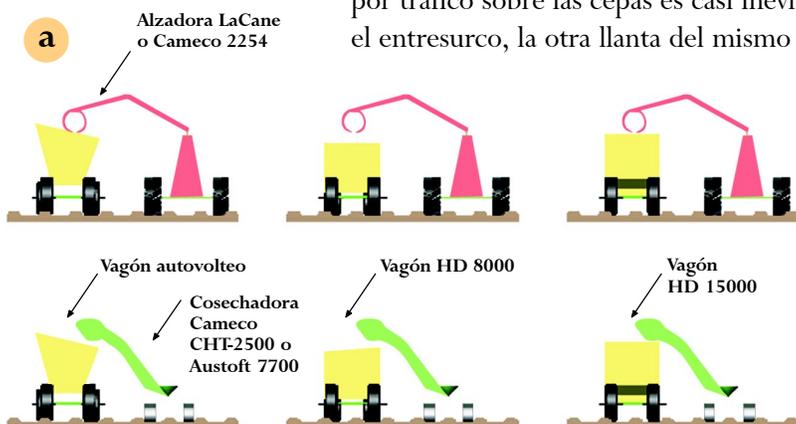
Patrón de tráfico de la cosecha

El espaciamiento de los surcos más utilizado en el valle del río Cauca es de 1.50 m, y últimamente los ingenios y cultivadores están surcando a distancias de 1.65 m, 1.75 m y, con pocas excepciones, se ha ensayado la siembra a 1.30 m y en surco piña. Aunque actualmente la disparidad entre las trochas de los equipos y el espaciamiento de los surcos se ha aminorado bastante, consideramos importante analizar los patrones de tráfico de los diferentes equipos con el fin de establecer la distancia de surcado más adecuada para usar en las nuevas siembras y reducir los daños directos a las plantaciones.

En la Figura 1 (a, b, c) se presentan los anchos de las franjas de rodamiento durante el proceso de cargue y transporte de la caña dentro del campo del tractor Case 9330, el vagón HD 8000, el vagón de autovolteo, los vagones milenio HD 12000 y transmilenio HD 15000, las alzadoras LaCane o Cameco 2254 y la cosechadora de un surco. Los dibujos fueron realizados a escala usando Autocad. La secuencia y la posición relativa de los tractores, los vagones, las alzadoras y las cosechadoras de un surco se muestran en la Figura 2. La ilustración ayuda a comprender el número de pases que realizan las llantas sobre el mismo entresurco.

Espaciamiento a 1.50 m

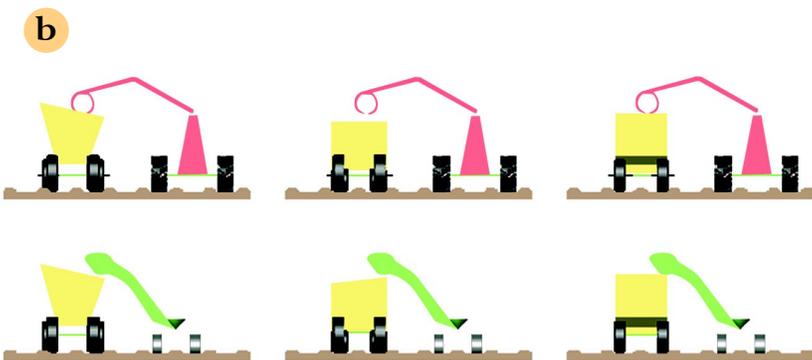
Las trochas (distancia entre llantas) de los diferentes equipos usados para el transporte de caña no coinciden con el espaciamento de 1.50 m, como también se han usado equipos cuyas trochas delanteras y traseras son diferentes. En estas condiciones el daño por tráfico sobre las cepas es casi inevitable pues cuando una de las llantas pasa por el entresurco, la otra llanta del mismo eje pasa cerca o sobre las cepas (Figura 1a).



En la cosecha mecanizada se observa que el conductor de carga de la cosechadora tiene poca altura y puede chocar con el cuerpo del vagón HD 8000 o del transmilenio. El daño al cultivo se acentúa debido al ancho de las cepas que en algunos casos puede sobrepasar los 60 cm; es necesario evaluar el “desaporque” como una alternativa para reducir los daños al cultivo. El espaciamento de 1.5 m no es la mejor opción para las nuevas siembras.

Espaciamento a 1.65 m

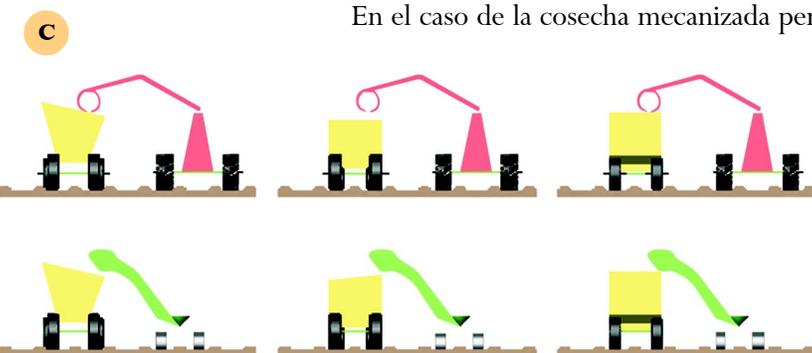
Actualmente se están ensayando espaciamentos mayores que 1.5 m, con el fin de ayudar al acomodo de los residuos de la cosecha en verde. Esta distancia abre un poco más de espacio, de manera que la alzadora se acomoda bastante bien mientras que la trocha de los vagones milenio queda muy ajustada (Figura 1b).



Las siembras a 1.65 m no resolverían el problema de daños a las cepas causados por los equipos de cosecha. Al separar más los surcos, el proceso de carga de los vagones por la cosechadora se hace más difícil porque el brazo elevador no alcanza para llenar bien los vagones, con la posibilidad de choque entre el conductor y los vagones milenio. El espaciamento de 1.65 m no es aún la mejor opción para las nuevas siembras.

Espaciamento a 1.75 m

Este espaciamento presenta los mejores patrones de tráfico con todos los equipos (Figura 1c). Sin embargo, sería recomendable ajustar la trocha del vagón de autovolteo a 3.0 m de ancho para evitar los riesgos de tráfico sobre las cepas con una de las llantas. En el caso de la cosecha mecanizada persiste el problema del conductor de descarga,



el cual debe alargarse por medio de una extensión; los vagones HD 8000 y milenio deben ser más bajos para acomodar la cosechadora. A partir del análisis de las trochas y de los espaciamentos se considera conveniente realizar las nuevas siembras a 1.75 m.

Figura 1. Patrón de tráfico de los sistemas de cosecha semi-mecánica y mecanizada de acuerdo con los diferentes vagones de transporte y espaciamento de los surcos.

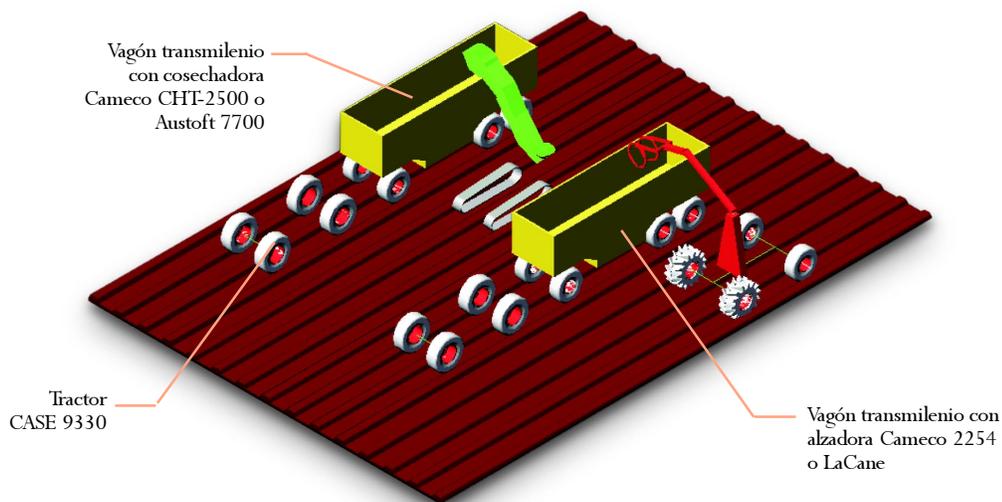


Figura 2.

Secuencia y posición de los equipos usados en los sistemas de cosecha semi-mecánica y mecanizada.

Recomendaciones

1. Mejorar la uniformidad de surcado de los campos.
2. Uniformizar las trochas de todos los equipos agrícolas.
3. Reducir la presión sobre el suelo a valores menores que 1 kgf/cm^2 .
4. Reducir la carga por eje a valores menores que cinco toneladas.
5. Reducir el peso muerto de los vagones.
6. Usar llantas de alta flotación.
7. No usar vagones muy largos a fin de reducir el radio de giro.
8. Evitar la construcción de vagones con dimensiones por fuera de las especificaciones viales.
9. No usar vagones con altura lateral superior a 3.3 m para facilitar el llenado por la cosechadora.
10. Colocar una extensión al conductor de la cosechadora para facilitar el llenado de los vagones.
11. Diseñar vagones que sirvan para la cosecha manual y mecanizada.
12. Reducir la carga de trabajo de las llantas para prolongar su vida útil.
13. No superar la velocidad de transporte de 40-45 kilómetros por hora.
14. Evitar el uso de llantas de tracción para rodamiento en carreteras.
15. El espaciamiento de los surcos para las nuevas siembras debería ser de 1.75 m.
16. Evitar en lo posible la cosecha en condiciones de suelo húmedo.
17. Investigar el impacto del espaciamiento en la producción, en función de las zonas agroecológicas.



Referencias bibliográficas

- Torres, J.S.; Rodríguez, L.A. 1995. Soil compaction management for sugarcane. Review paper. Proceedings XXII International Sugar Cane Congress, Sept., Cartagena, Colombia. vol 2. p.222-230
- Torres, J.S.; Villegas, F. 1993. Differentiation of soil compaction and cane stool damage due to semimechanized harvesting in the wet season. Sugar cane, no. 1., jan./feb. p.7-11

Variedades RD 75-11, CC 87-434 y CC 87-409

Adaptación y respuesta al nitrógeno en dos suelos arcillosos ácuicos

Rafael Quintero Durán*

Introducción

Los suelos arcillosos ácuicos se caracterizan principalmente por ser muy pobremente drenados, presentar niveles freáticos superficiales y encharcamientos en épocas lluviosas, reacción ácida y fertilidad baja. Por tanto, son suelos de potencial productivo bajo y respuesta alta a las aplicaciones de nitrógeno (N).

En la agrupación de suelos del valle del río Cauca, los suelos arcillosos ácuicos corresponden al Grupo de Manejo no.9 (Quintero y Castilla, 1992) conformado por 17 conjuntos de suelos que alcanzan una extensión de 67,878 hectáreas. Se encuentran preferentemente en el sur del valle, en el área de influencia del Ingenio Risaralda (norte) y en menor proporción a lo largo del río Cauca (Figura 1); en ese orden de ubicación geográfica sobresalen los conjuntos Puerto Tejada, Juanchito, Japio, Marruecos, Sopinga, Cachipay y Portobelo.

Con los propósitos de evaluar la adaptación de las variedades RD 75-11, CC 87-409 y CC 87-434 a las condiciones predominantes en los suelos arcillosos ácuicos y determinar las respuestas de éstas a la fertilización con nitrógeno se establecieron sendos experimentos en dos suelos correspondientes a los conjuntos Puerto Tejada (Vertic Tropaquepts) y Japio (Fluvaquentic Humitropepts), ambos pertenecientes al orden Inceptisols y al Grupo de Manejo no.9.

La interacción que suele presentarse entre la variedad de caña de azúcar, el suelo y dosis de nitrógeno (N) influye notoriamente en la productividad azucarera. Así como los suelos tienen un potencial natural de producción, las variedades de caña de azúcar tienen sus propios potenciales genéticos. La producción potencial de caña y sacarosa se logra a medida que se ubica la variedad en las condiciones agroclimáticas más apropiadas para ella y se le proporciona un manejo agronómico de acuerdo con sus requerimientos y con las condiciones agroclimáticas.

Los suelos arcillosos ácuicos se caracterizan por ser muy pobremente drenados, presentar niveles freáticos superficiales y encharcamientos en épocas lluviosas, reacción ácida y fertilidad baja. La variedad RD 75-11 ha mostrado gran adaptación a este tipo de suelos, especialmente en producción de caña. Los resultados experimentales durante tres cortes señalan que la CC 87-434 puede convertirse en una alternativa mediante del manejo adecuado de la fertilización nitrogenada.



Figura 1. Distribución de los suelos del Grupo de Manejo no.9 en el valle del río Cauca.

* Ingeniero Agrónomo, M.Sc.; edafólogo programa de agronomía - CENICAÑA
<rquinter@cenicana.org>

Metodología

La experimentación se realizó durante tres cortes en un suelo del conjunto Puerto Tejada ubicado en la suerte La Suiza 16 de Incauca y en un suelo del conjunto Japio, suerte La Real 1 del Ingenio La Cabaña. El análisis químico y de textura muestra que en estos sitios los suelos son arcillosos, ácidos, con contenidos medianos de materia orgánica, contenidos de fósforo (P) disponible altos en el suelo Puerto Tejada y bajos en el suelo Japio, contenidos altos de calcio y magnesio (Ca y Mg) intercambiables y contenidos bajos de potasio y sodio (K y Na) intercambiables (Cuadro 1).

La variedad RD 75-11 ha mostrado gran adaptación a los suelos del Grupo de Manejo no.9, con desarrollo vigoroso y rápido, producciones de caña relativamente altas y contenidos de sacarosa bajos; en esta experimentación se consideró como variedad testigo debido a su alto potencial de producción de caña. Las variedades CC 87-409 y CC 87-434 se identificaron como promisorias en las pruebas regionales realizadas antes de 1996, año durante el cual se iniciaron estos experimentos.

Las dosis de N variaron entre 0 y 160 kg/ha con intervalos de 40 kg para el primer corte o plantilla. Dada la alta respuesta esperada en estos suelos por parte de la caña de azúcar, en las socas se aplicaron

Cuadro 1. Características de dos suelos del valle del río Cauca usados en experimentos de fertilización de tres variedades de caña de azúcar con nitrógeno (dos profundidades).

Propiedades	Puerto Tejada		Japio	
	0-20 cm	20-40 cm	0-20 cm	20-40 cm
Textura	Arcillosa	Franco arcillosa	Arcillosa	Arcillosa
pH	6.20	6.30	5.20	5.50
Materia orgánica (%)	3.40	3.10	3.60	3.10
P disponible (ppm)	26.00	26.00	1.00	1.40
Ca (cmol/kg)	10.70	10.20	11.80	13.00
Mg (cmol/kg)	7.20	6.50	7.00	8.60
K (cmol/kg)	0.22	0.20	0.17	0.17
Na (cmol/kg)	0.25	0.26	0.11	0.13

ppm = partes por millón

cmol/kg = centimoles/kg de suelo seco

dosis entre 0 y 240 kg/ha con intervalos de 60 kg. Todas las parcelas incluyeron dosis constantes de P y K (50 kg/ha de P_2O_5 y 50 kg/ha de K_2O) para evitar posibles restricciones en el desarrollo del cultivo por deficiencias de alguno de estos nutrimentos.

Como fuentes de N, P y K se usaron: urea del 46% de N, superfosfato triple del 46% de P_2O_5 y cloruro de potasio del 60% de K_2O .

El P y el K se aplicaron únicamente en plantilla en el fondo del surco inmediatamente antes de la siembra. El N se aplicó en plantilla y en socas en banda e incorporado al suelo a los 45 días después de la siembra o del corte.

El muestreo de precosecha se realizó durante la misma semana del corte. En cada parcela se tomaron 10 tallos enteros para determinar sus contenidos de sacarosa, fibra, humedad y azúcar recuperable estimado. A los mismos tallos se les midió la longitud desde la base hasta el punto natural de quiebre como variable correspondiente a la longitud de los tallos molederos.

Las plantillas se cosecharon aproximadamente a los 13 meses de edad y las socas, a los 12 meses. Las producciones de caña en toneladas por hectárea (TCH) se calcularon con base en el peso de los tallos de los seis surcos centrales de cada parcela experimental. Con la producción de caña y el contenido de azúcar recuperable estimado (ARE %) se obtuvieron las toneladas de azúcar por hectárea (TAH).

Resultados

De acuerdo con los resultados obtenidos, la variedad RD 75-11 presentó un crecimiento más rápido y vigoroso que las variedades CC 87-409 y CC 87-434. El crecimiento más limitado en este tipo de suelos fue presentado por la CC 87-409.

Se analizó la composición de los tallos cosechados y los promedios de las tres variedades indicaron que por cada 100 toneladas de tallos cosechados se extrajeron del suelo entre 58 y 65 kg de N, entre 16 y 31 kg de P y entre 136 y 165 kg de K. Estas cantidades no incluyen los contenidos en las hojas ni en las yaguas; por tanto, corresponden a las

extracciones reales en los tallos y dan una idea de la importancia relativa de estos tres nutrimentos y del riesgo que se corre de empobrecer los suelos cultivados con caña de azúcar especialmente cuando son requeridos y no se aplican (Cuadro 2).

Caña

En producción de caña se destacó la variedad RD 75-11. Las producciones medias de los dos sitios y los tres cortes evaluados indican que la RD 75-11 superó en 22% a la CC 87-434 y en 39% a la CC 87-409 en TCH. Las bajas producciones de caña obtenidas en los dos sitios con la variedad CC 87-409 muestran su poca adaptación a los suelos del Grupo de Manejo no.9.

Las tres variedades respondieron significativamente a las aplicaciones de N, lo cual se esperaba al tener en cuenta que los suelos arcillosos ácuicos se han caracterizado por su alta respuesta al N. La variedad CC 87-434 presentó la mayor respuesta a la fertilización nitrogenada, seguida por la CC 87-409. Por tanto, al aumentar la dosis de N aplicada al suelo la producción de la CC 87-434 tendió a acercarse a la producción de la RD 75-11 (Figura 2).

Sacarosa

El contenido de sacarosa en los tallos de la variedad CC 87-434 fue superior en 9% al de la RD 75-11 y ligeramente superior al de la CC 87-409. Estas diferencias fueron consistentes en los dos suelos y los tres cortes evaluados. La variedad CC 87-434 mostró una tendencia a aumentar los contenidos de sacarosa % caña con el incremento de la dosis de N (Figura 3). En este tipo de suelos es tan limitado el aporte de N por parte de la materia orgánica como consecuencia de la alta humedad, que aun con dosis relativamente altas de este nutrimento no se observaron tendencias a disminuir el contenido de sacarosa con el aumento de la dosis aplicada.

Azúcar

En el suelo Puerto Tejada se obtuvieron producciones de azúcar superiores a las alcanzadas en el suelo Japio; este último presentó niveles freáticos más superficiales que el suelo Puerto Tejada, los cuales limitaron aún más su potencial productivo. En los promedios generales de TAH la RD 75-11 superó a

Cuadro 2. Cantidades de residuos de cosecha y extracciones de nutrimentos primarios por cada 100 toneladas de tallos producidos con las variedades RD 75-11, CC 87-409 y CC 87-434 en el suelo Puerto Tejada (Vertic Tropaquepts).

Variables	RD 75-11	CC 87-409	CC 87-434
Tallos molederos (t)	100.00	100.00	100.00
Hojas adheridas (t)	15.40	14.50	12.50
Yaguas adheridas (t)	10.70	9.70	9.50
N total extraído (kg)	99.49	112.59	103.52
P total extraído (kg)	23.37	36.25	37.11
K total extraído (kg)	208.13	219.43	222.14
N extraído en tallos (kg)	58.45	63.15	65.24
P extraído en tallos (kg)	16.23	25.16	30.90
K extraído en tallos (kg)	142.80	135.70	164.80

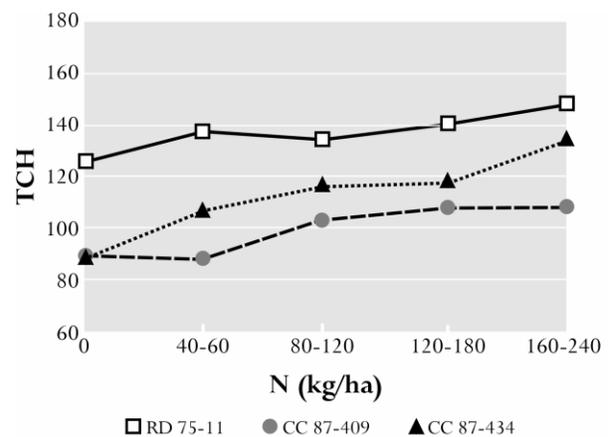


Figura 2. Producciones medias de caña obtenidas con las variedades RD 75-11, CC 87-409 y CC 87-434 en dos suelos ácuicos. Dosis de N de 0 a 160 Kg/ha para plantilla y de 0 a 240 kg/ha para socas.

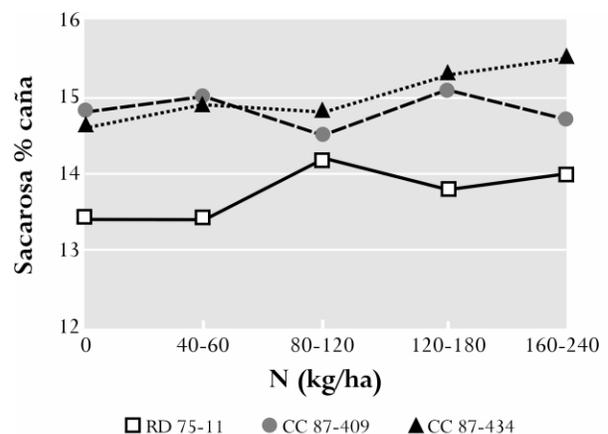


Figura 3. Contenidos medios de sacarosa % caña de las variedades RD 75-11, CC 87-409 y CC 87-434 en dos suelos ácuicos.

las variedades CC 87-434 y CC 87-409 en 10 y 27% respectivamente. Sin embargo, la producción de azúcar tendió a aumentar en mayor proporción con la CC 87-434 que con la RD 75-11 a medida que se aumentó la dosis de N; cuando se usaron las dosis máximas de 160 kg/ha en plantilla y 240 kg/ha en socas las producciones medias más altas se obtuvieron con la CC 87-434 (Figura 4).

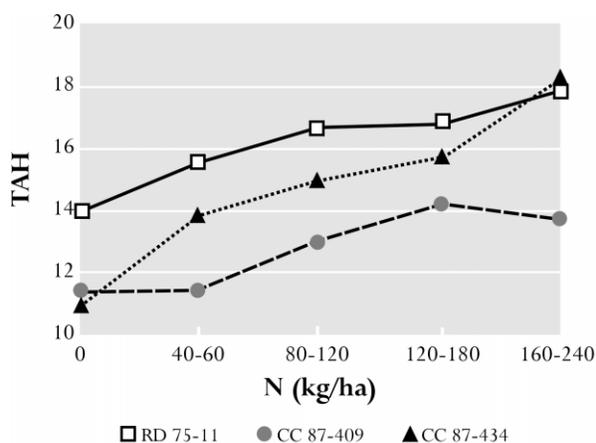


Figura 4. Producciones medias de azúcar obtenidas con las variedades RD 75-11, CC 87-409 y CC 87-434 en dos suelos ácidos.

Al relacionar las producciones de azúcar obtenidas sin aplicar N (0 kg/ha) con las máximas producciones de cada variedad, cuando no se aplicó N se observó que la reducción fue de 40% con la CC 87-434, de 22% con la RD 75-11 y de 19% con la CC 87-409. Lo anterior indica que la CC 87-434 es una variedad de alta respuesta al N y requiere altas cantidades de fertilizantes nitrogenados para evitar reducciones significativas de su producción. Probablemente ésta es una de las razones por las cuales dicha variedad ha presentado disminuciones muy notorias al aumentar el número de corte. Es posible que las producciones de caña y azúcar puedan mantenerse en niveles apropiados mediante la utilización de dosis altas de N, pues los contenidos de sacarosa en los tallos no se han afectado con el incremento del N aplicado al suelo a los 45 días después de la siembra o del corte.

Conclusiones

De acuerdo con los resultados obtenidos en esta experimentación, el manejo adecuado de la

fertilización nitrogenada con la variedad CC 87-434 puede convertirla en una alternativa para los suelos arcillosos ácidos junto con la RD 75-11, variedad que por su potencial productivo de caña ha mostrado gran adaptación a este tipo de suelos de la parte plana del valle del río Cauca. Infortunadamente la RD 75-11 se caracteriza por bajos contenidos de sacarosa % caña, factor muy importante al considerar el pago de la caña por calidad y los costos de corte, alce y transporte desde el campo a la fábrica. Las bajas producciones de caña obtenidas en los dos sitios con la variedad CC 87-409 muestran su poca adaptación a los suelos arcillosos ácidos clasificados en el Grupo de Manejo no.9.

Los resultados obtenidos en esta experimentación corresponden a suelos arcillosos que se encharcan en épocas lluviosas, ácidos y con contenidos medianos de materia orgánica. Aunque no se descarta la posibilidad de que en suelos con contenidos bajos de materia orgánica sea necesario aplicar dosis mayores de nitrógeno a las evaluadas en estos experimentos, los resultados obtenidos pueden ser extrapolados a las zonas agroecológicas 9C3, 9C4 y 9C5, definidas como zonas que se caracterizan por presentar suelos arcillosos, muy pobremente drenados, con niveles freáticos superficiales y con precipitaciones pluviales relativamente altas que traen como consecuencia excesos de humedad por encima de los 400 mm anuales. Condiciones agroclimáticas similares a las descritas ocurren también en suelos de los grupos de manejo 7 y 8; por tanto, estos resultados pueden ser extrapolados a las zonas agroecológicas 7C3, 8C4 y 8C5 cuyos suelos presenten medianos o bajos contenidos de materia orgánica.

Referencias bibliográficas

- Carbonell, J; Amaya, A; Ortiz, B.V; Torres, J.S; Quintero, R; Isaacs, C.H. 2001. Zonificación agroecológica para el cultivo de caña de azúcar en el valle del río Cauca. Tercera aproximación. Cali, CENICAÑA. 60p. (Serie Técnica no.29)
- Quintero D., R.; Castilla C., C. 1992. Agrupación de los suelos del valle geográfico del río Cauca. Cali, CENICAÑA. 19 p. (Serie Técnica no.8)

Evaluación semicomercial de la variedad CC 89-2000 en el Ingenio Mayagüez



Carlos A. Viveros *
Jorge Victoria *
Javier Bohórquez**
Alberto Palma *
Alexander Morales**
Jesús Larrahondo*
Claudia Posada *
Fernando Villegas*

Introducción

En el Ingenio Mayagüez, en un área semicomercial de 12.13 hectáreas, se evalúa por dos cortes la variedad CC 89-2000 con el objetivo de caracterizar su idoneidad para la cosecha en verde. La siembra se realizó en diciembre de 1999 y las evaluaciones de la plantilla incluyeron determinaciones en campo, cosecha y molienda, con análisis de productividad y rentabilidad.

Los resultados fueron favorables en cuanto a la eficiencia de corte (manual verde limpio), el deterioro o porcentaje de pérdida de sacarosa entre corte y molienda, los niveles de materia

extraña en la caña moledera, la productividad vía rendimiento y la rentabilidad expresada por el saldo neto en efectivo.

La evaluación se programó luego de que la variedad mostrara buen desempeño en pruebas regionales, con resultados destacados en productividad vía sacarosa y mejor eficiencia en el corte manual verde limpio que el testigo MZC 74-275.

Materiales y métodos

En la suerte 23-C de la hacienda La Unión, Ingenio Mayagüez, se establecieron 12.13 hectáreas con la variedad CC 89-2000. Esta suerte posee un suelo del conjunto Ricaurte

(RT-Inceptisols, Grupo de Manejo no.6) en la parte oriental y un suelo del conjunto Palmira (PL-Mollisols, Grupo de Manejo no.1) en la parte occidental. El sitio se caracteriza por déficit de humedad y altos niveles de permeabilidad del suelo. Las zonas agroecológicas de influencia son 6C0 y 1C0 (Carbonell, *et al*; 2001). Para el análisis de desempeño de la variedad, en cada zona agroecológica se utilizó un diseño de bloques completos al azar con dos repeticiones; cada unidad experimental estuvo compuesta por una parcela de aproximadamente una hectárea.

La siembra se realizó el 6 de diciembre de 1999; un mes

* Investigadores de CENICAÑA: Ing. Agrón, MSc, fitomejorador-programa variedades <cavivero@cenicana.org>; Ing. Agrón, PhD, director-programa variedades; Matemático, MSc, biometrista-programa de análisis económico y estadístico (PAEE); Químico, PhD, químico jefe-programa procesos fábrica; Economista, economista-PAEE; Ing. Agríc, ingeniero de mecanización-programa agronomía.

** Ingenieros Agrónomos del Ingenio Mayagüez S.A. En su orden: jefe sección suelos y variedades; asistente jefe de cosecha.

después se hizo el control químico de malezas mediante una sola aplicación de herbicida y posteriormente la fertilización manual con 212.5 kg/ha de sulfato de amonio y 112.5 kg/ha de urea. Durante todo el ciclo de desarrollo del cultivo se aplicaron siete riegos por gravedad. Cuando la caña cumplió 12 meses de edad, el 6 de diciembre de 2000, recibió 1.0 L/ha del madurador Fusilade; se dejó una franja sin madurador que sirvió como testigo.

Antes del corte se realizó la evaluación de biomasa. La cosecha se llevó a cabo el 17 de enero de 2001, a los 13.3 meses de edad, con el sistema de corte manual verde limpio; se asignaron parejas de corteros por tajo.

El alce y el transporte a la fábrica se hicieron al día siguiente del corte. Una vez en los patios se evaluó el contenido de materia extraña de la caña entrando a fábrica, separando manualmente los componentes de una muestra tomada con la uña de una alzadora.

Se llevaron muestras de tallos al laboratorio de CENICAÑA para determinar el contenido de fibra y azúcar recuperable estimado (ARE) con el método de análisis directo.

La prueba de molienda consistió en analizar 10 muestras de jugo tomadas periódicamente en el primer molino, entre las 9:00 a.m. y 4:15 p.m. En el laboratorio del ingenio para cada muestra se determinaron los

contenidos de sacarosa (% jugo), sólidos totales solubles (°Brix), azúcares reductores, polisacáridos totales y pureza.

Como complemento de la prueba de molienda se llevó a cabo un seguimiento de las pérdidas de sacarosa y de peso de la caña con y sin madurador; para ello fueron arrumados en condiciones de campo aproximadamente 100 tallos, los cuales fueron analizados cada 24 horas por un período de 120 horas a partir de la cosecha de la variedad. Los análisis se realizaron en el laboratorio de CENICAÑA. Para determinar las pérdidas de sacarosa se utilizaron dos repeticiones de 10 tallos cada una; simultáneamente, otros 10 tallos destinados para los análisis de jugo vía HPLC fueron pesados cada día para efectuar un seguimiento de la pérdida de peso, el cual sirvió de base para la corrección de los datos de sacarosa y estimación de las pérdidas reales de sacarosa.

La evaluación económica tuvo en cuenta un ciclo de cultivo de cinco cortes (plantilla y cuatro socas) y se realizó por zona agroecológica sobre el total del negocio, teniendo en cuenta elementos clave como la variedad y la estructura de capital del productor (en este caso un ingenio) hasta calcular los indicadores de crecimiento y generación de valor, como el saldo neto operacional y el saldo neto en efectivo. Entre las consideraciones para el análisis de rentabilidad se definió que la tecnología de manejo del experimento es igual en la

plantilla que en las socas. Para las socas se presumió que los valores de sacarosa y fibra (% caña) se mantendrían constantes con respecto a las determinaciones de pre cosecha realizadas en la plantilla, mientras la producción de caña (t/ha) respondió a una función de descenso estimada para el sistema de corte manual verde limpio.

Resultados y discusión

En este sitio experimental (zonas agroecológicas 6C0 y 1C0) la variedad CC 89-2000 desarrolló un hábito de crecimiento erecto, con tallos de 2.54 m de altura al punto natural de quiebre en promedio, diámetro basal de 33 mm en promedio y una relación de 29 toneladas de residuos por cada 100 toneladas de caña producidas, con las hojas como el mayor componente. La biomasa total ascendió a 162 t/ha (Cuadro 1).

La eficiencia de corte fue de 3.7 toneladas de caña por jornal en promedio, la cual supera ampliamente los valores obtenidos hasta ahora con el corte manual verde limpio (2.2 t/jornal en promedio) sin llegar a superar las eficiencias de 6.3 t/jornal logradas con caña quemada.

El contenido de materia extraña atribuible a la variedad, es decir el componente vegetal, no excedió la cifra de 1.8%.

Los tallos sin madurador analizados inmediatamente

después del corte presentaron valores de fibra (% caña) igual a 14% en promedio, mientras que los tallos con madurador exhibieron valores de 16%; así mismo, el promedio de sacarosa (% caña) fue de 14.5% y 15.5% con y sin madurador, respectivamente. La sacarosa (% caña) representa aproximadamente entre 80-85% de la sacarosa presente en el jugo de primera extracción.

En la prueba de molienda, la sacarosa (% jugo) osciló entre 18 y 20.3%, con un promedio

de 19.3% y un coeficiente de variación (C.V.) de 4.2%. La pureza de los jugos fue alta (93.2%; C.V.=0.8%) y estuvo asociada con un nivel de azúcares reductores bajo (0.40%; C.V.=7.5%) y un valor aceptable de polisacáridos totales (1.3% base °Brix). Con los datos anteriores se calculó un rendimiento fabril de 13.1% en promedio con C.V. de 4.6% (Cuadro 2).

En cuanto a las pérdidas de sacarosa después del corte, éstas se encontraron en el rango de 0.05 a 0.13% por hora en la caña

con madurador. Entre tanto, los tallos sin madurador exhibieron pérdidas mayores, alrededor de 0.20% por hora; lo anterior sugiere un posible efecto favorable del madurador en la conservación de la calidad de la caña después del corte (Cuadro 3).

Finalmente, el resultado comercial de la prueba de molienda registrado por el ingenio para las 12.13 ha de CC 89-2000 fue igual a 121 t/ha de caña y 13.6% de rendimiento en azúcar, para 16.46 t/ha y 1.21 t/ha/mes de azúcar.

Cuadro 1. Condición del cultivo y producción de residuos de la variedad CC 89-2000 (plantilla) en la evaluación de precosecha realizada un día antes del corte (13.3 meses). Ingenio Mayagüez, hacienda La Unión, ste. 23-C.

	Condición de los tallos			Tallos molederos		Longitud de tallos (cm)		Número de entrenudos	Diámetro basal (mm)
	Erectos	Tendidos	Caídos	No.	kg	U.C. ¹	P.Q. ²		
Total	118	0	0	118	225.3				
Promedio	29	0	0	29	56.3	281	254	24	33
Extrapolación % o t/ha	100%	0%	0%		125.1				

	Residuos								Total res. kg		
	Hojas/tallo		Hojas (kg)		Cogollos kg	Caña seca		Chulquín		Malezas kg	
	S ³	V ⁴	S	V		No.	kg	No.			kg
Total			19.6	16.1	21.1	4	1.2	64	7.7	0	65.7
Promedio	16.8	7.7	4.9	4.0	5.3	1	0.3	16	1.9	0	16.4
Extrapolación t/ha			10.9	8.9	11.8		0.7		4.2	0	36.4

1. U.C.: último cuello visible.

2. P.Q.: punto normal de quiebre.

3. S: hojas secas

4. V: hojas verdes

Cuadro 2. Análisis jugo primera extracción. Variedad CC 89-2000.

	Brix (% jugo)	Sacarosa (% jugo)	RTO (%)	Azúcares reductores (%)	Pureza (%)	Polisacáridos totales (% base brix)
Rango	19.4-21.6	18.0-20.3	12.1-13.8	0.34-0.43	92.0-94.0	0.90-1.60
Promedio	20.7	19.3	13.1	0.40	93.2	1.30
C.V. (%)	3.6	4.2	4.6	7.5	0.8	26

Cuadro 3. Efectos del tiempo de permanencia entre corte y molienda sobre la sacarosa (% caña) de la variedad CC 89-2000, en condiciones de campo.

Tratamiento	Sacarosa (% caña)				Pérdidas de sacarosa (%)			
	Horas				Horas			
	0	24	48	120	0	24	48	120
Con madurador	15.5	15.3	15.0	13.1	0	1.3	3.2	15.5
Sin madurador	14.5	13.3	13.6	11.4	0	8.3	6.2	21.4

El análisis de rentabilidad mostró resultados positivos en cada zona agroecológica en términos de saldo neto operacional y saldo neto en efectivo. Mientras el primero mide la capacidad de la variedad para generar efectivo, el segundo refleja la capacidad para agregar valor al patrimonio de la empresa, definido como el excedente en caja sobre el nivel mínimo de capital de trabajo; este último corresponde al efectivo adicional después de pagar todos los compromisos adquiridos para lograr la producción (Figura 1).

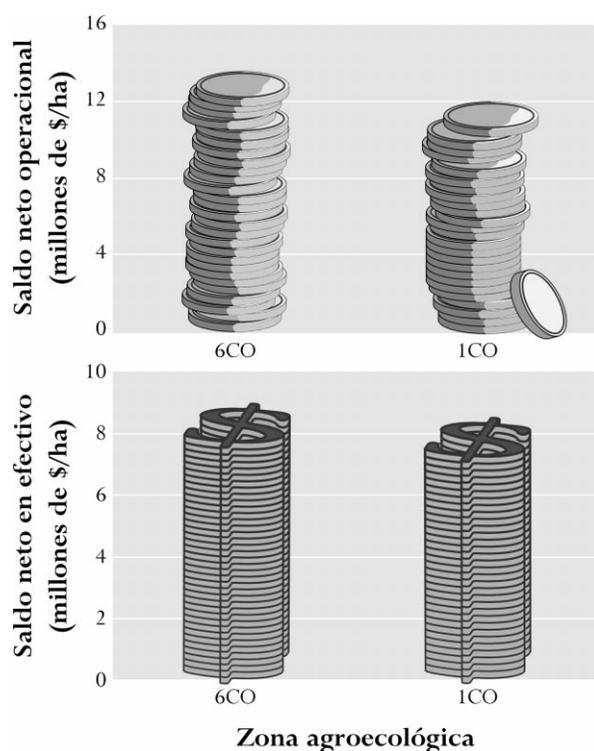


Figura 1. Saldo neto operacional y saldo neto en efectivo esperados con la variedad CC 89-2000 para un ciclo de cultivo (plantilla y cuatro socas) en dos zonas agroecológicas.

Conclusiones

La evaluación semicomercial de la plantilla de CC 89-2000 en las zonas agroecológicas 6CO y 1CO muestra la buena adaptación de la variedad en ambas zonas, caracterizadas por suelos de alta fertilidad y buen drenaje.

Los resultados son satisfactorios en cuanto a la eficiencia del corte con el sistema manual verde limpio, los niveles de pérdidas de sacarosa por deterioro y el contenido de materia extraña en la caña para molienda. Igualmente se destacan los niveles de productividad obtenidos por la vía del rendimiento y el desempeño económico de la variedad en términos del saldo neto en efectivo.

Los resultados son preliminares y se complementarán con la evaluación de la primera soca.

Referencias bibliográficas

- Amaya, A; Torres, J; Quintero, R; Carbonell, J; Ortiz, B; Luna, C.A; Moreno, C; Palma, A; Rangel, H; Cock, J; Isaacs, C. Zonas agroecológicas para el cultivo de la caña de azúcar en el valle del río Cauca. Carta Trimestral. CENICAÑA, 1999. v.21, no.4, p.12-13
- Carbonell, J; Amaya, A; Ortiz, B.V; Torres, J.S; Quintero, R; Isaacs, C.H. 2001. Zonificación agroecológica para el cultivo de caña de azúcar en el valle del río Cauca. Tercera aproximación. Cali, CENICAÑA. 60p. (Serie Técnica no.29)
- Uribe, J.J. Variedad CC 89-2000 en el Ingenio Risaralda. Carta Trimestral. CENICAÑA, 1999. v.21, no.3, p.19-20

Resumen climatológico

para el valle del río Cauca, segundo semestre de 2001

Red Meteorológica Automatizada del Sector Azucarero

Enrique Cortés Betancourt *
José Yesid Gutiérrez V. **

La Red Meteorológica Automatizada (RMA) de la agroindustria azucarera está integrada por 28 estaciones distribuidas en el área de influencia del cultivo de la caña de azúcar en el valle del río Cauca. Las estaciones tienen entre cuatro y ocho años de funcionamiento y sus registros son analizados periódicamente por parte de CENICAÑA, institución encargada de la operación y el mantenimiento de la red.

A continuación se presentan los análisis de las variaciones registradas por las variables precipitación atmosférica y radiación solar durante los dos últimos trimestres de 2001 y durante el semestre (julio a diciembre) en comparación con los valores medios multianuales de cada período. En las páginas siguientes se incluyen tres tablas resumen con el comportamiento de la temperatura, la humedad relativa, la precipitación, la evapotranspiración y la radiación solar por estación durante el tercer trimestre (página 22), el cuarto trimestre (página 23) y el primer semestre de 2001 (página 24).

Comportamiento de la precipitación

- **Julio a septiembre:** en relación con los niveles de precipitación acostumbrados para el tercer trimestre del año, durante el mismo período de 2001 las lluvias fueron predominantemente escasas o estuvieron un poco por debajo de lo normal.

Precipitaciones entre 50 y 80% de las correspondientes medias trimestrales multianuales se presentaron en las áreas de Viterbo, La Virginia, Guacarí, Amaime–El Placer, San Marcos, el aeropuerto Alfonso Bonilla Aragón, Candelaria, el sur de Cali, Jamundí, Cenicaña, Puerto Tejada, Corinto y Santander de Quilichao.

Lluvias entre 80 y 100% de la respectiva media trimestral multianual se registraron en las estaciones meteorológicas de Cartago, La Paila, Bugalagrande, Ginebra, Palmira–La Rita, Arroyohondo, Palmira–San José, Pradera y Miranda.

Únicamente en la estación de la Base Aérea localizada en el nororiente de Cali la precipitación del trimestre fue mayor que lo acostumbrado, superando en 21% el valor de la norma climatológica de esta época del año.

- **Septiembre a diciembre:** las lluvias registradas en este período fueron normales en la mayor parte del área analizada, en comparación con los respectivos valores medios trimestrales multianuales.

En veinte de las veintiocho estaciones de la RMA las precipitaciones estuvieron entre 80 y 120% de las correspondientes medias trimestrales multianuales.

Lluvias un tanto escasas, entre 50 y 80% de lo acostumbrado en el trimestre, se presentaron en las estaciones Guacarí, Meléndez, Jamundí y Bocas del Palo.

Precipitaciones altas, entre 20 y 50% por encima de los respectivos valores medios trimestrales multianuales, ocurrieron en las áreas del aeropuerto Alfonso Bonilla Aragón y el nororiente de Cali.

* Meteorólogo de CENICAÑA <ecortes@cenicana.org>

** Ingeniero Agrícola, administrador de la red meteorológica automatizada – CENICAÑA <jygutier@cenicana.org>

- **Julio a diciembre:** durante el segundo semestre de 2001 las lluvias fueron predominantemente normales en el área de influencia del cultivo de la caña, en relación con los niveles de precipitación acostumbrados para este semestre. Precipitaciones entre 80 y 120% de las medias semestrales multianuales se presentaron en las áreas de Viterbo, Cartago, La Paila, Tuluá, Ginebra, San Marcos, Palmira, Arroyohondo, el aeropuerto Alfonso Bonilla Aragón, Candelaria, Pradera, Florida y en el extremo norte de la zona plana del departamento del Cauca. La media semestral multianual sólo fue superada en el nororiente de la ciudad de Cali, donde la estación Base Aérea registró una precipitación 24% mayor. Precipitaciones escasas que oscilaron entre 50 y 80% de lo acostumbrado en el período tuvieron lugar en las estaciones meteorológicas de Risaralda, Yotoco, Guacarí, Amaime, Meléndez, Jamundí y Bocas del Palo.

Comportamiento de la radiación

- **Julio a septiembre:** en comparación con los valores acostumbrados, en este trimestre tuvieron lugar radiaciones normales o un poco altas en casi toda el área de influencia del cultivo de la caña. En las áreas de Cartago y Pradera se registraron valores bajos de radiación solar iguales al 94% de la correspondiente norma climatológica trimestral. Valores normales que oscilaron entre 95 y 105% de las respectivas medias trimestrales multianuales se presentaron en las áreas de Viterbo, La Virginia, Amaime–El Placer, San Marcos, el norte de Palmira, el nororiente de Cali, Candelaria, Cenicaña, Jamundí y en todo el extremo nororiental del área plana del departamento del Cauca. Radiaciones que sobrepasaron entre 6 y 8% el valor acostumbrado para el trimestre tuvieron lugar en las áreas de Bugalagrande, Guacarí, Ginebra, Palmira-San José, el aeropuerto Alfonso Bonilla Aragón y Meléndez. En la estación La Paila se registró el mayor índice

de radiación solar del trimestre, superior en 17% al valor acostumbrado para esta época del año.

- **Septiembre a diciembre:** en la mayor parte del valle del río Cauca se presentaron valores normales de radiación solar durante el último trimestre del año en comparación con los acostumbrados para esta época. En dieciséis estaciones las radiaciones fueron entre 95 y 105% de las medias trimestrales multianuales. Valores un poco altos, entre 5 y 10% más que los acostumbrados en el período, se registraron en las estaciones meteorológicas de Bugalagrande, Guacarí y Jamundí. Radiaciones altas que superaron en más de 10% las respectivas medias trimestrales multianuales ocurrieron en las áreas de Tuluá y el aeropuerto Alfonso Bonilla Aragón. Solamente en las estaciones de Palmira-La Rita y Cenicaña la radiación solar del trimestre fue menor que el valor tradicional para este período, constituyendo el 92% de dicho valor.

- **Julio a diciembre:** durante el segundo semestre de 2001 se registraron valores de radiación solar muy cercanos a los acostumbrados para el período en la mayor parte del área de influencia del cultivo de la caña de azúcar.

Valores muy altos de radiación solar que superaron en 11 y 13% las correspondientes medias semestrales multianuales ocurrieron en las áreas de La Paila y Tuluá.

Otros valores altos de radiación, entre 5 y 10% por encima de lo acostumbrado en el período, se observaron en las estaciones meteorológicas de Bugalagrande, Yotoco y Guacarí y el aeropuerto. Sólo en la estación Cenicaña se presentó un valor bajo de la radiación solar en comparación con la norma mensual (94%). En las demás estaciones de la RMA la radiación solar presentó valores cercanos a los medios multianuales para el semestre (95 – 105%); estaciones ubicadas en los extremos norte y sur del valle del río Cauca, la zona central del valle (desde Ginebra hasta Palmira), Cali, Candelaria, Pradera y Jamundí.

Red Meteorológica Automatizada del Sector Azucarero Colombiano

Tercer trimestre de 2001

Estación	Temperatura (°C)						Humedad relativa (%)	Precipitación	ETP x PENMAN	Radiación solar	
	Mínima		Media tres meses	Máxima		Oscilación Media Diaria		Acumulado en 3 meses	(mm)	(mm)	Media 3 meses
	Absoluta	Media		Media	Absoluta			(mm)			(cal/cm ² x día)
Viterbo	14.6	17.8	23.1	31.1	35.4	13.3	80	366.8	418.8	450.0	
Risaralda	15.5	18.2	23.4	31.0	35.7	12.8	85	256.7	366.0	434.3	
Cartago	15.3	18.3	23.5	31.0	36.2	12.7	80	229.4	405.5	450.2	
Zarzal	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	
La Paila	15.3	18.3	23.4	31.1	35.1	12.8	85	225.4	665.9	513.2	
Bugalagrande	15.2	18.0	23.2	31.0	34.9	12.9	84	187.2	442.0	459.8	
Tuluá	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	132.0	S/D	S/D	
Yotoco	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	83.8	S/D	S/D	
Guacarí	15.4	18.5	23.8	30.6	33.9	12.0	79	86.0	636.9	474.5	
Ginebra	15.5	18.7	23.7	30.6	34.1	12.0	78	146.2	S/D	433.6	
Amaime	15.8	18.5	23.2	29.6	33.5	11.1	78	95.7	377.6	410.1	
San Marcos	15.0	18.7	24.0	30.6	34.1	11.8	81	65.1	653.5	460.5	
Palmira - La Rita	15.8	18.7	23.3	30.0	33.6	11.4	84	127.9	413.6	425.4	
Arroyohondo	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	125.0	S/D	S/D	
Palmira - S. José	14.4	18.4	23.4	30.5	34.9	12.1	80	123.7	409.4	397.6	
Aeropuerto	14.4	18.1	23.5	30.5	34.7	12.3	78	80.3	438.2	468.4	
Base Aérea	16.3	19.9	24.8	31.4	35.3	11.5	74	187.2	425.1	402.3	
Candelaria	14.6	18.3	23.2	30.9	33.9	11.7	83	97.8	542.7	444.4	
Pradera	14.7	17.9	22.7	29.7	34.9	11.8	80	131.0	384.5	359.2	
Meléndez	13.9	17.9	23.4	30.7	35.1	12.8	82	113.4	683.9	472.2	
Cenicaña	15.1	18.5	23.3	29.7	34.0	11.2	76	132.1	393.3	393.8	
Jamundí	12.7	17.2	23.1	30.6	35.6	13.4	84	133.3	409.1	431.9	
Bocas del Palo	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	123.0	S/D	S/D	
Ortugal	14.8	18.1	23.1	29.7	33.7	11.7	85	132.0	341.7	378.0	
Miranda	14.7	17.9	22.8	29.8	34.3	11.9	87	126.9	360.2	410.6	
Naranjo	14.5	17.9	23.0	29.8	34.5	11.9	83	166.9	538.5	421.4	
Corinto	15.6	18.4	23.1	29.0	33.3	10.5	81	190.2	400.2	381.4	
Santander de Q.	13.9	17.6	22.8	29.4	33.9	11.9	83	155.1	371.7	401.0	
Mínima	12.7	17.2	22.7	29.0	33.3	10.5	74	65.1	341.7	359.2	
Media	14.9	18.2	23.3	30.4	34.5	12.1	81	148.9	458.1	429.3	
Máxima	16.3	19.9	24.8	31.4	36.2	13.4	87	366.8	683.9	513.2	
Total								4,020.1	10,078.3	9,873.8	

Nota: S/D - Sin dato



Cuarto trimestre de 2001

Estación	Temperatura (°C)					Humedad relativa (%)	Precipitación Acumulado en 3 meses (mm)	ETP x PENMAN (mm)	Radiación solar Media 3 meses (cal/cm² x día)	
	Mínima		Media tres meses	Máxima						Oscilación Media Diaria
	Absoluta	Media		Media	Absoluta					
Viterbo	15.3	18.6	22.9	30.3	35.2	11.7	86	532.0	370.0	413.3
Risaralda	16.0	19.2	23.3	30.0	33.1	10.9	89	414.8	361.3	422.2
Cartago	16.5	19.6	23.7	30.5	34.1	10.9	85	242.7	393.0	447.7
Zarzal	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
La Paila	15.6	19.3	23.3	29.8	32.9	10.6	89	336.0	503.4	413.7
Bugalagrande	15.9	19.1	23.2	30.1	33.8	11.0	87	S/D	S/D	443.9
Tuluá	15.4	19.0	23.0	29.2	32.9	10.2	89	251.3	374.1	533.6
Yotoco	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	250.0	S/D	S/D
Guacarí	15.3	19.4	23.5	29.7	33.2	10.3	84	195.4	613.9	462.2
Ginebra	17.2	19.4	23.2	28.9	32.4	9.5	84	206.0	S/D	387.1
Amaime	15.7	19.0	22.8	28.8	32.7	9.8	85	302.4	385.7	383.0
San Marcos	13.9	19.5	23.6	29.6	33.0	10.1	85	268.4	614.7	423.5
Palmira - La Rita	15.1	19.0	22.8	29.1	32.9	10.1	89	267.4	396.6	361.2
Arroyohondo	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	235.0	S/D	S/D
Palmira - S. José	14.9	19.3	23.3	29.6	35.4	10.3	85	252.0	383.6	368.4
Aeropuerto	14.1	19.1	23.5	29.9	32.8	10.8	82	263.2	S/D	454.4
Base Aérea	17.0	20.1	23.9	29.6	33.6	9.5	83	274.3	385.3	346.0
Candelaria	13.8	19.1	23.1	29.2	32.9	10.1	88	220.7	554.5	437.5
Pradera	15.7	18.8	22.8	28.8	32.7	9.9	84	295.0	399.9	376.8
Meléndez	15.0	19.2	23.2	29.2	32.7	10.0	87	274.5	600.9	407.0
Cenicaña	15.5	19.4	23.1	28.8	32.6	9.4	82	293.8	387.6	374.7
Jamundí	14.5	19.2	23.2	29.2	32.4	9.9	89	306.9	391.2	410.6
Bocas del Palo	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	302.0	S/D	S/D
Ortígal	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	342.0	S/D	S/D
Miranda	15.0	18.9	22.8	29.1	32.6	10.2	90	344.3	357.4	400.3
Naranjo	15.9	19.0	23.1	29.3	32.6	10.4	88	431.3	S/D	416.2
Corinto	16.1	19.0	22.9	28.4	32.0	9.4	86	384.3	391.8	377.8
Santander de Q.	16.1	19.3	23.1	28.9	32.6	9.8	88	461.5	373.9	391.2
Mínima	13.8	18.6	22.8	28.4	32.0	9.4	82	195.4	357.4	346.0
Media	15.5	19.2	23.2	29.4	33.1	10.2	86	305.7	433.6	411.0
Máxima	17.2	20.1	23.9	30.5	35.4	11.7	90	532.0	614.7	533.6
Total								7,947.2	8,238.8	9,452.2

Nota: S/D - Sin dato

Red Meteorológica Automatizada del Sector Azucarero Colombiano

Segundo semestre de 2001

Estación	Temperatura (°C)					Humedad relativa (%)	Precipitación Acumulado en 6 meses (mm)	ETP x PENMAN (mm)	Radiación solar Media 6 meses (cal/cm ² x día)	
	Mínima		Media seis meses	Máxima						Oscilación Media Diaria
	Absoluta	Media		Media	Absoluta					
Viterbo	14.6	18.2	23.0	30.7	35.4	12.5	83	898.8	788.8	431.7
Risaralda	15.5	18.7	23.3	30.5	35.7	11.8	87	671.5	727.3	428.3
Cartago	15.3	19.0	23.6	30.8	36.2	11.8	83	472.1	798.5	449.0
Zarzal	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
La Paila	15.3	18.8	23.4	30.5	35.1	11.7	87	561.4	1.169.3	463.5
Bugalagrande	15.2	18.5	23.2	30.6	34.9	12.2	85	S/D	S/D	453.4
Tuluá	15.0	18.8	23.0	29.3	32.9	10.5	88	383.3	S/D	526.0
Yotoco	15.4	18.8	23.5	30.1	33.0	11.3	S/D	333.8	S/D	432.4
Guacarí	15.3	19.0	23.7	30.1	33.9	11.2	81	281.4	1.250.8	468.3
Ginebra	15.5	19.0	23.4	29.7	34.1	10.7	81	352.2	S/D	410.3
Amaime	15.7	18.7	23.0	29.2	33.5	10.5	82	398.1	763.3	396.5
San Marcos	13.9	19.1	23.8	30.1	34.1	11.0	83	333.5	1.268.2	442.0
Palmira - La Rita	15.1	18.9	23.0	29.6	33.6	10.7	87	395.3	810.2	393.3
Arroyohondo	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	360.0	S/D	S/D
Palmira - S. José	14.4	18.8	23.4	30.0	35.4	11.2	82	375.7	793.0	383.0
Aeropuerto	14.1	18.5	23.5	30.2	34.7	11.7	80	343.5	S/D	462.8
Base Aérea	16.3	20.0	24.4	30.5	35.3	10.5	79	461.5	810.4	374.2
Candelaria	13.8	18.7	23.2	30.1	33.9	10.9	86	318.5	1.097.2	441.0
Pradera	14.7	18.4	22.8	29.2	34.9	10.9	82	426.0	784.4	368.0
Meléndez	13.9	18.6	23.3	30.0	35.1	11.4	85	387.9	1.284.8	439.6
Cenicafña	15.1	19.0	23.2	29.3	34.0	10.3	79	425.9	780.9	384.3
Jamundí	12.7	18.2	23.2	29.9	35.6	11.7	87	440.2	800.3	421.2
Bocas del Palo	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	425.0	S/D	S/D
Ortigal	14.8	18.1	23.1	29.7	33.7	11.7	85	474.0	S/D	378.0
Miranda	14.7	18.4	22.8	29.5	34.3	11.1	89	471.2	717.6	405.4
Naranjo	14.5	18.3	23.0	29.6	34.5	11.3	85	598.2	S/D	419.3
Corinto	15.6	18.7	23.0	28.7	33.3	10.0	83	574.5	792.0	379.6
Santander de Q.	13.9	18.4	23.0	29.2	33.9	10.9	86	616.6	745.6	396.1
Mínima	12.7	18.1	22.8	28.7	32.9	10.0	79	281.4	717.6	368.0
Media	14.8	18.7	23.3	29.9	34.4	11.2	84	453.1	899.0	421.9
Máxima	16.3	20.0	24.4	30.8	36.2	12.5	89	898.8	1.284.8	526.0
Total								11,780.1	16,182.6	10,547.1

Nota: S/D - Sin dato

Sustitución del subacetato de plomo en el Ingenio La Cabaña S.A.

Yolanda Tenorio Q. *
Alberto Palma Z. **



Introducción

La industria azucarera mundial ha utilizado convencionalmente el subacetato de plomo como reactivo único para la preparación de las muestras de análisis del proceso de fabricación de azúcares y mieles. Sin embargo esta sustancia es tóxica para los seres humanos; se deposita especialmente en el tejido óseo desplazando el calcio y el hierro (II) y su concentración en el organismo afecta el sistema nervioso central causando enfermedades como el saturnismo.

En el Ingenio La Cabaña, el departamento de calidad de conformidad comenzó en 1995 una serie de ensayos con el fin de establecer en los análisis de rutina el uso de sustancias distintas del subacetato de plomo, ambientalmente sanas. De acuerdo con los resultados, hacia finales de 1997 se comenzaron a utilizar las mezclas de tricloruro de aluminio/óxido de calcio y sulfato de aluminio/óxido de calcio para la clarificación de materiales del proceso, eliminando completamente el subacetato de plomo como reactivo en los análisis de jugos, mieles y masas. La iniciativa para la experimentación se basó en las experiencias de algunos ingenios azucareros de Brasil y en las evaluaciones realizadas por CENICAÑA utilizando la mezcla de tricloruro de aluminio/hidróxido de calcio con el mismo fin.

Materiales y métodos

La experimentación y la primera etapa para implantar el uso de las mezclas clarificadoras sustitutas del subacetato de plomo se llevaron a cabo entre 1995 y 1997. Los tres primeros años se utilizó un polarímetro Autopol II S-Rudolph para el análisis de jugos de primera extracción, jugos diluidos y jugos claros; hacia noviembre de 1997 se comenzó a utilizar un polarímetro con escala en el infrarrojo cercano –NIR, Autopol 888-Rudolph, con el cual se analizaron masas terceras y mieles finales cuyos filtrados son oscuros para la polarimetría convencional.

La experimentación se desarrolló en tres fases durante las cuales se realizaron más de 200 ensayos comparativos para evaluar la correspondencia entre las lecturas polarimétricas logradas con:

- (1) El subacetato de plomo y la mezcla de tricloruro de aluminio hexahidratado/hidróxido de calcio.
- (2) El subacetato de plomo y la mezcla de tricloruro de aluminio hexahidratado/óxido de calcio, este último también conocido como cal viva o cal industrial.
- (3) La mezcla de sulfato de aluminio/óxido de calcio y la mezcla de tricloruro de aluminio hexahidratado/óxido de calcio.

* Química, Especialista en Administración; jefe departamento calidad de conformidad-Ingenio La Cabaña <ytenorio@ingeniolacabana.com>

** Matemático, MSc; biometrista, programa de análisis económico y estadístico-CENICAÑA <aepalma@cenicana.org>

Las mezclas clarificadoras evaluadas en las fases 2 y 3 se preparan en proporción 2:1 (tricloruro de aluminio/óxido de calcio o sulfato de aluminio/óxido de calcio) y 1:4 (óxido de calcio/material filtrante). Los componentes se pulverizan completamente. Se mezclan 100 g de óxido de calcio y 400 g de auxiliar filtrante, se adicionan 200 g de tricloruro de aluminio o sulfato de aluminio, se homogeniza el conjunto y se guarda en un recipiente bien cerrado.

Para la clarificación se agregan 3 g de la mezcla clarificadora a la muestra y se agitan con una varilla; a continuación se vierte la muestra sobre papel filtro (servilleta de papel) que tiene un colchón de 5 g de auxiliar filtrante aproximadamente, se eliminan los primeros 15 ml de filtrado y se procede a hacer la lectura polarimétrica. Las cantidades de muestra son iguales a las descritas en el Manual de Laboratorio, volumen 1, Estandarización de los sistemas de medición en la industria azucarera colombiana (Cenicaña, 1996).

Se hallaron estadísticas descriptivas para cada una de las variables. La prueba t-Student se utilizó para comparar los métodos y contrastar la hipótesis nula H_0 (diferencia promedio=0) versus la hipótesis alterna H_a (diferencia promedio \neq 0). Además, se realizaron análisis de regresión para evaluar con cada método la pendiente en cada material del proceso (jugos, mieles, masas) y en el total.

Los datos se procesaron con el programa SAS v.8 (Statistical Analysis System) en sus procedimientos means, univariate y reg.

Resultados

La dispersión de los datos (coeficiente de variación: C.V.) en las lecturas polarimétricas de muestras de jugos y miel virgen usando la mezcla de tricloruro de aluminio/óxido de calcio fue similar a la obtenida con el uso de subacetato de plomo. Lo anterior indica que la mezcla no incrementa la variación de los resultados en comparación con el método convencional. En las lecturas de jugo diluido y jugo claro no se presentaron diferencias estadísticas significativas entre métodos. Fueron altamente significativas las diferencias entre métodos para el total analizado y para jugo de primera extracción y miel virgen, aunque por ser tan pequeñas (0.22 a 0.40) no alcanzaron a afectar de manera sustancial el promedio (Cuadro 1).

La similitud de las determinaciones con ambos métodos se confirma al observar el valor de la pendiente de la ecuación de regresión para cada material analizado, valor cercano a la unidad y con R^2 alto en todos los casos (Cuadro 2).

La prueba de la diferencia de promedios entre las mezclas de tricloruro de aluminio/óxido de calcio y sulfato de aluminio/óxido de calcio resultó no significativa, es decir, promedios de polarización muy similares; lo cual permite concluir que las mezclas son equivalentes (Cuadro 3). En la ecuación de regresión la pendiente se aproxima a uno (1) y el intercepto a cero (0), confirmando la equivalencia entre métodos:

$$Al_2(SO_4)_3 = 0.0766 + 0.996 AlCl_3 \quad R^2=0.996$$

Cuadro 1. Estadísticas descriptivas, significancia y diferencia de promedios de las lecturas de polarización en muestras de jugos y miel virgen clarificadas con dos métodos.

Método	Jugo primera extracción		Jugo diluido		Jugo claro		Miel virgen		Total	
	Promedio ¹	C.V. (%) ²	Promedio	C.V. (%)	Promedio	C.V. (%)	Promedio	C.V. (%)	Promedio	C.V. (%)
Subacetato de plomo	63.47	9.4	47.21	6.8	50.2	4	66.2	3.8	62.52	11.2
Mezcla: tricloruro de aluminio/óxido de calcio	63.25	9.5	47.31	6.8	49.92	2.4	65.8	3.8	62.29	11.1
Significancia	0.0001**		0.6 (ns)		0.47 (ns)		0.0001**		0.0001**	
Diferencia	0.22		-0.1		0.28		0.4		0.23	
No. de datos	158		10		6		21		195	

1. Promedio aritmético

2. Coeficiente de variación

** : altamente significativo

ns: no significativo

Cuadro 2. Ecuación de regresión entre el método de subacetato de plomo y la mezcla de tricloruro de aluminio/óxido de calcio.

Material	Ecuación	Coefficiente de determinación (R ²)
Jugo primera extracción	Sub-plomo = 0.00954 + 1.0035 mezcla	0.99
Jugo diluido	Sub-plomo = 1.37 + 0.97 mezcla	0.96
Jugo claro	Sub-plomo = -6.2 + 1.13 mezcla	0.76
Miel virgen	Sub-plomo = -1.14 + 1.02 mezcla	0.97
Total	Sub-plomo = -0.31 + 1.009 mezcla	0.99

Cuadro 3. Comparación de promedios entre dos métodos.

Método	Polarización (promedio)
Mezcla con tricloruro de aluminio	36.31
Mezcla con sulfato de aluminio	36.25
Significancia	0.42 (ns)
Diferencia	0.05
No. de datos	115

ns: no significativo

Conclusiones

- La mezcla de tricloruro de aluminio/óxido de calcio es apropiada para clarificar materiales azucarados (jugos, mieles, masas) con el fin de realizar lecturas polarimétricas mediante espectroscopia de infrarrojo cercano –NIR. Por lo tanto es un buen sustituto del subacetato de plomo.
- Las mezclas de sulfato de aluminio/óxido de calcio y tricloruro de aluminio/óxido de calcio son equivalentes en su función como clarificadoras de muestras azucaradas con fines de análisis polarimétrico.
- Los jugos y las disoluciones de algunos materiales como semilla segunda, miel primera y masa primera no requieren clarificación para ser leídas en un polarímetro con escala en el NIR.

Comentarios finales

El uso de subacetato de plomo se eliminó completamente en el Ingenio La Cabaña a partir de 1997, cuando se adquirió el equipo Autopol 888-Rudolph con longitud de onda en el infrarrojo cercano –NIR. El reemplazo de este reactivo por las mezclas actuales ha representado una disminución de 90% en la carga contaminante que generaba el laboratorio.

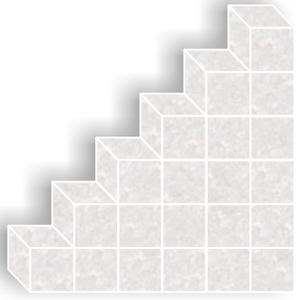
Adicionalmente, el uso de sulfato de aluminio en lugar de tricloruro de aluminio en la mezcla para clarificación de algunos materiales ha representado un ahorro en costos por insumos.

A septiembre de 2001 el laboratorio clarificaba el 50% de las muestras con la mezcla de sulfato de aluminio/óxido de calcio, analizaba el 41% de las muestras (jugos) sin usar clarificador y utilizaba tricloruro de aluminio/óxido de calcio en el 9% de las lecturas, específicamente en materiales como mieles finales y masas terceras que en ocasiones no clarifican bien con la mezcla de sulfato de aluminio/óxido de calcio.

Las alternativas tecnológicas introducidas contribuyeron para que el Ingenio obtuviera en 1999 la certificación de administración ambiental ISO 14001, y siguen contribuyendo para mantenerla.

Referencias bibliográficas

- Clarke, MA; Arias, ER; McDonald-Lewis, C. 1992. Near infrared (NIR): analysis in the sugar cane factory. *Sugar y Azúcar*, v.87, no.6. p.45-49
- Larrahondo, JE; Briceño, CO; Muñoz, SC. 1997. Uso del tricloruro de aluminio en determinaciones analíticas del proceso azucarero. Cali, CENICAÑA. 8p. (Documento de trabajo no.347)
- Pérez Sanfiel, FA; Hernández Barrera, Z; Castro Franco, MJ. 1989. A new method for determining pol in sugar products using a non toxic substances. Congress of international society of sugar cane technologist. Sao Paulo, Brasil. Proceedings, v.1, p.123-127
- Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia. Cali. Ed. 1996. Estandarización de los sistemas de medición en los ingenios azucareros de Colombia. Manual de laboratorio. v.1. Procedimientos analíticos. Cali, CENICAÑA. 116p. (Métodos 22 y 23)



Cómo se logró una ventaja competitiva y algunos razonamientos sobre la evolución productiva en la agroindustria azucarera colombiana

Carlos A. Luna G. *
Claudia Posada C. *
Carlos A. Rebellón *

Introducción

En el mundo moderno para obtener una ventaja competitiva hay que crearla. El concepto de desarrollo basado en competencias otorgadas por la herencia o la naturaleza, traducido mundialmente como ventaja comparativa, está siendo revaluado y en su lugar se propone aplicar la filosofía de la gestión del conocimiento. Esta filosofía sugiere que mediante la construcción sistemática de fundamentos de decisión basados en el análisis de las propias experiencias es posible establecer dinámicas de desarrollo que contribuyan a la creación de ventajas competitivas sostenibles.

En este artículo se presentan algunos razonamientos sobre la evolución productiva de la agroindustria, en torno a los cuales se documenta el caso de un cambio tecnológico que por su naturaleza e implicaciones le otorgó una ventaja competitiva de gran valor al sector azucarero local.

Ventaja competitiva: intensificación en el uso del factor tierra

Hacia finales de la década de 1970 la agroindustria disminuyó la edad de la caña al corte de 19 ó 20 meses a 13.4 meses, un cambio tecnológico que admitió utilizar más intensamente el recurso tierra. Este cambio fue posible porque se introdujo la variedad CP 57-603, precoz en términos de maduración y 33.8% más productiva en azúcar por

hectárea que la POJ 2878 anteriormente sembrada (Vivas, *et al*, 1992). El tiempo requerido para maduración sumado a la mayor productividad hizo que las toneladas de azúcar por hectárea por mes (TAHM) aumentaran en 54.1% como consecuencia del cambio varietal. La ventaja competitiva se consolidó en los años posteriores cuando la CP 57-603 fue reemplazada por variedades con productividad y tiempo de maduración similares, luego de haber sido erradicada hacia finales de la década de 1980 por su susceptibilidad a la enfermedad del carbón.

El cambio tecnológico descrito hizo posible aumentar la producción de azúcar en 60% entre 1978 y 1990, un período de 12 años, con áreas muy similares (Figura 1). Sin duda, este ha sido el cambio tecnológico de mayor efecto en la historia de la agroindustria azucarera colombiana.

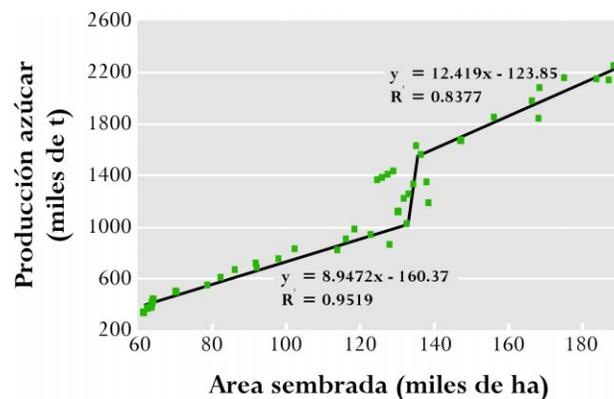


Figura 1. Producción de azúcar versus área sembrada entre 1978 y 1990.

* Economistas, vinculados al programa de análisis económico y estadístico – CENICAÑA.

Evolución de la producción de azúcar en el largo plazo

En un plazo bastante largo, los 65 años comprendidos entre 1934 y 1999, la agroindustria aumentó de manera exponencial¹ la producción de azúcar al pasar de 33,200 toneladas métricas en valor crudo (TMVC) a producir 2,240,828 TMVC (Figura 2).

El promedio de crecimiento anual de la producción de azúcar ha sido constante y positivo pero diferente para cada una de las décadas, con períodos de crecimiento fuertes entre 1960 y 1979 y muy fuertes entre 1990 y 1999 (Cuadro 1). En esta última década la producción anual aumentó en 1,380,000 quintales por año en promedio, es decir 69,000 TMVC.

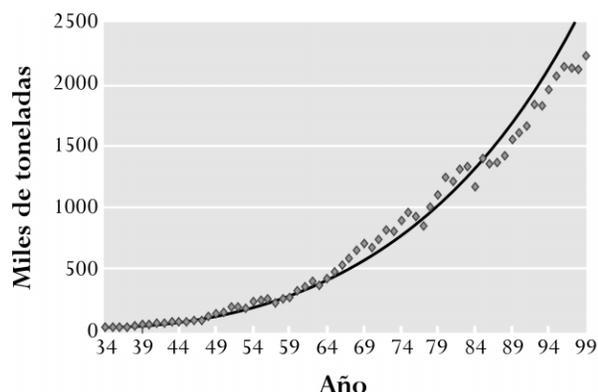


Figura 2. Producción de azúcar entre 1934 y 1999.

Cuadro 1. Crecimiento anual de la producción de azúcar analizado por décadas (1934 a 1999).

Década	Promedio de crecimiento anual de la producción de azúcar (toneladas)
1934 – 39	4041
1940 – 49	7536
1950 – 59	11,866
1960 – 69	42,828
1970 – 79	40,689
1980 – 89	28,459
1990 – 99	69,127

Cómo creció la producción de azúcar entre 1960 y 1999

Infortunadamente no existe información disponible sobre las condiciones productivas entre 1934 y 1959, razón por la cual el análisis se realiza a partir de 1960. Se pretende establecer cómo se produjeron las mayores cantidades de azúcar entre 1960 y 1999: si fue por aumentos en el área sembrada, por aumentos en la productividad del factor tierra o por mayor eficiencia en la recuperación de azúcar.

Las variables de explicación mostraron una importancia relativa diferencial dependiendo de la década en estudio². De las variables planteadas, la que más explicó el comportamiento de la producción de azúcar total en las décadas de 1960, 1970 y 1990 fue el incremento del área cosechada en un año con respecto al área que se cosechó en 1960 con porcentajes de explicación de 94%, 89.5% y 84% para cada década, respectivamente (Cuadro 2). En otras palabras, durante esos períodos se produjo más azúcar principalmente porque se aumentó el área cosechada.

Cuadro 2. Contribución porcentual de cinco variables sobre el porcentaje total de explicación de la producción de azúcar entre 1960 y 1999.

Década	REL.AR60 ¹ (%)	TCH	Rdto (%)	Edad	RACOSEM ² (%)
60-69	94.0	5.6	-	-	-
70-79	89.5	5.4	5.0	-	-
80-89	-	18.1	-	61.4	8.0
90-99	84.0	13.2	1.7	-	-

1. REL.AR60 = área cosechada cada año/área cosechada en 1960

2. RACOSEM = (área cosechada en un año/área sembrada ese mismo año) * 100

1. El mejor modelo que representa la producción de azúcar entre 1934 y 1999 es un modelo potencial:

$$\text{Producción de azúcar} = 0.0095394 (\text{año})^{4.23} = 0.99.$$

Estos modelos son formas multiplicativas de las funciones de regresión, donde el exponente 4.23 es la elasticidad de la producción con respecto al año. Se interpreta que por cada 1% de incremento en la variable año (considerando los dos últimos dígitos, p.e.: 60, 75, etc) hay un cambio de 4.23 % en la producción de azúcar. Este modelo subvalora la producción entre 1968 y 1983 y la sobrevalora entre 1986 y 1999. No debe ser utilizado para proyectar la producción futura.

2. Para determinar la contribución de cada variable sobre el porcentaje de explicación se planteó un modelo lineal por década utilizando el procedimiento Stepwise del paquete estadístico SAS. Los modelos se corrieron a partir de 1960 para la producción de azúcar en función de las toneladas de caña por hectárea, el rendimiento (porcentaje de azúcar recuperado por tonelada de caña molida), la edad de corte, el incremento del área cosechada cada año con respecto al área cosechada en 1960 y el porcentaje de área cosechada con respecto al área sembrada en un mismo año.

La relación entre el área cosechada en un año determinado y el área cosechada en 1960 tuvo un comportamiento creciente durante casi todo el período analizado (Figura 3); varió entre 0.92 en 1963 y 4.31 en 1996. La correspondencia entre esta variable y la producción total de azúcar es fuerte, como se puede apreciar en la Figura 4.

Para la década de 1980 la variable que más explicó el comportamiento de la producción de azúcar total fue la edad de la caña al corte con 61.4% (Cuadro 2). Durante el período comprendido entre 1978 y 1990 se dio el gran cambio tecnológico descrito, cuando se disminuyó la edad de corte.

La posibilidad de reducir la edad de corte hizo que la relación entre el área cosechada en un año y el área sembrada al principio de ese mismo año pasara

de 0.60 en 1978 a 0.85 en 1990, intensificando el uso del recurso tierra en el tiempo. Este cambio tecnológico fue posible debido al cambio varietal de POJ 2878 a CP 57-603, el cual continuó en los años siguientes y ha sido especialmente importante por razones sanitarias (CP 57-603 por MZC 74-275) y por razones de expansión (amplio rango de adaptación de la actual variedad CC 85-92) (Figura 5).

El porcentaje del área cosechada en un año con respecto al área que había sembrada al comienzo de ese mismo año explicó en 8% las variaciones en la producción total de azúcar durante la década de 1980, cuando el porcentaje cosechado aumentó. La tendencia ha sido producir más azúcar cuando se han cosechado porcentajes altos del área total sembrada (Figura 6).

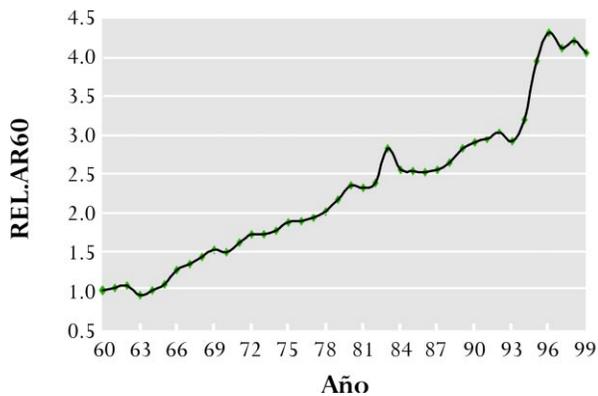


Figura 3. Evolución de la relación entre el área cosechada en un año determinado y el área cosecha en 1960 (REL.AR60)

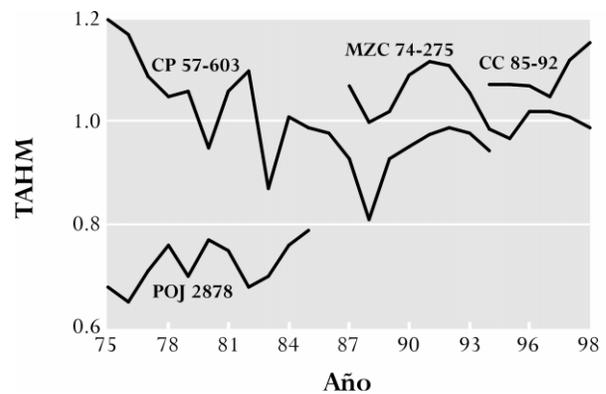


Figura 5. Comportamiento de las toneladas de azúcar por hectárea mes (TAHM) de cuatro variedades de caña entre 1975 y 1999.

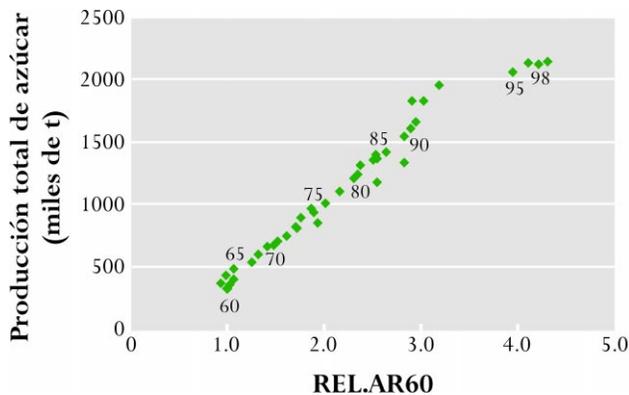


Figura 4. Crecimiento de la producción de azúcar en función del incremento en el área cosechada (con base en el área en 1960)

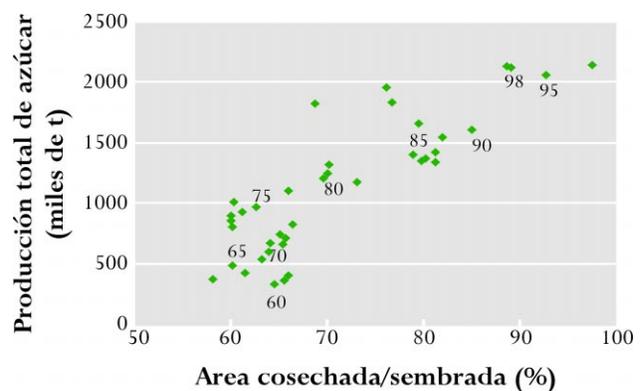


Figura 6. Crecimiento de la producción de azúcar en función del porcentaje de área cosechada en un año con respecto al área sembrada ese mismo año.

En términos generales, la variable producción de toneladas de caña por hectárea (TCH) es la única que contribuye a explicar las variaciones de la producción total de azúcar en las cuatro décadas comprendidas entre 1960 y 1999. Su contribución porcentual fue relativamente baja pero más fuerte en las últimas dos décadas (18.1% y 13.2%) (Cuadro 2). Mientras tanto, el rendimiento (porcentaje de azúcar recuperado después de todo el proceso agroindustrial) contribuyó poco a explicar las variaciones en la producción total de azúcar pero influyó en la década de 1970 y algo en los años noventa con 5% y 17% respectivamente. Lo anterior no quiere decir que el rendimiento no sea importante; significa es que varió poco durante el período estudiado.

La última década: 1990-2000

En los últimos diez años (1990-2000) se observa una productividad baja durante los períodos en los cuales se ha aumentado significativamente el porcentaje de área cosechada, es decir, cuando se ha utilizado más intensivamente el factor tierra (Figura 7). Este hecho no se dio en las décadas anteriores a 1990, lo cual permite formular que la ventaja de cosechar a edades cada vez más bajas se ha agotado como consecuencia de sobrepasar el límite que ofrecen las variedades de caña actuales.

Ante los efectos productivos tan grandes que puede tener un cambio tecnológico como el derivado del cambio varietal analizado es pertinente preguntarse qué podría hacerse ahora que no es evidente en este momento pero que le podría dar a la agroindustria azucarera una dinámica superior a la actual.

En la búsqueda de esta nueva ventaja la agroindustria ha realizado valiosas innovaciones en fábrica que se reflejan en el crecimiento sostenido de la recuperación de azúcar % sacarosa caña durante los últimos años (Figura 8). En el año 2000 se recuperó 2% más azúcar en fábrica que seis años atrás; se produjeron 2.8 kilos de azúcar adicionales por cada tonelada de caña cosechada y molida. No obstante, estos avances no fueron suficientes para que la productividad medida en toneladas de azúcar por hectárea (TAH) creciera como en la década de 1980 cuando se introdujo la CP 57-603.

Al finalizar el año 2000 el cultivo se había llevado a más de 270 conjuntos de suelos y la cosecha a más de 300 días al año. Realidad productiva que conlleva la necesidad de innovaciones cada vez más complejas que la introducción de una nueva variedad, integradas en el negocio agroindustrial.

Es posible que el círculo virtuoso iniciado por la mayor recuperación de azúcar % sacarosa caña se complete cuando se logre aumentar la producción sin recurrir a intensificar exageradamente el uso de la tierra, o cuando se posea la tecnología para que la tierra pueda soportar tal nivel de utilización, por ejemplo al disponer de variedades aun más tempranas para madurar y más productivas que las actuales.

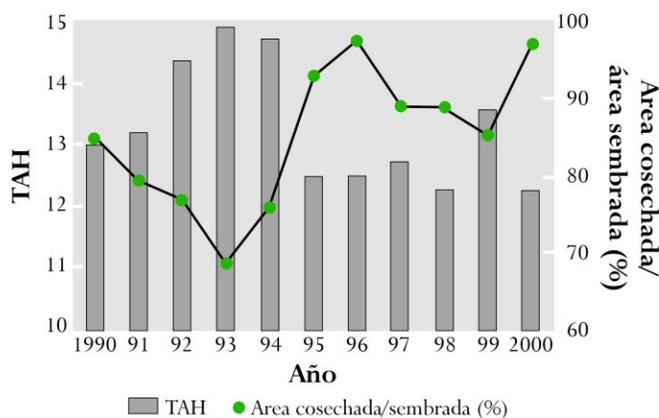


Figura 7. Relación entre el uso intensivo del factor tierra y la productividad en toneladas de azúcar por hectárea (TAH) durante la década de 1990.

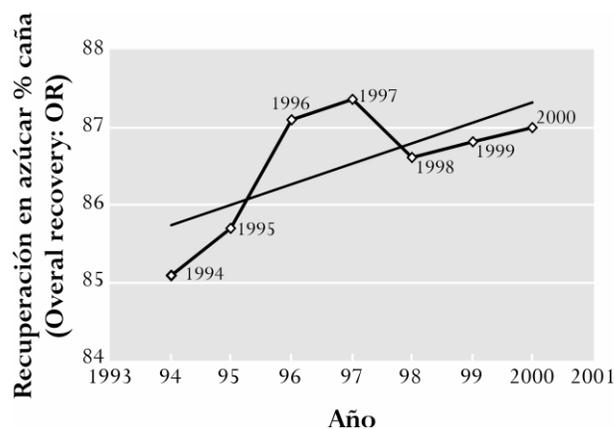


Figura 8. Evolución de la recuperación de azúcar % sacarosa caña (overall recovery: OR) en fábrica entre 1994 y 2000.

Los datos entre 1994 y 1996 fueron calculados con base en información comercial de ocho ingenios: Central Castilla, Incauca, La Cabaña, Manuelita, Mayagüez, Providencia, Risaralda y Sancarlos. Entre 1997 y 2000 fueron suministrados por el Programa de Fábrica de CENICAÑA, fuente Sistema de Intercambio de Información Estandarizada Interingenios; incluyen registros de los ocho ingenios anteriores más Central Tumaco, Pichichí y Providencia.

Comentarios finales

Los resultados del presente estudio indican la necesidad de analizar estratégicamente la factibilidad y la sostenibilidad del modelo de operar tratando de crecer la producción todos los años sin atender los cambios en las condiciones de producción.

El análisis del pasado aporta nociones acerca de los verdaderos efectos que pueden tener en el negocio agroindustrial algunas decisiones aparentemente relacionadas de forma directa con la productividad sostenida en el largo plazo, pero que en la práctica sólo contribuyen con mejoras temporales y más bien conducen a que la productividad decline.

La reflexión consciente sobre la dinámica agroindustrial debe ofrecer elementos de orientación para desarrollar estrategias de cambio tecnológico que se traduzcan en mejores indicadores económicos y de productividad. Estrategias integradas que protejan las inversiones y gastos en el campo con igual criterio que los realizados en cosecha y fábrica, es decir que permitan asignar a cada unidad del negocio los aportes reales de su contribución en términos de ganancia o pérdida de valor en el producto final.

Dos estrategias se vislumbran: la práctica de una agricultura específica por sitio y la gestión administrativa orientada a la planificación de la molienda

de acuerdo con las condiciones esperadas de producción. Con la primera se busca aumentar la productividad de la tierra, la mano de obra y el capital realizando un manejo diferencial del campo según las condiciones del sitio donde se produce (suelos, clima, infraestructura y características del agricultor); con la segunda se pretende mantener una relación estable entre la tasa de molienda, el área sembrada en caña, la productividad media de campo y el ingreso neto operacional diario esperado para el negocio agroindustrial total.

Se presume que la planificación integrada (agro - industria) puede ayudar a reducir los riesgos inherentes a la actividad productiva al definir con mayor confianza la productividad en campo y fábrica y los resultados económicos (costos e ingresos) esperados.

Referencias bibliográficas

- Posada C, C.; Luna G, C.A. 2000. Comportamiento comercial de la caña de azúcar cosechada en el valle del río Cauca durante 1999. Cali, CENICAÑA. 120 p. (Serie Técnica no.28)
- Vivas D, L.; Zuluaga M, J.; Castro C, H. 1992. Las nuevas variedades de caña y su impacto económico en el sector azucarero del valle geográfico del río Cauca. Cali, Universidad del Valle, Plan de estudios en economía. 167 p. (Tesis economía).

FOTO: LUIS ANTONIO GÓMEZ



NUESTRA FAUNA, CENICAÑA - ENERO 2001

El año 2001 comenzó en nuestro Centro Experimental con la agradable imagen diurna de esta pareja de aves.

Ahora, cuando iniciamos el 2002, queremos recordarla y enviar con ella un mensaje sobre la importancia de continuar trabajando juntos en la tarea de proteger nuestro ecosistema.



Servicios de CENICAÑA para ingenios y cañicultores donantes

Tarifas vigentes a partir de febrero de 2002
Teléfono: (2) 664 80 25 – Cali

Diagnóstico de enfermedades

- Visita de un técnico de Cenicaña para la evaluación completa de semillero (3 hectáreas) y determinación de incidencia de mosaico, roya, carbón y otras enfermedades.
\$60,000.00 /visita
- Análisis de muestras para determinación de incidencia de raquitismo de la soca (RSD), escaldadura de la hoja (LSD), síndrome de la hoja amarilla (ScYLV), virus baciliforme (ScBV) y mosaico de la caña (ScMV). La muestra debe ser tomada por el cultivador; el envío al laboratorio requiere cita previa.
\$14,000.00 /muestra
- Antisuero para determinación de raquitismo de la soca o escaldadura de la hoja con un título de 1:40.
\$80,000.00 /ml (en Colombia)
US\$60.00 /ml (para exportación)
- Aislamiento de raquitismo de la soca o escaldadura de la hoja
\$150,000.00

Información en el Laboratorio de Fitopatología

Para visita a semilleros
JUAN CARLOS ANGEL S.
jcangel@cenicana.org
Ext:139

Para diagnóstico y antisuero
MARÍA LUISA GUZMÁN R.
mlguzman@cenicana.org
Ext:150

Análisis de suelo y foliar

- Determinación de elementos mayores en el suelo: potasio, calcio, magnesio, fósforo, materia orgánica, textura y pH. Las muestras deben ser tomadas por el cultivador.
\$20,500.00
- Determinación de elementos menores en el suelo: hierro, manganeso, zinc, cobre y azufre. Las muestras deben ser tomadas por el cultivador.
\$23,800.00
- Determinación de elementos mayores en tejido foliar: nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio. Las muestras deben ser tomadas por el cultivador.
\$14,000.00
- Determinación de elementos menores en tejido foliar: hierro, manganeso, zinc, cobre y azufre. Las muestras deben ser tomadas por el cultivador.
\$19,000.00

Información en el Laboratorio de Química

CARLOS J. RAMÍREZ V.
cjramire@cenicana.org
Ext:149

Información y documentación

- Fotocopia de documentos y publicaciones existentes en la Biblioteca Guillermo Ramos Núñez de CENICAÑA. No se fotocopian documentos completos a menos que sean editados por CENICAÑA. Las tarifas corresponden a envíos por servicio de correo normal:
\$100.00/página para entrega en el Centro Experimental (vía Cali-Florida k26) o en la oficina de enlace en la ciudad de Cali (Calle 58 norte No.3BN-110)
Envíos a ciudades de Colombia diferentes a Cali:
entre 1 y 10 páginas: \$3000.00
página adicional: \$200.00
Envíos fuera de Colombia: US \$0.20.00
Los portes de envíos por sistema de correo especial se facturan de acuerdo con el peso y el lugar de destino.
- Búsquedas bibliográficas: \$5000.00 en disquete o impresas (no incluye costo del disquete)

Información en el Servicio de Información y Documentación de la Caña de Azúcar – SEICA

GUADALUPE BUSTAMANTE A.
gbustama@cenicana.org
Ext:135

Consultas Base de Datos Bibliográfica en <www.cenicana.org>

Productos de tecnología informática

- Balance Hídrico Automatizado: aplicación para la programación de los riegos de la caña de azúcar (incluye disquete de instalación y manual del usuario)
\$15,000.00
- Atlas Agroclimático y de Producción de la Agroindustria Azucarera Colombiana (CD-Rom): sistema de información geográfica con mapas temáticos de clima, suelo y producción comercial. Incluye un manual ilustrado para el usuario, e información complementaria con las fuentes de datos, una guía resumida que enseña cómo superponer planos particulares georreferenciados sobre los mapas del Atlas, como indicaciones prácticas sobre las utilidades del programa ArcExplorer® v.2.0 para realizar acercamientos, incorporar información nueva, hacer consultas personalizadas e imprimir.
\$50,000.00

Información en la Superintendencia de Campo

LILIANA VALENCIA MONTES
lvalenci@cenicana.org
Ext:132



Quemar la caña de azúcar antes de la cosecha es una práctica en vía de extinción.

Requemar los residuos de cosecha está prohibido, salvo en lotes dispuestos para renovación.

Áreas donde se prohíbe realizar quemas agrícolas

- **1000 metros alrededor del perímetro de las cabeceras municipales.** Son cabeceras municipales los centros poblados donde se localiza la sede de la alcaldía.
- **30 metros desde el borde de las edificaciones, en corregimientos.** Esta distancia se mide en el sitio que tenga la mayor cantidad de edificaciones.
- **200 metros a partir del núcleo con mayor cantidad de edificaciones en los corregimientos que aparecen en el cuadro inferior.**
- **30 metros debajo de líneas eléctricas de alta tensión.** En estos casos, la línea eléctrica aérea se proyecta sobre el suelo y se protege de quema sus áreas laterales, tomando 15 metros a lado y lado de la línea proyectada.
- **80 metros a partir del eje central de carreteras principales y secundarias.** Las carreteras PRINCIPALES O DE PRIMER ORDEN son aquellas troncales, transversales y accesos a capitales de Departamento que cumplen la función básica de integración de las principales zonas de producción y consumo del país y de éste con los demás países; las SECUNDARIAS O DE SEGUNDO ORDEN son aquellas vías que unen las cabeceras municipales entre sí y/o que provienen de una cabecera municipal y conectan con una carretera principal.
- **1.5 kilómetros alrededor del perímetro de aeropuertos regionales.**
- A partir de enero de 2001 se **PROHIBE REALIZAR REQUEMAS** en toda el área de influencia del cultivo de la caña de azúcar. Sólo se podrán requemar los residuos de cosecha de predios que vayan a ser renovados y que no estén ubicados en zonas restringidas.

Municipio	Corregimiento
Candelaria	Barrio Nuevo, Buchitolo, El Cabuyal, San Joaquín, El Carmelo, El Lauro, El Tiple, Juanchito, La Regina, Poblado Campestre, Villagorgona.
Cerrito	Santa Elena.
Florida	Bolo Artonal, Chococito, La Granja, Remolino, San Antonio de los Caballeros, San Francisco, Tamboral, Tarragona.
Ginebra	Zabaletas.
Guacarí	Guabas, Guabitas.
Jamundí	Paso La Bolsa, Potrerito, Quinamayó.
La Unión	Córcega, El Rodeo, Martindoza, San Luis, San Rafael.
La Victoria	San Pedro.
Palmira	Aguaclara, Bolo Alizal, Bolo La Italia, Bolo San Isidro, Caucaseco, Palmira Guanabanal.
Pradera	Bolívar, La Túpia.
Roldanillo	Higueroncito, Izugú, Morelia, Puerto Quintero, Santa Rita.
Toro	Bohío, La Cayetana, San Antonio, San Francisco.
Yotoco	Mediacanoa.
Zarzal	La Paila





Consideraciones para realizar quemas y requemas en lugares permitidos



- En las áreas donde no exista prohibición se podrán realizar quemas agrícolas entre las 8:00 de la mañana y las 2:00 de la mañana del día siguiente. El área por quemar no puede ser superior a 6 hectáreas (5 hectáreas en el departamento de Risaralda); sólo se podrá iniciar la quema con velocidades del viento entre 1.5 y 5.0 metros por segundo y direcciones que no afecten los centros por proteger.
- En los alrededores del aeropuerto Alfonso Bonilla Aragón se podrán realizar quemas de caña entre las 12:00 de la noche y las 5:00 de la mañana, respetando el perímetro de 1.5 kilómetros a su alrededor y sin superar 4 hectáreas por quema. Entre las 5:00 de la mañana y las 12:00 de la noche (horario de tráfico aéreo) se prohíbe realizar quemas en el área comprendida dentro del cono trazado en las líneas de aproximación y despegue de los aviones, con un ángulo de 20° a partir de ambos extremos de la pista, hasta 8 kilómetros en línea recta, medidos linealmente como prolongación del eje de la pista a partir de sus extremos.

Quemar la caña de azúcar antes de la cosecha es una práctica en vía de extinción. Requemar los residuos de cosecha está prohibido, salvo en lotes dispuestos para renovación. Las autoridades ambientales de los departamentos de Caldas (CORPOCALDAS), Cauca (CRC), Risaralda (CARDER) y Valle del Cauca (CVC) han emitido resoluciones legales que normalizan las quemas y requemas agrícolas abiertas controladas, prácticas usuales, hasta hace poco, en el cultivo de la caña de azúcar. Dichas normas definen las áreas donde se prohíbe

permanentemente realizar quemas y las áreas donde es posible quemar siempre y cuando se cumplan los requisitos técnicos advertidos. Se sanciona con multa a quien no cumpla las disposiciones. En caso de quemas accidentales se exige denuncia ante las autoridades, inmediatamente ocurre el evento.

Para más información sobre normas, sanciones y avances del convenio de producción más limpia puede comunicarse con el Departamento Jurídico o con el Departamento de Manejo Ambiental de ASOCAÑA en Cali, teléfonos (2) 664 19 41 al 43 <www.asocana.com.co>

Igual información, además de soporte técnico para el manejo de quemas de caña puede obtenerse en el Área de Meteorología de CENICAÑA, Ingeniero Enrique Cortés B. Tel: (2) 664 80 25 - ext.174 <ecortes@cenicana.org>





SEÑOR CAÑICULTOR

Si cambia de dirección postal por favor infórmenos. Sólo así podremos continuar enviándole esta publicación al lugar correcto.

Remita sus datos actualizados incluyendo: nombres y apellidos, cédula de ciudadanía, dirección postal y de correo electrónico, teléfono, fax.

Rte/ Servicio de Cooperación Técnica y
Transferencia de Tecnología- 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, POST EXPRESS,
ENCOMIENDAS, FILATELIA, CORRA, FAX.

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