Carta Trimestral

Año 20 No. 4 Cali, Colombia 1998

Temas

Avances de Investigación

Consorcio Internacional de Biotecnología de la Caña de Azúcar 5

Notas de Investigación

Insectos y Caña Verde 8

Auditoría energética en línea: *un mecanismo de gestión en el proceso fabril azucarero* 11

Informes

Censo de Variedades 1998 13

Comportamiento del Clima durante 1998. Estación experimental CENICAÑA 16

Comentarios

Nuevas Tecnologías de riego en el Ingenio Manuelita 23

Información General

Día de Campo en Incauca y La Cabaña
Selección de variedades para zonas húmedas 30

Convenio de Capacitación SENA-ASOCAÑA-CENICAÑA 31

cenicaña

Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia

Página 23

Censo de Variedades 1998

La industria azucarera localizada en los valles de los ríos Cauca y Risaralda reportó a 31 de diciembre de 1998 un área de 190 273 hectáreas disponibles para el cultivo de la caña de azúcar. El área sembrada fue de 187 145 hectáreas, 2% más con respecto a la misma fecha del año anterior.

Variedad	Area (ha)	Participación en la industria (%)
MZC 74-275	44 800	24
V 71-51	39 300	21
CC 85-92	35 000	19
CC 84-75	17 200	9
PR 61-632	13 600	7
RD 75-11	11 500	6
MZC 82-11	3 300	1,7
CC 87-434	3 000	1,6
Co 421	2 500	1,3
Total variedades Cenicaña Colombia (CC)	60 400	32
Total variedades importadas y evaluadas por Cenicaña (VIC)	66 600	35

Página 13

Presentación

El control de la eficiencia productiva es un proceso necesario para la gestión administrativa pues a partir de él es posible acopiar datos e información de importancia para tomar decisiones de planeación, organización y dirección.

En el Ingenio Manuelita, por ejemplo, la puesta en marcha en 1997 del Plan de Manejo y Control del Riego aportó bases sustanciales para mejorar la tecnología de manejo del agua, aumentando la eficiencia de la labor con reducciones significativas de las pérdidas de agua. Las experiencias con el uso de politubulares, tuberías rígidas con ventanas, caudales aumentados en riego por surco alterno y mangas antierosivas para entregar el agua a los surcos son parte de las novedades tecnológicas adoptadas en el Ingenio. Conozca los detalles a partir de la página 23.

De igual forma, en la página 11 se muestra la utilidad de la auditoría energética en línea como un mecanismo para la gestión energética en los ingenios.

Bienvenidos!

Victoria Carrillo C.
Coordinadora editorial

Para manifestar sus inquietudes o sugerencias acerca de los temas tratados en esta publicación, escríbanos a la dirección electrónica

buzon@cenicana.org

Antes de traer

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

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

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

Carta Trimestral

Año 20, No. 4 de 1998

ISSN 0121-0327

Comité Editorial

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

Servicio de Cooperación Técnica y Transferencia de Tecnología

Coordinación Editorial y Edición de textos: *Victoria Carrillo Camacho*

Diseño Gráfico y Diagramación: *Alcira Arias Villegas*

Impresión: *FERIVA S. A.*

Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia

Estación Experimental San Antonio de los Caballeros
Vía Cali-Florida k. 26, A.A. 9138 Cali, Colombia
Teléfonos: (092)6648025 al 30 Fax: (092)6641936

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

Carta Trimestral de CENICAÑA

...También en Internet
http:/www.cenicana.org

NOTA IMPORTANTE:

PARA RECIBIR LA CARTA TRIMESTRAL DURANTE 1999 ES NECESARIO TRAMITAR LA FICHA DE SUSCRIPCION

SUSCRIPCION GRATUITA
(COLECCION 1999)

---

cenicaña

FICHA DE SUSCRIPCION

¿ Desea recibir (o continuar recibiendo) la Carta Trimestral de CENICAÑA? Si ☐ No ☐

Nombres: _____ Apellidos: _____

Cédula de ciudadanía No: _____ de: _____

Profesión: _____ Cargo: _____

Empresa(s) o Nombre de la(s) finca(s)*:

1. _____ Ingenio: _____
2. _____ Ingenio: _____
3. _____ Ingenio: _____

Dirección para envío: _____ Teléfono No.: ( ) _____

Ciudad: _____ País: _____ Fax: No: ( ) _____

Dirección de correo electrónico: _____

* Si usted está vinculado con más de una finca por favor diligencie solamente un (1) formato de suscripción y registre el nombre de cada finca especificando el Ingenio al cual provee la caña correspondiente.

Estampilla

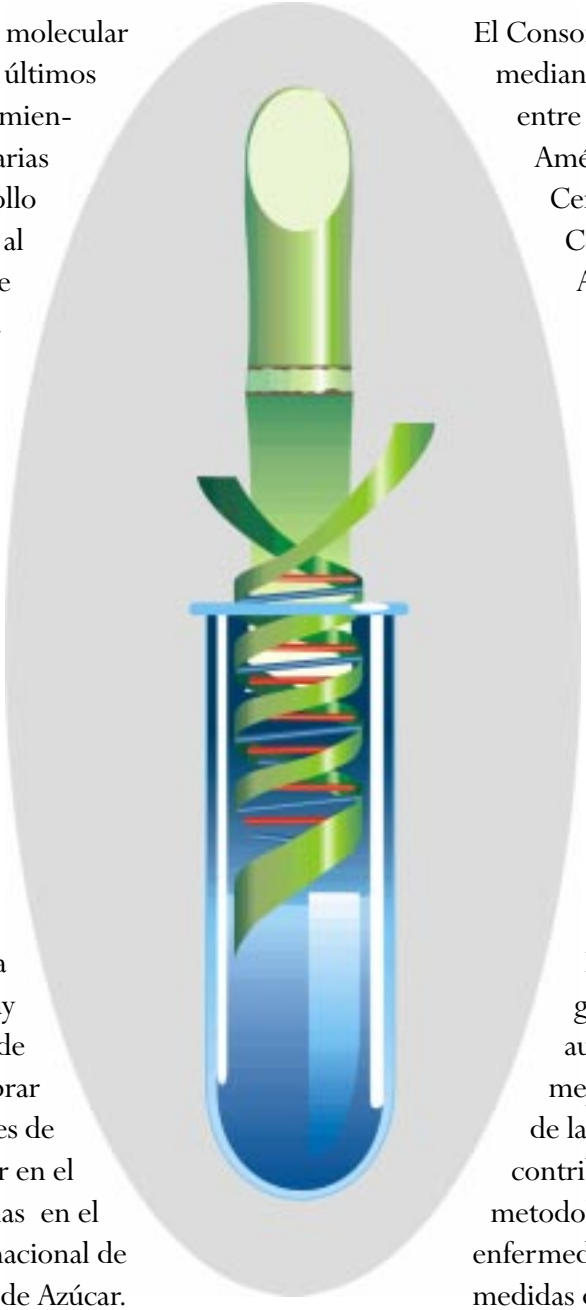
Señores
Servicio de Cooperación Técnica y Transferencia de Tecnología - CENICAÑA
Atte. Victoria Eugenia Carrillo C.
Apartado Aéreo 9138
Cali - Valle del Cauca, Colombia.

Consorcio Internacional de Biotecnología de la Caña de Azúcar

Alvaro Amaya Estévez *

La biotecnología y la genética molecular han contribuido durante los últimos años a perfeccionar los conocimientos sobre la evolución de varias especies vegetales, al desarrollo de nuevas variedades, al conocimiento y detección de enfermedades y a la identificación de marcadores moleculares ligados a genes que controlan características de interés agronómico.

En el caso de la caña de azúcar, la naturaleza poliploide de ésta (posee más de dos juegos de cromosomas en sus células) y la poca información acerca de su evolución y genoma hacen complejo y lento el proceso de investigación y los resultados que de él se derivan; además, la investigación molecular es muy costosa y requiere de infraestructura. Para equilibrar esta situación, las instituciones de investigación en caña de azúcar en el mundo trabajan unidas en el Consorcio Internacional de Biotecnología de la Caña de Azúcar.



El Consorcio fue creado en 1988 mediante un proyecto cooperativo entre Brasil y los Estados Unidos de América en el cual participaron el Centro de Investigación de la Cooperativa de Productores de Azúcar y Alcohol del estado de Sao Paulo -Copersucar, la Estación Experimental de Hawai y la Universidad de Cornell (Ithaca, Nueva York). Posteriormente se integraron al grupo las instituciones de investigación de Australia, Argentina, Filipinas, Francia, Mauricio, Sudáfrica, Colombia y la Liga Americana de la Caña de Azúcar (Florida y Louisiana). CENICAÑA, en representación de Colombia, comenzó a participar en 1992.

El objetivo del Consorcio es generar metodologías para aumentar la eficiencia del mejoramiento genético molecular de la caña de azúcar. También contribuye al desarrollo de metodologías para detectar enfermedades, lo cual ayuda a definir medidas de control.

* Ingeniero Agrónomo, Ph.D.; Director Programa de Variedades

Los proyectos son desarrollados directamente por los miembros o mediante contratos con diferentes entidades. Entre las instituciones que han realizado proyectos están la Universidad de Cornell, el Instituto de Investigación en Biotecnología -CIBR de California, la Estación Experimental de Texas en Weslaco, la Universidad de Texas, la Universidad de Minnesota y el Centro Internacional de Investigación Agrícola para el Desarrollo – CIRAD de Francia.

La inversión total hasta diciembre de 1998 era de US$ 3 150 000 de los cuales US$ 194 000 fueron aportados por CENICAÑA.

Los diez países miembros se reúnen cada año para discutir avances y aprobar proyectos. La contribución por país para cada proyecto depende del interés particular de cada miembro y los beneficios de los resultados son para todos, sin tener en cuenta la magnitud del aporte.

Proyectos financiados y desarrollados por el Consorcio

1. Uso de la metodología de RFLP (encimas de restricción para conocer el polimorfismo en la longitud de fragmentos de ADN) en caña de azúcar. Con esta metodología se inició el estudio del mapa genético de la caña.
2. Mapa genético de la caña usando la metodología PCR (reacción en cadena de la polimerasa).
3. Identificación de marcadores moleculares ligados a caracteres agronómicamente importantes.
4. Mapa genético de la caña usando la metodología RAPD (amplificación aleatoria del ADN).
5. Transformación genética en caña de azúcar.
6. Comparación del mapa genético de otras gramíneas para utilizarlo en caña.
7. Genética molecular con énfasis en la identificación de segmentos del ADN relacionados con genes de sacarosa y con diagnóstico de patógenos.
8. Mapa genético de caracteres cuantitativos (QTL) en caña de azúcar.
9. Desarrollo de un sistema de clonación basado en el mapa genético de la caña de azúcar.
10. Resistencia al virus del mosaico de la caña y el sorgo a través de ingeniería genética.
11. Desarrollo de metodologías para identificar el agente causal del Síndrome de la Hoja Amarilla y definir estrategias de control.
12. Análisis genético y molecular de secuencias específicas del ADN relacionadas con el crecimiento y la producción de la caña de azúcar.
13. Identificación de un gen para resistencia a roya en la variedad R570 a través del mapa genético.
14. Determinación de marcadores moleculares por medio de microsatélites (secuencias condensadas específicas del cromosoma).

Resultados

1. Identificación de las características moleculares del genoma de la caña de azúcar. Importante para identificar segmentos del ADN donde se reconozcan genes que controlan características agronómicas deseables o para diferenciar variedades. La diferenciación molecular de las variedades y no sólo la fenotípica (basada en las evaluaciones de campo o visuales) ayuda a caracterizar con mayor precisión las variedades; esto es útil para la selección de progenitores y para los registros de propiedad intelectual de las variedades. CENICAÑA utiliza estas metodologías moleculares con los propósitos mencionados.
2. Mejor comprensión de la evolución de las especies que originaron las variedades de caña de azúcar utilizadas actualmente en el mundo a escala comercial, así como la contribución de las especies a las variedades comerciales. Este conocimiento es útil para identificar los genes deseables en el genoma original y usarlos para el mejoramiento genético.

3. Se ha encontrado una gran similitud entre los genomas de varias gramíneas y la caña de azúcar. Así, mucha información genética encontrada en arroz, sorgo, maíz, trigo o cebada puede ser afín con la de la caña de azúcar, de manera que el conocimiento de genes caracterizados en dichos cultivos es válido para la caña de azúcar. En CENICAÑA, actualmente se están evaluando marcadores moleculares ligados con genes que controlan volcamiento, los cuales se encontraron en cebada. Si estos marcadores trabajan en caña de azúcar, se constituirán en una herramienta muy eficiente para caracterizar a edades tempranas las variedades con resistencia al volcamiento y para definir progenitores para cruzamientos, resistentes al volcamiento.
4. Con los conocimientos acerca de la evolución de la especie y con el mapa genético de la caña de azúcar se han identificado segmentos del ADN ligados a genes que controlan la sacarosa y segmentos que controlan la floración. No obstante, la sacarosa es un carácter controlado por muchos genes y aún hay mucho que investigar al respecto. Actualmente, en diferentes cultivos se estudian todos los genes que controlan las reacciones enzimáticas ligadas a la formación de azúcares en la planta antes que buscar genes que, como producto final, controlen alta sacarosa.
5. En una planta diferente de la caña de azúcar se identificó un gen que controla la producción de enzimas que son tóxicas para los insectos barrenadores. El hallazgo se hizo en una especie de lirio y mediante transformación genética dicho gen se insertó en el genoma de la caña con fines de provocar resistencia a un gusano barrenador del tallo conocido en Sudáfrica como Eldana. La metodología aplicada ofrece potencial para ser utilizada con otros genes.
6. Se desarrolló la transformación genética en caña de azúcar y mediante esta técnica se han insertado en caña genes para resistencia a herbicidas.
7. Uno de los mayores aportes ha sido el desarrollo de técnicas moleculares para la detección de patógenos causales de enfermedades. CENICAÑA tuvo acceso a los antisueros requeridos para la detección del virus baciliforme de la caña de azúcar y el virus causal del Síndrome de la Hoja Amarilla. Este resultado es de acceso restringido para países que no son miembros del consorcio. Las técnicas moleculares permiten detectar con gran precisión los agentes causales de enfermedades que no presentan síntomas, como el caso del virus baciliforme de la caña.
8. Por participar en el Consorcio, CENICAÑA ha dispuesto de metodologías y conocimientos que probablemente no tendría si hubiese trabajado de manera independiente. La integración ha sido útil para estar al tanto de los avances en el ámbito molecular, con la oportunidad de utilizarlos a medida que se encuentran disponibles. La participación en el grupo ha servido también para intercambiar experiencias y conocimientos con los científicos del mundo cañero involucrados en el mejoramiento genético por la vía molecular. No obstante, incluso con la biotecnología ha sido difícil encontrar todos los marcadores moleculares ligados con los genes que controlan la sacarosa y la producción de caña, las dos características de mayor importancia agronómica en caña de azúcar. Como se mencionó en líneas anteriores, estas características poseen gran complejidad genética pues son controladas por muchos genes y no se han identificado los marcadores de todos ellos. Los avances son promisorios y esperamos pronto tener dicha información.

Insectos y Caña Verde

Luis Antonio Gómez Laverde *
Luz Adriana Lastra Borja **

El seguimiento a las poblaciones de insectos asociados al cultivo de la caña de azúcar en el valle del río Cauca indica que la cosecha de la caña en verde induce cambios en las poblaciones de las plagas y sus enemigos naturales. CENICAÑA estudia la intensidad de tales cambios y el comportamiento de las plagas potenciales como parte de la información básica para avanzar en la definición de estrategias integradas de control en condiciones generalizadas de caña sin quemar.

Actualmente, cuando casi el 85% del área cultivada con caña en el valle del río Cauca se cosecha después de quemar, la situación de las plagas del cultivo es estable en términos generales. El manejo integrado, las características del ambiente y la quema antes de la cosecha son aspectos que han contribuido a mantener el control de las plagas en la región.

Con el propósito de analizar los efectos que puede tener en las poblaciones de insectos la eliminación de la quema como práctica rutinaria, el área de entomología de CENICAÑA sigue de cerca la dinámica de éstas en sitios específicos y durante varios ciclos de cultivo.

Los insectos *Metamasius hemipterus* y *Paratrechina fulva* (picudo rayado y hormiga loca) se han encontrado en mayor número en los lotes cosechados en verde que en los cosechados después de quemar, principalmente a partir del segundo ciclo de evaluación (Figuras 1 y 2).

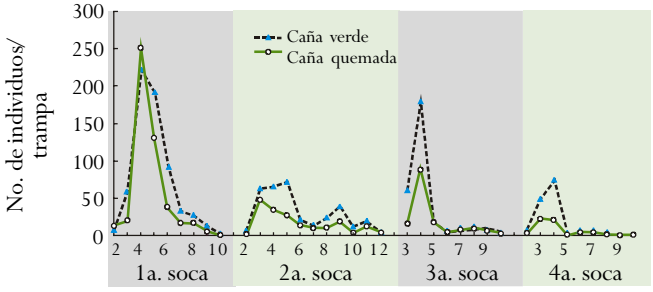


Figura 1. Dinámica de la población del picudo rayado *Metamasius hemipterus* en cultivos de caña de azúcar cosechados con y sin quema. Variedad PR 61-632, primera a cuarta soca. Ingenio Manuelita, hacienda La Cabaña, abril de 1994 a agosto de 1998.

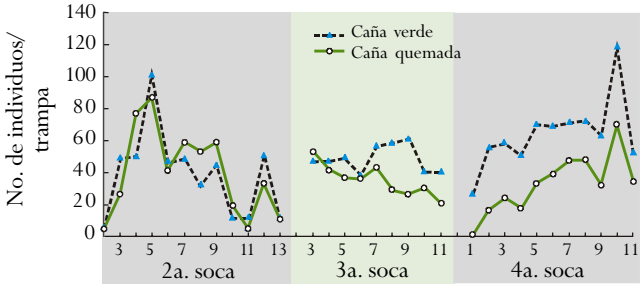


Figura 2. Dinámica de la población de hormiga loca *Paratrechina fulva* en cultivos de caña de azúcar cosechados con y sin quema. Variedad PR 61-632, segunda a cuarta soca. Ingenio Manuelita, hacienda La Cabaña, agosto de 1995 a agosto de 1998.

* Ingeniero Agrónomo, Ph.D.; Entomólogo del Programa de Variedades
** Bióloga-entomóloga; Bióloga del Programa de Variedades

Las hormigas de los géneros *Pheidole* y *Solenopsis* abundaron en los sitios con quema; estos géneros se caracterizan por su capacidad de adaptación y colonización de lugares perturbados o donde hay actividad agrícola. Las hormigas del género *Camponotus* abundaron en los campos cosechados en verde (Figura 3).

En contraste, las poblaciones de huevos de *Perkinsiella saccharicida* mostraron tendencia a aumentar en los lotes con caña quemada, específicamente entre 3 y 4 meses de edad del cultivo. La tendencia se había observado con anterioridad en varios lotes ubicados en el mismo sitio (Figuras 4 y 5). En el caso de *Diatraea* spp. y *Valentinia* sp. el número de individuos ha sido bajo y el nivel de daño similar con ambos sistemas de cosecha.

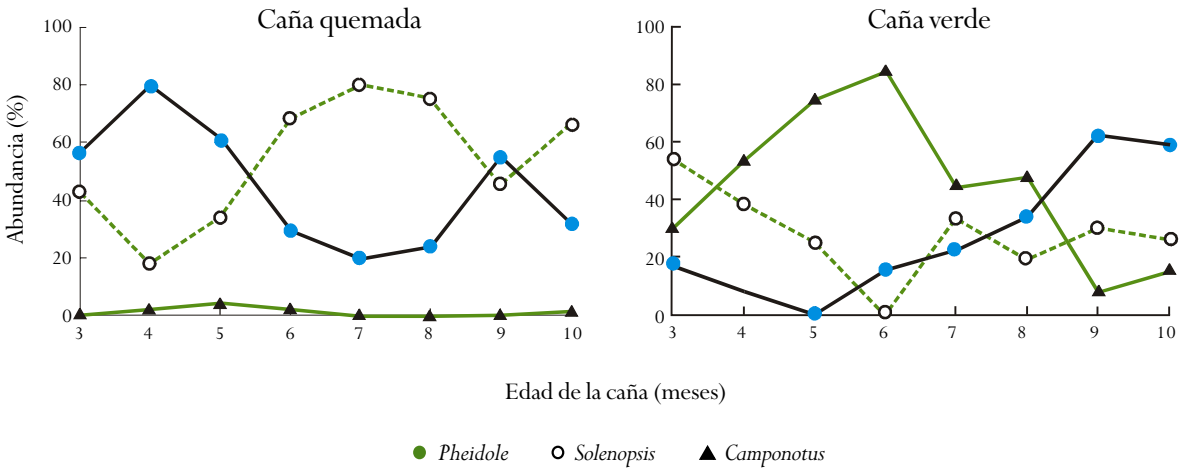


Figura 3. Géneros de hormigas más abundantes durante el desarrollo de cultivos de caña de azúcar cosechados con y sin quema. Variedad CC 85-92, primera soca. Ingenio Incauca, hacienda Meléndez, enero a agosto de 1998.

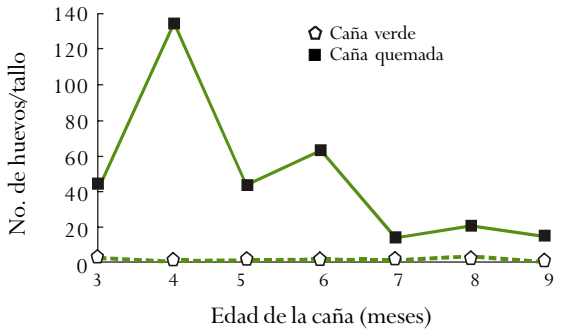


Figura 4. Población de individuos de *Perkinsiella saccharicida* durante el desarrollo de cultivos de caña de azúcar cosechados con y sin quema. Variedad CC 85-92, primera soca. Ingenio Incauca, hacienda Meléndez, 1998.

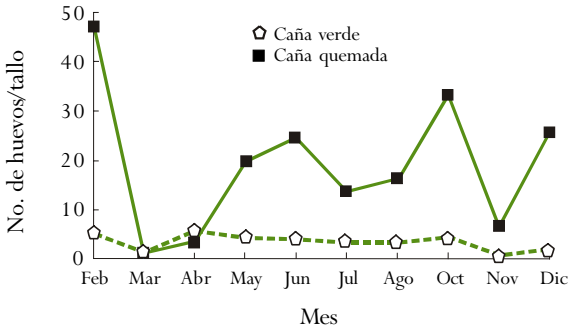


Figura 5. Población de huevos de *Perkinsiella saccharicida* durante el desarrollo de cultivos de caña de azúcar cosechados con y sin quema. Diferentes variedadades en diferentes ciclos de cultivo. Ingenio Incauca, hacienda Meléndez, febrero a diciembre de 1997.

Picudo Rayado
Metamasius hemipterus

La hembra de este insecto coloca los huevos en trozos de caña cortados para semilla, en caña en pie con perforaciones anteriores causadas por otros insectos o en caña volcada. También coloca los huevos en los tallos de caña que quedan en el campo después de la cosecha en verde y en los tocones de las cepas.

En el estado de larva se alimenta del trozo de semilla o del tallo, haciendo túneles o galerías y dejando pedazos de fibra semidestruida. En el caso de los ataques a la semilla puede llegar a debilitar los brotes en formación.

Hormiga Loca
Paratrechina fulva

Introducida al país en 1969 proveniente de Brasil, esta hormiga encontró en el cultivo de la caña de azúcar un ambiente favorable para su establecimiento y proliferación. Parte de su dieta está compuesta por carbohidratos, los cuales obtiene de las secreciones azucaradas excretadas por algunos insectos chupadores de la caña de azúcar. Esto hace que exista una simbiosis entre la hormiga loca y algunos insectos chupadores pues las obreras los protegen y diseminan a cambio del suministro de los líquidos azucarados.

Entre los chupadores que se han observado en simbiosis con la hormiga loca se cuentan la escama *Pulvinaria* sp., el pulgón gris *Melanaphis sacchari* y el piojo harinoso *Saccharicoccus sacchari*.

Saltahojas Hawaiano
Perkinsiella saccharicida

Insecto chupador que en grandes cantidades induce la aparición del hongo *Fumagina* sobre las hojas de la caña. El saltahojas hawaiano es un vector de la enfermedad de Fiji, aún no registrada en América.

Auditoría Energética en Línea:

un mecanismo de gestión en el proceso fabril azucarero

Carlos Omar Briceño Beltrán*
Adolfo León Gómez Perlaza**

La gestión energética en la industria azucarera exige coordinar la planeación y ejecución de las actividades de producción, mantenimiento y administración general del proceso fabril. El seguimiento periódico y en línea de los indicadores de generación y uso de energía en las fábricas proporciona información básica para documentar las mejoras potenciales en operación y productividad, aspectos directamente relacionados con la eficiencia energética en los ingenios. Ejemplos derivados de las auditorias energéticas realizadas en varios ingenios complementan estas afirmaciones.

Caso 1: Alimentación de caña

La estabilidad de la carga de alimentación de caña a las estaciones de preparación y molienda afecta directamente el equilibrio de la red de vapor vivo en la fábrica. Cuando la alimentación es irregular, la demanda de vapor por las picadoras es también irregular y, por consiguiente, la operación de las calderas no es estable. Los registros en línea del flujo de vapor en un ingenio ilustran la situación (Figura 1, *ver* tendencias 1 y 7).

Así, en el caso de la preparación de caña se señala la necesidad de mejorar la estabilidad de la alimentación y en algunos casos redimensionar adecuadamente los accionamientos de las máquinas de preparación (suficiente potencia) para que no se conviertan en elementos limitantes de la estabilización en la operación.

Caso 2: Efectos de la estación de centrífugas

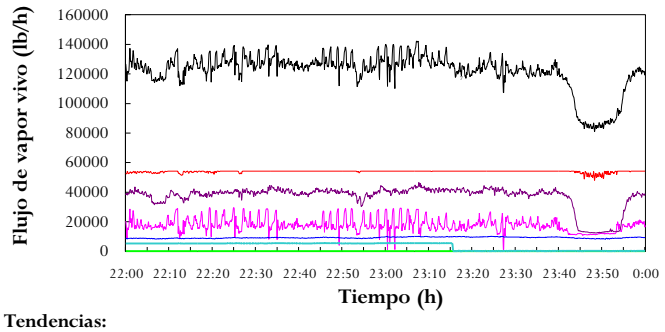
Otro factor que afecta la estabilidad de la red de vapor vivo es la forma en que operan las centrífugas al producir picos cíclicos (Figura 2, *ver* tendencia 1) que generan una alta irregularidad en la demanda de vapor a los turbogeneradores y asimismo en el vapor generado por la caldera (Figura 2, *ver* tendencia 6).

Caso 3: Efectos en el uso de vapores de baja presión

Sobre la utilización de vapores de baja presión, recientemente se efectuó un estudio acerca del comportamiento de los coeficientes de transferencia de calor U en los calentadores de jugo. El estudio tuvo lugar en un ingenio con una configuración donde el área de la etapa secundaria es el doble de la primaria y en la cual el flujo de jugo sufre variaciones importantes en el tiempo (Figura 3). Como efecto de la disminución del flujo de jugo, se aprecia la elevación de las temperaturas pero con un incremento de la posibilidad de incrustación (Figura 4). La oscilación de las temperaturas de los calentadores secundarios puede generar problemas de calidad del azúcar al hacer difícil la clarificación de los jugos.

Además, el seguimiento en línea del proceso de calentamiento facilitaría el diagnóstico de eventuales problemas en la evacuación de incondensables y condensados, en la limpieza y competencia por el flujo de vapor vegetal, condiciones que también afectarían la temperatura final del jugo.

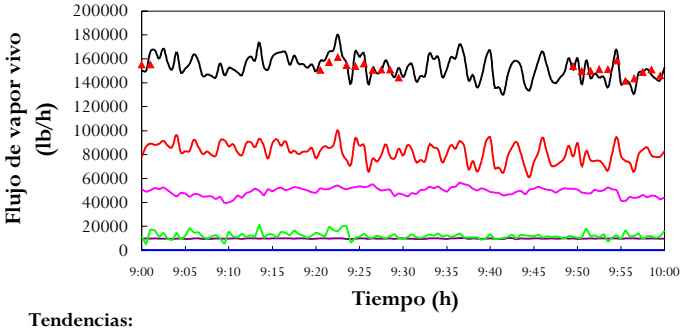
* Ingeniero Químico, M.Sc.; Director Programa Procesos de Fábrica
** Ingeniero Mecánico, M.Sc.; Ingeniero Mecánico, Programa Procesos de Fábrica



Tendencias:

1 — Elaboración: vapor vivo a proceso
2 — Molino: vapor vivo a los molinos
3 — VTI: vapor vivo a turbina del ventilador de tiro inducido
4 — Reductora: vapor vivo pasado (laminado) por la válvula reductora
5 — Turbobomba: vapor vivo para la turbina de la bomba de alimentación de calderas
6 — Turbos: vapor vivo a los turbogeneradores
7 — Total: vapor vivo generado por las calderas

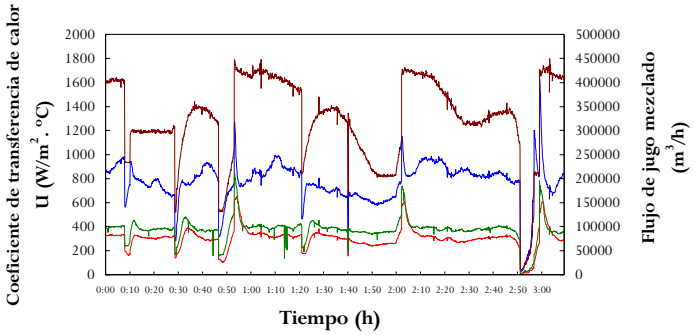
Figura 1. Efecto de la alimentación de caña en la demanda de vapor de una picadora y de la caldera en un ingenio colombiano. 1998.



Tendencias:

1 — Turbos: vapor vivo a los turbogeneradores
2 — Molino: vapor vivo a los molinos
3 — Reposición: vapor vivo pasado por la válvula reductora para elaboración
4 — VTI: vapor vivo a turbina del ventilador de tiro inducido
5 — Elaboración: vapor vivo a proceso
6 — Total: vapor vivo generado por las calderas
7 ▲ I/A: sistema de control de la caldera

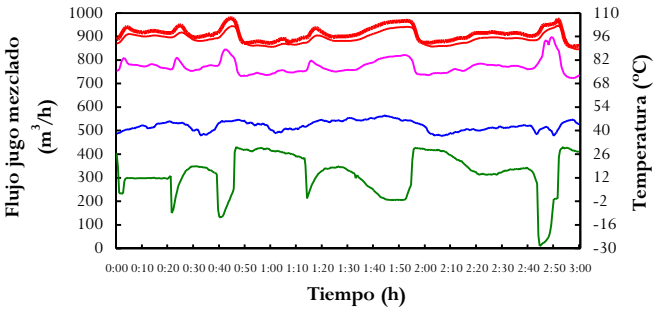
Figura 2. Distribución instantánea del vapor vivo en un ingenio colombiano, donde se ilustra la carga cíclica de las centrífugas. 1998.



Tendencias:

— Calentador primario
— Calentador secundario, cuerpo 1
— Calentador secundario, cuerpo 2
— Flujo de jugo mezclado

Figura 3. Comportamiento de los coeficientes de transferencia de calor U en calentadores de jugo mezclado en un ingenio colombiano. 1998.



Tendencias:

— Flujo jugo mezclado
— Temperatura jugo mezclado
— Temperatura calentador primario
— Temperatura calentador secundario, cuerpo 1
— Temperatura calentador secundario, cuerpo 2

Figura 4. Condiciones reales de operación de una estación de calentamiento de jugo mezclado en un ingenio colombiano. 1998.

Conclusiones

Los casos anteriores señalan el potencial y la pertinencia de establecer programas sistemáticos de recolección y análisis de datos en línea, a partir de los cuales se puedan obtener indicadores periódicos de la gestión energética en la fábrica. Esta auditoría en línea es más sencilla con el uso de herramientas automatizadas, a través de las cuales es también viable la construcción de las bases de datos necesarias para alimentar modelos de simulación del comportamiento dinámico del proceso productivo.

Censo de Variedades de Caña de Azúcar 1998

Carlos Adolfo Luna González *
Claudia Posada Contreras **

El censo de las variedades de caña de azúcar sembradas por la industria azucarera localizada en los valles de los ríos Cauca y Risaralda, a 31 de diciembre de 1998 muestra que las variedades MZC 74-275, V 71-51 y CC 85-92 se mantienen en los tres primeros lugares con respecto a la misma fecha del año anterior; sin embargo, la participación de cada una en el área total sembrada registra cambios importantes. Las variedades CENICAÑA Colombia (CC) ocupan este año el 32% de las 190 200 hectáreas sembradas, con un incremento de 46% sobre el año anterior; las variedades importadas y evaluadas por CENICAÑA (VIC) están en el 35% del área (Cuadro 1).

La MZC 74-275, una variedad que ha sido excelente para la industria, mantiene el mayor porcentaje de participación –como ha ocurrido durante los últimos once años– pero sigue mostrando una curva descendente en términos del área sembrada.

* Ingeniero Agrónomo, M.Sc; Director del Programa de Análisis Económico y Estadístico –PAEE
** Economista del PAEE

Durante 1998 la MZC 74-275 dejó de ser utilizada en 18 000 hectáreas, dando paso a otras variedades.

El área sembrada con las variedades V 71-51 y PR 61-632 también disminuyó durante el último año. El análisis detallado de los datos disponibles conduce a suponer que, a pesar de estar en el segundo lugar, la V 71-51 probablemente no llegará a ser la primera. El área con RD 75-11 y Co 421 se mantuvo estable.

En el último año hubo incrementos importantes en el número de hectáreas sembradas con las variedades CC 85-92 (+12 547 ha), CC 84-75 (+4341 ha) y CC 87-434 (+2275 ha). El área con MZC 82-11 aumentó en menor proporción (+235 ha) (Cuadro 2).

Cuadro 1. Participación de las variedades principales (sembradas en áreas superiores al 1% del área total) en el área sembrada con caña de azúcar en los valles de los ríos Cauca y Risaralda. Diciembre 31 de 1998.

Posición obtenida en			Variedades	Area sembrada (ha)	(%) en la industria	Diferencia en participación con 1997 (%)[1]	Acumulado (%)
1996	1997	1998					
1	1	1	MZC 74-275	44 833	23,96	-5,47	23,96
2	2	2	V 71-51	39 395	21,05	-2,26	45,01
4	3	3	CC 85-92	35 023	18,72	6,49	63,72
6	5	4	CC 84-75	17 283	9,24	2,20	72,96
3	4	5	PR 61-632	13 675	7,31	-0,77	80,26
5	6	6	RD 75-11	11 532	6,16	-0,08	86,43
8	7	7	MZC 82-11	3 302	1,77	0,10	88,19
	16	8	CC 87-434	3 033	1,62	1,20	89,81
7	8	9	Co 421	2 510	1,34	-0,15	91,15

Total área sembrada en caña (ha):	187 145
Total área en renovación (ha):	3 129
Total área en cultivos pancoger y pastos (ha):	0,01
Total área disponible para el cultivo[2] (ha):	190 273
Total área en variedades obtenidas por CENICAÑA (ha):	60 481
Total área en variedades evaluadas por CENICAÑA (ha):	66 644
Porcentaje en variedades obtenidas por CENICAÑA (%):	32,32
Porcentaje en variedades evaluadas por CENICAÑA (%):	35,61
Total área en variedades obtenidas y evaluadas por CENICAÑA (ha):	127 125

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

Cuadro 2. Crecimiento en área y cambio en la importancia relativa de las variedades principales sembradas en los valles de los ríos Cauca y Risaralda. Diciembre de 1998.

Posición	Variedades	Cambio en área		Cambio global anual (%)
		(ha)	(%)	
1	MZC 74-275	-9 263	-17,12	-5,48
2	V 71-51	-3 456	-8,07	-2,26
3	CC 85-92	12 547	55,82	6,49
4	CC 84-75	4 341	33,54	2,19
5	PR 61-632	-1 178	-7,93	-0,77
6	RD 75-11	71	0,62	-0,07
7	MZC 82-11	235	7,68	0,10
8	CC 87-434	2 257	291,09	1,20
9	Co 421	-221	-8,10	-0,14

Las variedades CC ocupan 60 480 hectáreas, 46% más que el año pasado. Del área total sembrada con variedades CC, el 86% se distribuye entre CC 85-92 (35 023 ha) y CC 84-75 (17 283 ha) (Cuadro 3).

En la distribución varietal por ingenios, casi todos tienen variedades CC y VIC en los primeros lugares: CC 85-92 en Central Castilla; CC 84-75 en La Cabaña; V 71-51 en Central Tumaco, Providencia, Riopaila y Risaralda; PR 61-632 en Manuelita. En los ingenios Mayagüez, Incauca, Pichichí y Sancarlos la variedad más sembrada es MZC 74-275 (Cuadro 4).

Cuadro 3. Distribución de variedades CENICAÑA Colombia (CC) en el área sembrada en los valles de los ríos Cauca Risaralda. Diciembre 31 de 1998.

Variedades	Manejo ingenios		Proveedores		Total	
	Area (ha)	Diferencia porcentual con 1997 (%)[1]	Area (ha)	Diferencia porcentual con 1997 (%)[1]	Area (ha)	Diferencia porcentual con 1997 (%)[1]
CC 85-92	17 996	51,5	17 027	60,6	35 023	55,8
CC 84-75	10 460	54,6	6 823	10,5	17 283	33,5
CC 87-434	2 463	274,2	570	386,0	3033	291,1
CC 85-63	866	-22,6	550	-17,1	1416	-20,6
CC 85-68	673	-8,1	377	88,4	1050	12,6
CC 84-56	508	-1,6	141	32,7	649	4,2
CC 85-96	371	-6,5	144	-0,1	515	-4,8
CC 87-474	354	9,6	45	-	399	23,6
CC 83-25	155	-30,8	67	-55,2	222	-40,6
CC 86-33	161	36,2	-	-	161	36,2
CC 87-409	101	-4,7	-	-	101	-4,7
CC 87-473	59	13,7	17	-	75	935,8
CC 82-28	51	-1,7	21	0,0	72	-1,2
CC 87-505	65	876,2	-	-	65	876,2
CC 86-29	59	74,4	-	-	60	75,3
CC 89-2000	52	6 172,3	-	-	52	6 164,7
CC 82-15	26	-33,3	25	42,1	51	-9,8
CC 87-117	44	0,0	-	-	44	0,0
CC 87-479	36	-65,9	-	-	36	0,0
CC 87-251	36	0,0	-	-	36	0,0
CC 91-1999	27	79,8	-	-	27	79,8
CC 84-57	13	0,0	-	-	13	0,0
CC 84-66	10	-44,2	-	-	10	-44,2
Otras CC	85		4		89	
Total CC	34 670	49,6	25 811	41,8	60 481	46,1

1. La diferencia porcentual en relación con 1997 se obtienen de la diferencia entre las áreas de este censo y las del censo anterior, dividida por el área del censo anterior.

Cuadro 4. Variedades más sembradas por ingenio. Valles de los ríos Cauca y Risaralda, diciembre 31 de 1998.

Ingenio	Variedad más sembrada	Segunda Variedad	Tercera Variedad
La Cabaña	CC 84-75	RD 75-11	CC 85-92
Incauca	MZC 74-275	CC 85-92	RD 75-11
C. Castilla	CC 85-92	MZC 74-275	CC 84-75
Mayagüez	MZC 74-275	CC 85-92	V 71-51
Tumaco	V 71-51	MZC 74-275	PR 61-632
Manuelita	PR 61-632	MZC 74-275	V 71-51
Providencia	V 71-51	CC 85-92	MZC 74-275
Pichichí	MZC 74-275	V 71-51	CC 85-92
Sancarlos	MZC 74-275	CC 85-92	PR 61-632
Riopaila	V 71-51	MZC 74-275	CC 85-92
Risaralda	V 71-51	MZC 74-275	CC 85-92

Comportamiento del Clima durante 1998

Estación Meteorológica CENICAÑA - San Antonio de los Caballeros

Enrique Cortés Betancourt *

Generalidades

A finales de 1997 y comienzos de 1998 el fenómeno de El Niño alcanzó su fase de mayor desarrollo, convirtiéndose en el evento cálido del Pacífico más fuerte del siglo XX. Las anomalías de la temperatura superficial del mar en el océano Pacífico tropical superaron los 5,0 °C. En la región andina colombiana se observó entonces un déficit generalizado de lluvias y un incremento considerable de las temperaturas del aire.

En febrero se presentaron síntomas inequívocos del debilitamiento acelerado de El Niño y entre marzo y abril se previó el comienzo de un fenómeno de La Niña o evento frío del Pacífico. Se produjo el regreso de las lluvias a la región andina y otras regiones naturales de Colombia, así como el enfriamiento paulatino y generalizado del aire en todo el país; este último continuaría durante todo el primer semestre del año.

La primera temporada de lluvias del año trajo consigo precipitaciones normales en la mayor parte del territorio nacional.

Para junio, El Niño había terminado y empezaba a tomar fuerza el evento frío del Pacífico, el cual se intensificaría durante todo el segundo semestre del año. Sin embargo, los efectos de La Niña no se sintieron de inmediato ni con tanta fuerza debido a la forma atípica y exabrupta como que se dio el cambio en el océano Pacífico y a las masas oceánicas cálidas residuales que aún se observaban en la costa Pacífica suramericana.

La temporada de ciclones tropicales de 1998 en el océano Atlántico y mar Caribe, regiones que presentaban temperaturas del agua y del aire más altas que de costumbre, se inició en julio en forma muy marcada, con presencia de varias tormentas tropicales, huracanes y ondas del este. Durante todo el segundo semestre del año la temporada de huracanes fue muy activa e intensa.

La temperatura superficial del mar en el océano Pacífico tuvo la mayor anomalía en diciembre, con 2,0 °C por debajo de lo normal; esta situación conduce a creer que el fenómeno de La Niña alcanzó su mayor grado de desarrollo y que tenderá a desaparecer en el primer semestre de 1999.

Temperatura

Temperatura Mínima Absoluta

Durante todos los meses del año este parámetro se mantuvo significativamente por encima del respectivo valor histórico mensual. El menor valor de 1998 (16,1 °C) se registró en los meses de julio (día 14) y agosto (día 9) y fue 2,8 °C mayor que la temperatura mínima absoluta para todo el período 1982-1998 (13,3 °C, registrada en noviembre de 1985 y julio de 1986).

Durante los cuatro primeros meses del año la temperatura mínima absoluta aumentó, entre mayo y agosto disminuyó y entre septiembre y diciembre mostró nuevamente crecimiento, aunque no tan intenso. Curiosamente, en abril de 1998 la temperatura mínima absoluta fue superior a la temperatura mínima media de ese mes para el período 1982-1998.

Temperatura Mínima Media

En cada mes de 1998 el valor de este parámetro estuvo por encima del correspondiente

* Ingeniero Meteorólogo, M.Sc; Meteorólogo de la Superintendencia de la Estación Experimental

valor multianual para el período 1982-1998. Los meses del primer semestre de 1998 mostraron, cada uno, los mayores valores de este parámetro en comparación con el respectivo mes del período 1982-1998.

La mayor temperatura mínima media mensual (20,7 °C) tuvo lugar en abril, mientras que la menor (19,0 °C) se registró en los meses de julio, agosto y septiembre. En conjunto, las temperaturas mínimas medias mensuales durante el primer semestre del año fueron mayores que las del segundo semestre.

La temperatura mínima media anual de 1998 (19,6 °C) fue 0,9 °C mayor que el respectivo valor multianual (18,7 °C).

Temperatura Media

El valor de este parámetro climatológico prácticamente descendió mes tras mes durante todo 1998. En el primer cuatrimestre mostró valores entre 24 y 25 °C, en el segundo entre 23 y 24 °C y en el tercero, entre 22 y 23 °C. En comparación, las temperaturas medias mensuales para el período 1982-1998 permanecen prácticamente todos los meses del año entre 23 y 24 °C.

Durante el primer semestre de 1998 las temperaturas medias mensuales estuvieron por encima de los respectivos valores multianuales, mientras que en el segundo semestre se mantuvieron por debajo de éstos. El primer mes de 1998, con 24,9 °C de temperatura media mensual, se constituyó en el segundo enero más cálido del período 1982-1998, luego del ocurrido en 1983 con 25 °C (año El Niño).

Entre enero y noviembre de 1998 hubo una diferencia de 2,5 °C en los valores de la temperatura media mensual. Tan sólo en agosto y diciembre se registró, aunque muy leve, un aumento de este parámetro climatológico (0,1 y 0,3 °C).

La temperatura media anual de 1998 (23,6 °C) fue 0,2 °C mayor que la respectiva media multianual histórica (23,4 °C).

Temperatura Máxima Media

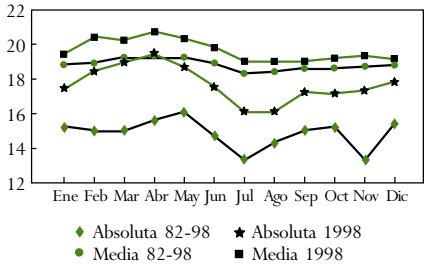
Este parámetro climatológico también presentó tendencia a la baja mes tras mes durante 1998, excepto en junio y octubre, meses durante los cuales se presentó un leve aumento (0,2 y 0,3 °C). Entre enero y mayo los valores superaron las correspondientes medias multianuales del período 1982-1998, mientras que entre julio y diciembre estuvieron por debajo de éstas. En enero de 1998 se presentó el mayor valor de este parámetro de los últimos 17 años para ese mes (32,2 °C).

En junio y octubre los valores de 1998 y del período histórico fueron iguales entre sí y sólo en diciembre de 1998 este parámetro mostró un aumento de 0,8 °C (a escala multianual este aumento es de 0,5 °C).

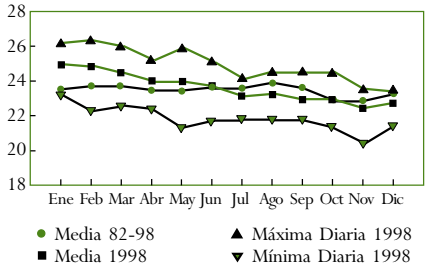
La mayor temperatura máxima media mensual en 1998 tuvo lugar en enero (32,2 °C), mientras que la menor ocurrió en noviembre (27,7 °C). La variación intermensual de este parámetro en 1998 (4,5 °C) fue mucho mayor que la variación de la temperatura mínima media mensual (1,7 °C). Los respectivos valores para el período 1982-1998 son, 1,5 y 0,8 °C.

La temperatura máxima media anual de 1998 (29,6 °C) fue sólo 0,1 °C mayor que el respectivo valor multianual de los últimos 17 años (29,5 °C).

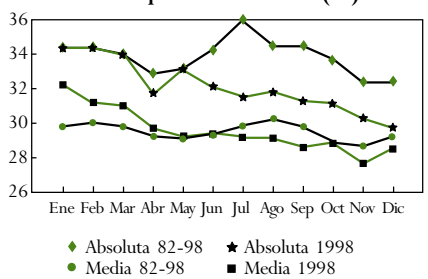
Temperatura Mínima (°C)



Temperatura Media (°C)



Temperatura Máxima (°C)



Temperatura Máxima Absoluta

En enero y mayo de 1998 se registraron las mayores temperaturas máximas absolutas de todo el período histórico (34,4 y 33,1 °C). En febrero y marzo se igualaron los correspondientes valores multianuales (34,4 y 34,0 °C), ambos registrados también en 1987. O sea que en cuatro meses de 1998, todos ellos en el primer semestre del año, se presentaron las mayores temperaturas máximas absolutas del período 1982-1998.

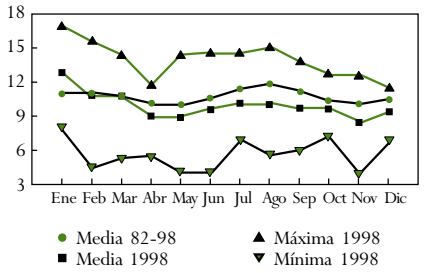
Entre enero y marzo y entre mayo y diciembre la temperatura máxima absoluta disminuyó paulatinamente mes tras mes, excepto en agosto cuando se registró un leve aumento (0,3 °C). Entre junio y diciembre de 1998 las temperaturas máximas absolutas permanecieron muy por debajo de los respectivos valores históricos.

Oscilación Diaria de la Temperatura

Entre enero y mayo de 1998 este parámetro climatológico tendió a disminuir. En enero fue superior casi en 2 °C al valor medio multianual de 1982-1998 para ese mes.

En cada mes de abril a diciembre la oscilación de la temperatura presentó valores inferiores a las correspondientes medias mensuales multianuales del período histórico.

Oscilación Diaria de la Temperatura (°C)



Durante agosto, septiembre y noviembre esta diferencia fue mayor a 1,5 °C. En 1998 el promedio anual de la oscilación media diaria de la temperatura del aire (9,9 °C) estuvo 0,8 °C por debajo del correspondiente valor multianual para los últimos 17 años (10,7 °C).

Precipitación

Total de lluvias

La precipitación de lluvia total durante 1998 (972,2 mm) constituye el 86% del total anual multianual para la Estación meteorológica CENICAÑA -San Antonio de los Caballeros en los últimos 17 años (1135,8 mm). Puede considerarse una cantidad anual de lluvia normal.

Sin embargo, en algunos meses de 1998 las lluvias fueron muy escasas, como ocurrió en enero y agosto cuando las lluvias constituyeron sólo el 25% y el 27% del total mensual multianual correspondiente. Enero de 1998, con 22,2 mm, es el segundo enero más seco del período 1982-1998, después de enero de 1983 (año El Niño) que registró 14,9 mm.

En febrero y diciembre las lluvias fueron deficitarias, aunque no de manera significativa: 53% y 62% de la norma mensual multianual.

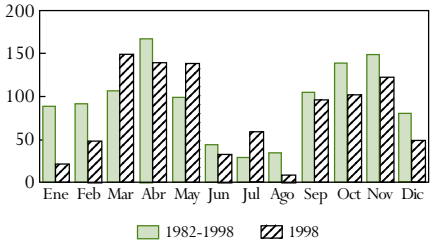
Por el contrario, en julio de 1998 llovió exactamente el doble que lo normal (59,6 mm vs. 29,8 mm), convirtiéndose en el segundo julio más lluvioso de los últimos 17 años; el primero es el de 1988 (año La Niña) cuando se registraron 104,6 mm. Las lluvias de marzo y mayo de 1998 fueron 40% superiores a la correspondiente precipitación media mensual multianual.

En abril, junio, septiembre, octubre y noviembre la precipitación mostró valores entre 73% y 91% del correspondiente valor medio mensual para el período 1982-1998.

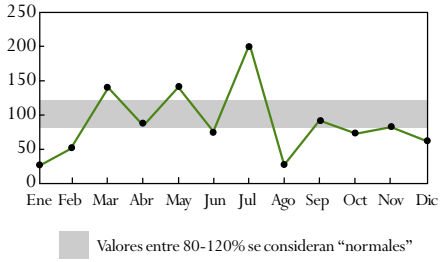
Durante 1998 se mantuvo el régimen bimodal de distribución intermensual de las lluvias; mientras que la primera temporada lluviosa(marzo-abril-mayo) trajo 15% más precipitación que lo normal, la segunda (septiembre-octubre-noviembre) sólo trajo el 82% de las lluvias acostumbradas para esa época del año.

La acumulación de lluvias en 1998 prácticamente siguió el patrón medio de los últimos 17 años, aunque en cantidades un poco inferiores que las acostumbradas.

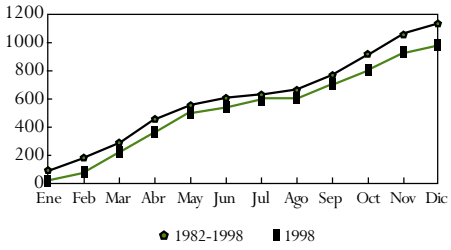
Precipitación Mensual (mm)



Precipitación Mensual Año 98 vs. Período 82-98 (%)



Precipitación Acumulada Mes a Mes (mm)

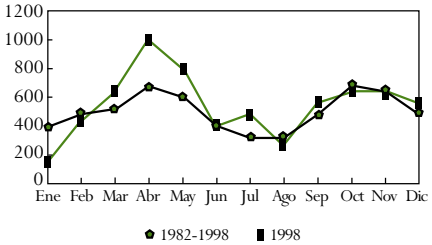


Número de días con lluvia

A pesar de haber tenido 86% menos precipitación que la normal anual multianual, el número total de días con lluvia en 1998 (165) fue 11% mayor que el respectivo promedio anual multianual (149).

En 1998 se presentaron 16 días más que lo tradicional con lluvias ligeras (entre 0,1 y 1,0 mm) y 6 días más con precipitaciones moderadamente fuertes (entre 10 y 20 mm).

Número Total de Días con Lluvia en el Mes (#)



Lluvia Máxima en 24 horas

En cada mes de 1998 este parámetro climatológico fue menor que el correspondiente valor mensual de los últimos 17 años.

La precipitación máxima en 24 horas fue de 45,6 mm y tuvo lugar el 3 de abril. Entre 1982-1998 la máxima precipitación fue de 99,9 mm y ocurrió el 24 de septiembre de 1997.

Evaporación

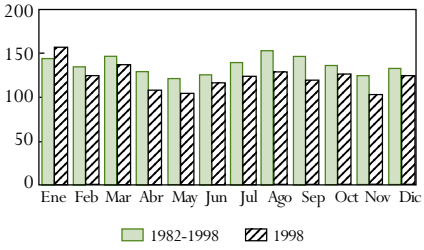
La cantidad total de evaporación durante 1998 fue de 1478,2 mm, equivalente al 90% del valor medio anual para el período 1982-1998 (1639,2 mm); estos valores convierten a 1998 en el tercer año con menos evaporación de los últimos 17 años, luego de 1984 (1461,4 mm) y 1996 (1461,8 mm).

La variación intermensual de la evaporación osciló entre 103,4 mm en noviembre y 157,3 mm en enero. Con excepción de enero, todos los meses de 1998 mostraron evaporaciones menores que las mensuales tradicionales; incluso julio, agosto, septiembre y noviembre registraron la menor evaporación mensual de los últimos 17 años para el respectivo mes.

La evaporación media diaria anual de 1998 fue de 4,1 mm, contra el respectivo valor multianual de 4,5 mm. Este parámetro, a escala mensual, varió entre 3,1 mm (noviembre) y 5,1 mm (enero).

El máximo valor de evaporación diaria durante 1998 (7,8 mm) tuvo lugar el 17 de febrero, en tanto que el mínimo valor (0,2 mm) se registró el 22 de noviembre.

Evaporación Mensual (mm)



Radiación Solar

El total anual de radicación solar en 1998 en la estación CENICAÑA fue de 143 827 cal/cm^2 x año, valor equivalente al 95% del total anual multianual de los últimos 17 años (151 999 cal/cm^2 x año).

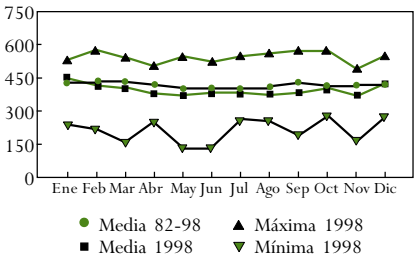
El mes con mayor radiación solar acumulada fue enero con 13 846 cal/cm^2 x mes y el de menor radiación fue noviembre con 11 034 cal/cm^2 x mes.

Para todo 1998 la radiación media diaria fue de 394 cal/cm^2 x día, equivalente al 95% del respectivo valor anual multianual del período 1982-1998 (416,3 cal/cm^2 x día). Con ese valor, 1998 se constituye en el año con menor radiación media diaria de los últimos 17 años, seguido de 1990 con 395,4 cal/cm^2 x día.

En enero se registró el mayor valor de radiación media diaria en un mes (446,6 cal/cm^2 x día), el cual excede en 23 unidades al respectivo valor multianual para ese mes (423,7 cal/cm^2 x día). Agosto y noviembre de 1998 se constituyen, cada uno, en el correspondiente mes con menor radicación media diaria en todo el período 1982-1998 (370,6 y 367,8 cal/cm^2 x día).

El día de mayor radiación en el año fue el 6 de septiembre, con 574,4 cal/cm^2 x día; el de menor radiación fue el 15 de junio, con 129,5 cal/cm^2 x día.

Radiación Solar Diaria (cal/cm^2 x día)



Brillo Solar

En la estación CENICAÑA se registraron 1866,3 horas de brillo solar durante 1998, cifra que conforma el 97,5 % del respectivo valor medio anual multianual (1914,8 horas).

El mes con mayor brillo solar to-tal fue enero (229,8 horas) y el de menor valor fue abril (118,5 horas).

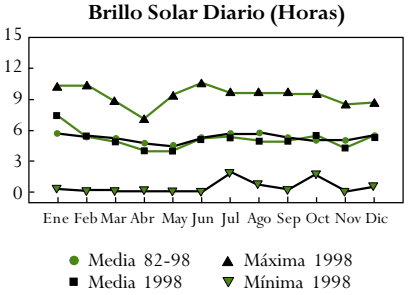
El brillo solar medio diario anual durante 1998 fue de 5,1 horas, al tiempo que el respectivo valor multianual es de 5,2 horas. Enero fue el mes con mayor brillo solar medio diario (7,4 horas), mientras abril y mayo fueron los de menor valor (4,0 horas).

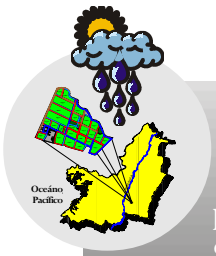
En los cinco primeros meses del año hubo una disminución notoria y paulatina de los valores medios diarios mensuales de brillo solar.

La mayoría de los meses de 1998 presentaron valores un poco menores que los valores multianuales para este parámetro climatológico. Por el contrario, enero de 1998 tuvo 1,7 horas más de brillo solar medio diario (7,4 horas), en comparación con la tendencia multianual de 5,7 horas para ese mes.

El 30 de junio fue el día de mayor brillo solar (10,5 horas). Así mismo, varios días de febrero, mayo, junio y noviembre no presentaron radiación solar directa (brillo solar: 0,0 horas).

Brillo Solar Diario (Horas)





Servicio de Consultas a la Red Meteorológica Automatizada

El sector azucarero posee una red meteorológica automatizada compuesta por 28 estaciones ubicadas a lo largo y ancho de la región azucarera del valle del río Cauca. Mediante consultas al computador central de la red es posible obtener datos meteorológicos en tiempo real, así como resúmenes horarios y diarios de los días precedentes. Para utilizar el servicio, CENICAÑA asesora sobre los programas de computador para más apropiados, otorga las claves de acceso y realiza la inducción necesaria.

Para mayor información puede comunicarse con:
Enrique Cortés Betancourt *ecortes@cenicana.org*
José Yesid Gutiérrez Viveros *jvgutier@cenicana.org*

Area Meteorología – CENICAÑA
Teléfonos: (092) 664 80 25 al 30
Extensión 174

Boletín Climatológico Anual 1998

Estación Meteorológica CENICAÑA - San Antonio de los Caballeros

1998	Temperatura del Aire (°C)							Oscilación Diaria de la Temp. (°C)				
	Mínima			Media mensual	Máxima			Mínima		Media		Máxima
	Absoluta		Media		Media	Absoluta						
ENE	(2,3)	17,4	19,4	24,9	32,2	34,4	(3)	(6)	7,9	12,8	17,0	(3)
FEB	(17)	18,4	20,4	24,8	31,1	34,4	(16)	(10)	4,4	10,7	15,5	(17)
MAR	(24)	18,9	20,2	24,4	31,0	34,0	(19)	(23)	5,2	10,8	14,4	(19)
ABR	(7)	19,4	20,7	24,0	29,7	31,7	(15)	(11)	5,4	9,0	11,7	(15)
MAY	(20)	18,7	20,3	23,9	29,2	33,1	(20)	(26)	4,0	8,9	14,4	(20)
JUN	(30)	17,5	19,8	23,7	29,4	32,1	(30)	(15)	4,0	9,6	14,6	(30)
JUL	(14)	16,1	19,0	23,1	29,2	31,5	(1)	(5)	6,9	10,2	14,5	(1)
AGO	(9)	16,1	19,0	23,2	29,1	31,8	(24)	(6)	5,5	10,0	15,1	(9)
SEP	(20)	17,2	19,0	22,9	28,6	31,3	(30)	(8)	5,9	9,6	13,7	(6)
OCT	(17)	17,1	19,2	22,9	28,9	31,1	(10)	(30)	7,2	9,7	12,7	(10)
NOV	(11)	17,3	19,3	22,4	27,7	30,3	(1)	(22)	3,7	8,5	12,6	(11)
DIC	(25)	17,8	19,1	22,7	28,5	29,8	(27)	(2)	6,7	9,4	11,5	(14)
Mínima	Jul, ago	**16,1**	19,0	22,4	27,7			Nov - 22	**3,7**	8,5		
Media			**19,6**	**23,6**	**29,6**					**9,9**		
Máxima			20,7	24,9	32,2	**34,4**	Ene, feb			12,8	**17,0**	Ene - 3

Período 82- 98	Temperatura del Aire (°C)							Oscilación media (°C)	Humedad relativa (%)
	Mínima			Media mensual	Máxima				
	Absoluta		Media		Media	Absoluta			
ENE	(1993)	15,2	18,7	23,4	29,6	34,4	(1998)	10,9	77
FEB	(1985)	15,0	18,8	23,6	29,9	34,4	(87,98)	11,0	77
MAR	(1989)	15,0	19,1	23,7	29,8	34,0	(87,98)	10,7	78
ABR	(1985)	15,6	19,1	23,4	29,3	32,8	(1987)	10,2	80
MAY	(1986)	16,1	19,1	23,4	29,1	33,1	(1998)	9,9	81
JUN	(1986)	14,7	18,9	23,6	29,4	34,2	(1992)	10,5	79
JUL	(1986)	13,3	18,3	23,7	29,8	35,9	(1997)	11,5	75
AGO	(1982)	14,3	18,4	23,9	30,2	34,5	(1983)	11,9	75
SEP	(1986)	15,0	18,6	23,6	29,9	34,4	(1986)	11,3	77
OCT	(1986)	15,2	18,5	22,9	28,9	33,7	(1983)	10,4	80
NOV	(1985)	13,3	18,6	22,8	28,7	32,3	(1997)	10,1	81
DIC	(1985)	15,4	18,7	23,2	29,2	32,4	(1987)	10,5	80
Mínima	('85, '86)	**13,3**	18,3	22,8	28,7			9,9	75
Media			**18,7**	**23,4**	**29,5**			**10,7**	**78**
Máxima			19,1	23,9	30,2	**35,9**	(1997)	11,9	81

Nota: Los números entre paréntesis indican la fecha (día o año) en que se presentó el respectivo valor extremo.

1998	Precipitación (mm)					Días con lluvia					Evaporación (mm)					
	Total mensual	% del promedio	Acumulada mes a mes	Máxima en 24 horas		> a 0.0	0.1 a 1.0	1 a 10	10 a 20	≥ a 20	Total mensual	Diaria				
												Mínima		Media		Máxima
ENE	22,2	25	22,2	17,5	(14)	4	1	2	1	0	157,3	(7)	2,2	5,1	7,0	(4)
FEB	48,7	53	70,9	20,9	(14)	11	4	5	1	1	125,5	(11)	1,6	4,5	7,8	(17)
MAR	149,2	139	220,1	37,4	(25)	16	6	4	3	3	138,3	(20)	0,7	4,5	6,9	(17)
ABR	139,8	84	359,9	45,6	(3)	25	14	5	5	1	107,9	(23)	1,7	3,6	5,2	(25)
MAY	138,9	140	498,8	45,5	(3)	20	7	9	1	3	104,9	(29)	0,9	3,4	5,7	(20)
JUN	33,5	75	532,3	13,2	(8)	10	2	7	1	0	116,7	(15)	1,4	3,9	6,9	(30)
JUL	59,6	200	591,9	21,6	(22)	12	5	5	2	0	124,0	(18)	1,7	4,0	6,7	(21)
AGO	9,6	27	601,5	3,5	(6)	7	5	2	0	0	128,7	(28)	2,6	4,2	5,7	(11,18)
SEP	96,1	91	697,6	16,9	(14)	14	3	6	5	0	119,7	(19)	1,8	4,0	7,3	(6)
OCT	101,9	73	799,5	25,2	(4)	16	5	7	2	2	126,3	(17)	2,0	4,1	7,5	(12)
NOV	122,6	82	922,1	41,8	(22)	16	4	8	2	2	103,4	(22)	0,2	3,4	6,1	(3)
DIC	50,1	62	972,2	13,6	(7)	14	5	7	2	0	125,5	(2,11)	1,9	4,0	6,2	(27)
Mínima	9,6					4	1	2	0	0	103,4	Nov - 22	0,2	3,4		
Media	81,0					14	5	6	2	1	123,2			4,1		
Máxima	149,2			45,6	Abr-03	25	14	9	5	3	157,3			5,1	7,8	Feb - 17
Total	972,2	86	972,2			165	61	67	25	12	1478,2					

Período 82-98	Precipitación (mm)		Días con lluvia					Evaporación (mm)		Radiación Solar (cal/cm²)		Brillo Solar (horas)	
	Total mensual	Acumulada mes a mes	> a 0,0	0,1 a 1,0	1 a 10	10 a 20	≥ a 20	Total mensual	Media diaria	Total mensual	Media diaria	Total mensual	Medio diario
ENE	88,7	88,7	10	3	5	1	2	144,2	4,7	13 134,7	423,7	176,7	5,7
FEB	91,9	180,6	11	3	5	1	2	135,0	4,8	12 108,0	428,6	152,6	5,4
MAR	107,1	287,7	13	3	6	2	1	146,5	4,7	13 423,0	433,0	161,2	5,2
ABR	166,5	454,2	17	5	6	3	3	129,3	4,3	12 558,0	418,6	141,0	4,7
MAY	99,2	553,4	15	5	7	2	1	122,5	4,0	12 369,0	399,0	139,5	4,5
JUN	44,7	598,1	10	4	5	1	0	126,1	4,2	12 234,0	407,8	159,0	5,3
JUL	29,8	627,9	8	3	4	0	0	140,3	4,5	12 452,7	401,7	173,6	5,6
AGO	35,2	663,1	8	4	4	0	0	154,0	5,0	12 703,8	409,8	176,7	5,7
SEP	105,1	768,2	12	3	5	2	1	146,7	4,9	12 804,0	426,8	159,0	5,3
OCT	138,9	907,1	17	5	8	2	2	137,2	4,4	12 824,7	413,7	155,0	5,0
NOV	148,6	1055,7	16	4	8	3	2	124,0	4,1	12 426,0	414,2	150,0	5,0
DIC	80,1	1135,8	12	3	7	2	1	133,4	4,3	12 961,1	418,1	170,5	5,5
Mínima	29,8		8	3	4	0	0	122,5	4,0	12 108,0	399,0	139,5	4,5
Media	94,7		12	4	6	2	1	136,6	4,5	12 666,6	416,3	159,6	5,2
Máxima	166,5		17	5	8	3	3	154,0	5,0	13 423,0	433,0	176,7	5,7
Total	1135,8	1135,8	149	45	70	19	15	1639,2		151 999,0		1914,8	

1998	Radiación Solar (cal/cm²)						Brillo Solar (horas)					
	Total mensual	Diaria					Total mensual	Diario				
		Mínima		Media	Máxima			Mínimo		Medio	Máximo	
ENE	13 846,0	(7)	236,7	446,6	528,3	(3)	229,8	(7)	0,3	7,4	10,3	(4)
FEB	11 629,3	(8)	216,6	415,3	574,3	(16)	150,9	(8)	0,0	5,4	10,4	(16)
MAR	12 560,8	(20)	154,5	405,2	538,3	(15)	152,4	(20,23)	0,1	4,9	8,8	(19)
ABR	11 281,0	(23)	248,6	376,0	504,0	(5)	118,5	(23)	0,1	4,0	7,1	(15)
MAY	11 405,4	(26)	130,1	367,9	546,7	(20)	123,0	(Vrs)	0,0	4,0	9,4	(21)
JUN	11 457,1	(15)	129,5	381,9	523,8	(30)	157,4	(15)	0,0	5,2	10,5	(30)
JUL	11 939,9	(5)	261,4	385,2	547,0	(1)	167,8	(5)	1,8	5,4	9,7	(1)
AGO	11 488,3	(6)	253,7	370,6	561,5	(9)	154,3	(19)	0,7	5,0	9,7	(9)
SEP	11 472,7	(8)	187,8	382,4	574,4	(6)	148,8	(8)	0,2	5,0	9,7	(6)
OCT	12 546,0	(30)	275,6	404,7	569,7	(12)	167,7	(30)	1,7	5,4	9,5	(10)
NOV	11 033,6	(17)	162,3	367,8	491,6	(1)	127,8	(17)	0,0	4,3	8,5	(11)
DIC	13 166,6	(17)	269,2	424,7	546,7	(21)	167,9	(17)	0,5	5,4	8,7	(8)
Mínima	11 033,6	Jun - 15	129,5	367,8			118,5	Vrs	0,0	4,0		
Media	11 985,6			394,0			155,5			5,1		
Máxima	13 846,0			446,6	574,4	Sep - 6	229,8			7,4	10,5	Jun - 30
Total	143 826,7						1866,3					

Nota: Los números entre paréntesis indican la fecha (día o año) en que se presentó el respectivo valor extremo.

Nuevas Tecnologías de Riego en el Ingenio Manuelita

Jaime F. Gómez*
Mario A. Prada**
Cecil Gutiérrez***

"Comenzamos a usar los politubulares después de conocer sus ventajas y funcionamiento en la finca piloto establecida entre Manuelita, CENICAÑA y CIAT", afirma el ingeniero Jaime Gómez, uno de los principales promotores de esta tecnología en el Ingenio.

En el Ingenio Manuelita la labor de riego se considera indispensable para asegurar el desarrollo y la producción óptima de la caña de azúcar. El uso de politubulares y tuberías rígidas con compuertas, así como la aplicación del riego por surcos alternos con caudal aumentado, han permitido reducir significativamente las pérdidas de agua y aumentar la eficiencia de la labor. La adopción de estas tecnologías es un resultado del Plan de Manejo y Control del Riego establecido en el Ingenio desde 1997.

Mediante las investigaciones realizadas por CENICAÑA en el valle del río Cauca se ha determinado que la caña de azúcar requiere 1300 mm de agua durante un ciclo vegetativo de 13 meses. En el Ingenio Manuelita, donde la precipitación efectiva es de 800 mm, se aplican entre 5 y 7 riegos suplementarios por ciclo vegetativo; el riego por surcos se aplica sólo durante la fase de avance del agua, cortando el suministro un poco antes de que el frente de avance llegue al final del surco.

En general, la eficiencia del riego aplicado por gravedad o superficie es baja debido a las pérdidas de agua en las acequias regadoras y en los surcos. En el Ingenio Manuelita las pérdidas de agua en las vías de riego oscilaban entre el 10 y el 40% del recurso hídrico disponible, principalmente como consecuencia de la infiltración; con el revestimiento de los canales de conducción y el uso de las nuevas tecnologías estas pérdidas se han reducido significativamente.

* Ingeniero Agrónomo, M.Sc.; Jefe Departamento de Agronomía-Ingenio Manuelita.
** Ingeniero Agrónomo; Ingeniero de Proyectos Campo-Ingenio Manuelita.
*** Ingeniero Mecánico; Jefe Taller Agrícola-Ingenio Manuelita.

Para seleccionar el método de aplicación del riego es fundamental tener en cuenta los siguientes aspectos: textura del suelo, velocidad de infiltración del agua en el suelo, profundidad radical del cultivo, topografía del terreno y disponibilidad de agua y mano de obra. La labor de riego es costosa y requiere personal calificado.

Figura 1. Uso de politubulares para reemplazar las acequias conductoras de agua y las acequias regadoras tradicionales. Riego de la caña de azúcar, Ingenio Manuelita.

Riego con Politubulares

Los politubulares son mangueras de polietileno utilizadas para reemplazar las acequias conductoras de agua y las acequias regadoras tradicionales (Figura 1). En países como Australia y Estados Unidos se usan ampliamente.

En el Ingenio Manuelita se comenzaron a emplear después conocer sus ventajas y funcionamiento en la finca piloto establecida entre el Ingenio, CENICAÑA y el Centro Internacional de Agricultura Tropical –CIAT. Al finalizar 1998 el Ingenio tenía 1 200 hectáreas con politubulares y estaba alcanzando rendimientos entre 1,8 y 2,5 hectáreas-hombre/día de ocho horas y volúmenes de aplicación hasta de 1 200 m^3/ha (120 mm). Las proyecciones son instalar politubulares para el riego de 2 700 hectáreas adicionales, completando así aproximadamente 4 000 hectáreas.

Los politubulares con diámetro de 18" (45,72 cm) son los apropiados para conducir caudales entre 100 y 140 litros/segundo; utilizando compuertas de 3,5" de diámetro es posible aplicar caudales de 6 l/s/surco, con lo cual es viable manejar conjuntos de 30 surcos de riego simultáneo por el método de surco alterno (surcos de 150 m y distancia entre surcos de 1,75 m). Si el tiempo de riego oscila entre 2,5 y 3,0 horas/conjunto se llega a los volúmenes y rendimientos antes mencionados. Para trabajar con caudales entre 50 y 70 l/s se utilizan politubulares de 15" (38,1 cm) de diámetro.

El polietileno utilizado para fabricar los politubulares es resistente a los rayos ultravioleta y su calibre corriente oscila entre 0,4 y 0,5 mm (15 a 19 milésimas de pulgada). Ambas características son importantes para lograr una durabilidad mínima de dos años.

Para garantizar el funcionamiento adecuado de los politubulares es necesario que el nivel del agua en la estructura de entrega tenga una altura mínima de 0,3 metros con respecto a las salidas del politubular. Así mismo, para obtener presiones entre 1,3 y 1,4 PSI (libras/pulgada^2) se requiere que la pendiente máxima a lo largo del recorrido del politubular sea igual a 0,5%.

En el Ingenio Manuelita se diseñaron mangas antierosivas (Figura 2) para dirigir el flujo de agua hacia las calles o surcos y prevenir la erosión que puede causar el agua en las cabeceras al entrar en contacto con el suelo. Estas mangas antierosivas se fabrican con material de deshecho de los mismos politubulares; se ajustan fácilmente a las compuertas de salida del agua y son de fácil remoción.

Figura 2.

Mangas antierosivas diseñadas en el Ingenio Manuelita para dirigir el flujo de agua a los surcos y prevenir la erosión del suelo en el riego por superficie. 1998.

También se debe colocar rejillas-filtro en las obras de captación para evitar la acumulación de basuras en el interior del politubular. Otros elementos necesarios son: amarres y trinchos con tacos de madera o guadua para cada conjunto de riego; uniones de 14 ¾" ó 17 ¾" por 30 cm de longitud; codos y tees de igual diámetro que el del politubular. Cuando el agua utilizada contiene sedimentos es necesario construir trampas de sedimentación en las obras de captación a fin de evitar la acumulación de barro en el politubular, de manera que sea fácil recogerlo al momento del corte de la caña.

Politubulares

Ventajas

- **Disminución de las pérdidas de agua y aumento del rendimiento de los regadores.**
- **Recuperación de área para siembra, equivalente al 1,5- 2,0 % del área total de la suerte. Dicha área se destinaba antes para las acequias regadoras.**
- **Reducción del 50% de la mano de obra directa: actualmente se requiere un hombre por frente de riego. Reducción del 100% de la mano de obra indirecta, antes dedicada a la construcción de trinchos.**
- **Reducción del 10% de los costos operativos del riego, invertidos antes para abrir y tapar las acequias regadoras.**
- **Adecuación del terreno para las operaciones de cosecha mecanizada.**

Desventajas

- **El uso de politubulares exige nivelar las vías de riego. Para instalarlos se debe nivelar la franja de terreno donde se construye la "cama", sobre la cual se extiende el politubular.**
- **La acumulación de basuras o sedimentos en el politubular dificultan su manipulación antes de la cosecha.**

Riego con Tubería Rígida

En terrenos con pendientes irregulares se están utilizando tuberías rígidas de PVC o aluminio. Estos materiales son más resistentes que el polietileno y permiten trabajar con mayor presión los flujos de agua. Su utilización en el Ingenio Manuelita ha contribuido a disminuir las pérdidas de agua durante la conducción y a recuperar para la siembra el 0,5% del área total de la suerte.

Al finalizar 1998 el Ingenio había instalado este tipo de tuberías para el riego de 700 hectáreas. Con resultados similares a los obtenidos con los politubulares, las tuberías rígidas tienen la ventaja de poder trabajar durante 24 horas, logrando rendimientos diarios superiores a 6 ha/hombre.

Para conducir caudales de 40 l/s se utilizan tuberías con diámetro de 6" (15,24 cm); para conducir entre 60 y 70 l/s el diámetro debe ser de 8" (20,32 cm); para 100 l/s de 10" (25,4 cm) y para caudales de 120 l/s, de 12" (30,48 cm).

Los materiales de estas tuberías son resistentes a los rayos ultravioleta y el calibre corriente es de RDE-81, inferior al utilizado para construcción.

Debido que se puede trabajar con presiones hasta de 15 PSI, es apropiado instalar una serie de líneas enterradas estratégicamente a lo largo de las haciendas influenciadas y tener hidrantes para cada suerte o tablón de riego. En estos hidrantes se acoplan las líneas secundarias superficiales, las cuales están conformadas por una serie de tubos para aplicar el agua.

Al momento del riego, la operación consiste en transportar e instalar con acoples tipo ames la serie de tubos de aplicación de agua, los cuales miden 9 metros. Cada tubo posee compuertas dobles, distanciadas cada 1,50 metros. El transporte de los tubos y su instalación a lo largo de la cabecera de un tablón o suerte representa el 20% del tiempo de riego; se requiere un tractor de 80 HP y un ayudante, lo cual constituye únicamente el 16% del costo operativo del riego.

Una vez se instala la tubería de aplicación, el riego puede ser ejecutado fácilmente por el regador. Al no necesitar amarres en cada conjunto de surcos de riego simultáneo, la labor operativa disminuye; esto repercute en un mayor caudal manejado por hombre (hasta 100 l/s/hombre). Así, por surco alterno se pueden regar conjuntos de 30 surcos con caudales de 7 l/s/surco. Debido a que se trabaja con mayor presión, es necesario usar las mangas antierosivas para evitar el golpe del agua sobre el suelo y facilitar la conducción de ésta a las calles

Tuberías Rígidas

Ventajas

- **Disminución del 30% del volumen de agua aplicado tradicionalmente, como resultado de reducir las pérdidas por conducción.**
- **Mayor eficiencia en el uso de las fuentes de agua al permitir la operación de riego durante 24 horas.**
- **Reducción de la mano de obra directa hasta en un 50%.**
- **Recuperación de área para la siembra de caña: se recupera el área que ocupaban las antiguas acequias regadoras, el área ocupada por coronas y aquella con politubulares de conducción, ahora reemplazados por tubería enterrada.**
- **Menor exigencia para la instalación en cuanto a la nivelación de las vías de riego.**
- **Durabilidad de 15 años.**
- **No presentan problemas de sedimentación o presencia de basuras.**

Desventajas

- **Mayor uso de mano de obra indirecta. Incremento del 70% en relación con los politubulares.**

o surcos que no necesariamente se encuentran enfrentados con las compuertas de aplicación.

Para desacoplar los tubos sin apagar el motor de bombeo se utilizan llaves-tubo o una serie de válvulas pequeñas, con lo cual se reduce el tiempo muerto. De otra parte, aunque la tubería tiene cierta flexibilidad, para facilitar la operación en curvas se utilizan codos de 45° y 90°.

Por la resistencia del material, la durabilidad de las tuberías es mucho mayor que la de los politubulares, alcanzando hasta 15 años. A pesar de que la inversión inicial es el doble de la necesaria para usar politubulares, el factor de reposición se disminuye cinco o más veces: mientras que un politubular se debe reponer cinco veces en 15 años, la tubería solamente se debe reponer una vez.

Surco Alterno con Caudal Aumentado

El riego por surco alterno es un método desarrollado por CENICAÑA, utilizado en el Ingenio Manuelita desde 1997. Con esta tecnología se reduce la lámina de agua aplicada en cada riego y se incrementa el número de hectáreas regadas por hombre en un día.

Con los caudales tradicionales de 3 a 4 l/s y en surcos de 150 a 250 metros de longitud es frecuente que la velocidad de avance del agua sea lenta y que ocurran pérdidas altas por percolación profunda. Para mejorar estas condiciones, en 1997 se realizaron una serie de evaluaciones operativas del riego por surco alterno probando caudales mayores que los comúnmente utilizados en nuestro medio.

El trabajo contó con la cooperación del ingeniero Ricardo Cruz Valderrama, especialista en suelos y aguas de CENICAÑA. Las evaluaciones se llevaron a cabo en suelos de textura arcillosa y franco-arcillosa.

En estos suelos, al regar por surco alterno con caudales hasta de 6 l/s se aumentó notablemente el rendimiento de la labor y se redujo la lámina de infiltración acumulada a lo largo de los surcos, en contraste con el caudal de 3 l/s. Los volúmenes de agua aplicados disminuyeron en un rango entre 577 y 1678 m^3/ha y el rendimiento de los regadores se incrementó de 0,8 a 1,9 ha/día, sin aplicar láminas de riego inferiores a las requeridas (Cuadro 1, Figura 3). Cabe anotar que para aplicar caudales de 6 l/s es indispensable utilizar mangas antierosivas en las salidas de agua a los surcos.

Cuadro 1. Evaluación operativa del riego por superficie con diferentes caudales de aplicación, en suelos de textura arcillosa y franco-arcillosa. Ingenio Manuelita, 1998.

Suerte	Longitud surcos (m)	Distancia entre surcos (m)	No. corte	Pendiente (%)	Textura suelo[1]	Sistema aplicación[2]	Caudal/ surco (l/s)	Volumen aplicado acum. (m^3/ha)	Eficiencia aplicación (%)	ha/hombre/ día (8 horas)	Lámina infilt. (mm)
210 FLO	150	1,75	4	0,25	Ar	Politub 1 compuerta S/C	3,4	3286,48	21,30	0,95	328,00
210 FLO	150	1,75	4	0,25	Ar	Politub 2 compuertas S/C	6,4	1414,00	49,50	1,89	140,83
210 FLO	150	1,75	4	0,25	Ar	Politub 2 compuertas S/A	6,0	1057,95	66,17	2,35	113,67
108 GER	180	1,75	0	1,10	FAr	Politub 1 compuerta S/C	3,5	1468,24	47,68	2,06	144,50
108 GER	180	1,75	0	1,10	FAr	Politub 2 compuertas S/C	6,4	1161,00	60,29	2,38	102,33
108 GER	180	1,75	0	1,10	FAr	Politub 2 compuertas S/A	6,4	890,00	78,65	3,10	90,50
83 RSO	150	1,75	7	0,80	Ar	Tub, PVC 1 compuerta S/C	3,5	1750,00	34,29	1,39	173,91
83 RSO	150	1,75	7	0,80	Ar	Tub, PVC 2 compuertas S/C	6,4	1536,00	39,06	1,92	156,16
83 RSO	150	1,75	7	0,80	Ar	Tub, PVC 2 compuertas S/A	8,0	846,22	70,90	3,81	85,88

1. Ar: textura arcillosa; FAr: textura franco-arcillosa
2. S/C: riego por surco continuo; S/A: riego por surco alterno

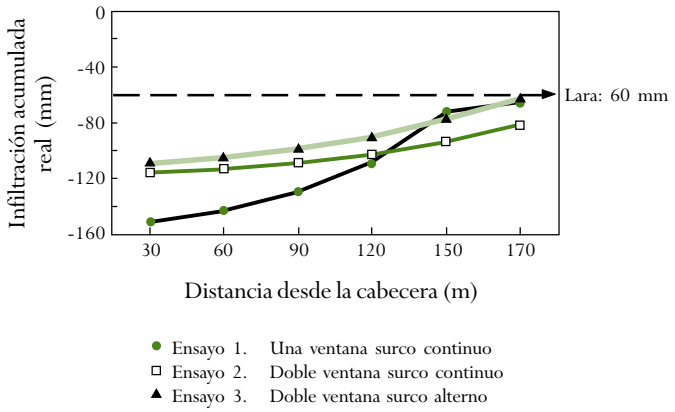


Figura 3. Evaluaciones de la lámina de infiltración acumulada a lo largo del surco. Ingenio Manuelita, 1998.

Figura 4. Accesorios utilizados en el riego con politubulares: sacabocados y compuertas para caudales de 3 y 6 l/s.

Las evaluaciones se basaron en pruebas hidraúlicas mediante las cuales se determinó la lámina de infiltración acumulada a lo largo de los surcos utilizando el método de balance de volúmenes descrito por Cristiansen; al mismo tiempo se llevó a cabo el control diario del riego con base en el método propuesto por CENICAÑA para la evaluación administrativa de esta labor. Se usaron politubulares y tuberías rígidas de PVC con dos compuertas (caudal de 3 l/s cada una) y con una compuerta (caudal de 6 l/s) (Figuras 4 y 5).

El riego por surco alterno con caudal aumentado (6 l/s o más) no se recomienda para suelos salinos-sódicos, riegos de germinación, preemergencia de malezas o fertilización. En las zonas de piedemonte, el riego se debe aplicar por surco continuo con caudales entre 3 y 4 l/s para prevenir la erosión del suelo.

Figura 5.

Riego con caudal aumentado: (a) dos compuertas de 3 l/s cada una; (b) una compuerta de 6 l/s.

Ventajas del riego por surco alterno con caudal aumentado

- **Disminución de los costos de riego por usar compuertas para caudal aumentado: (a) Para regar un surco se usa una compuerta con capacidad de aplicación de 6 l/s y una manga antierosiva; antes se necesitaban dos compuertas pequeñas de 3 l/s y dos mangas antierosivas. (b) El precio unitario de una compuerta grande es inferior al de una compuerta pequeña. (c) El ahorro por concepto de compuertas y mangas antierosivas en una hectárea con surcos de 150 m y distancia entre ellos de 1,75 m, irrigada por surco alterno, es de $Col 120 000,oo. A este valor se debe sumar el equivalente al ahorro en el consumo de agua y al aumento en la eficiencia del riego.**
- **El riego por surco alterno con caudal aumentado es una alternativa promisoria para aumentar la eficiencia de la labor y disminuir los volúmenes de agua aplicados en el riego por gravedad en suelos de textura arcillosa y franco-arcillosa.**

La compuerta para caudal de 6/s se diseñó teniendo en cuenta los siguientes parámetros:

- Diámetro manguera de conducción: 18"
- Caudal conducción: 90 litros/segundo
- Diámetro orificio de salida compuerta pequeña: 25" (4,9 pulgadas^2)
- Caudal compuerta pequeña: 3 l/s (medidos en canaleta de aforo R.B.C.)

Si $Q = A \times V$

Donde,

Q= caudal que sale por la compuerta (litros/segundo)

A= área sección transversal del orificio de salida de la compuerta (pulgadas)

V= velocidad de salida del agua por el orificio de la compuerta (metros/segundo)

Entonces:

Para duplicar el caudal (**Q**) de 3 a 6 l/s y mantener constante la velocidad de salida del agua (**V**), el área (**A**) de la sección transversal del orificio de la compuerta grande debe ser igual a dos veces el área del orificio de la compuerta pequeña.

Así:

A en compuerta pequeña= 4,9 pulgadas^2
A en compuerta grande= 9,8 pulgadas^2

Por tanto,

Diámetro del orificio de la compuerta grande = $2x\sqrt{A/\pi}$ = 3,5"

Las compuertas de 3,5" son fabricadas por una empresa de partes plásticas con sede en la ciudad de Cali, con un costo unitario inferior al de la compuerta pequeña que anteriormente se importaba de Australia o Estados Unidos.

El material utilizado para su fabricación es polipropileno de alta densidad, con aditivo UV para protección contra rayos solares. El sistema para cerrar la compuerta es de ajuste deslizante, lo cual facilita el cierre y evita pérdidas por fugas cuando se opera el sistema con la compuerta cerrada.

Referencias Bibliográficas

CRUZ, R.. 1992. Curso de riegos. Universidad Nacional de Colombia – Sede Palmira, Facultad de Ciencias Agropecuarias; Posgrado Suelos y Aguas. (sin publicar) p. 56.

Día de Campo en Incauca y La Cabaña

Selección de variedades para zonas húmedas

Utilice Siempre Semilla Sana

El programa de selección de variedades de caña de azúcar para zonas con precipitación anual entre 1400 y 1800 mm y suelos pobremente drenados se realiza en los ingenios Incauca y La Cabaña, al sur del valle del río Cauca. Para observar las variedades que conforman la colección y los estados de selección en estos sitios, el 7 de diciembre de 1998 se realizó un día de campo en el cual participaron profesionales de los ingenios Incauca, La Cabaña, Mayagüez, Central Castilla y de CENICAÑA.

El proceso de selección que realiza el Programa de Variedades concluye cuando se escogen los mejores genotipos evaluados en las pruebas regionales, las cuales se siembran en sitios representativos de los ambientes donde se cultiva caña de azúcar en la región. A partir de 1997, la metodología de selección incluye el establecimiento de todos los estados –desde el primero hasta las pruebas regionales- en los sitios más representativos de cada zona; de esta forma se garantiza que las variedades seleccionadas sean aquellas que manifiesten su máximo potencial genético en sitios de condiciones similares.

Los suelos de la zona sur del valle pertenecen en su mayoría al orden Iceptisol, pobremente drenados; en esta zona la cosecha se realiza en condiciones de alta humedad (que prevalece durante seis meses) y la compactación del suelo representa un serio inconveniente.

Experimentos observados durante el día de campo:

Ingenio	Hacienda –Suerte	Experimento	No. de variedades
Incauca	Cachimbalito-		
	suerte 29 z	Colección de variedades	1216
	suerte 29 z	Semillero Estado III – Serie 1996	38
	El Congo – suertes 2 y 3	Estado IV – Serie 1992	15
La Cabaña	Cabaña -		
	suerte 36 x	<u>Semilleros:</u>	
		Estado I – Serie 1999	12100 plántulas
		Estado II – Serie 1998	767
		Estado III – Serie 1996 A	49
		Estado IV - Serie 1993	7
		Estado IV- Serie 1993 A y B	10 y 15
		Estado IV – Serie 1994 B	4
	suerte 11 x	Prueba regional Series 1988, 89, 90 y 91	12

Convenio de Capacitación

SENA-ASOCAÑA-CENICAÑA

Seminario-taller "Quemas de Caña de Azúcar: manejo del fuego y el humo"

Objetivo: Reforzar las bases teóricas de los participantes para el monitoreo meteorológico de las quemas, mejorar la combustión durante éstas y minimizar el impacto ambiental y social de las mismas.

El evento complementa las acciones de la industria azucarera en relación con los compromisos de capacitación definidos dentro del convenio de concertación para una producción más limpia.

Asistieron cincuenta y cinco personas: treinta y tres representantes de los ingenios azucareros locales; quince de las Corporaciones Autónomas Regionales del Cauca, Valle del Cauca y Risaralda; cinco de CENICAÑA; un representante de ASOCAÑA y un cultivador independiente.

Expositor: David P. Utley, Departamento de Agricultura de los Estados Unidos – División Forestal de la Florida.

Lugar y fecha: Grupo 1: Ingenio Manuelita, diciembre 2 a 4 de 1998; Grupo 2: CENICAÑA, diciembre 9 a 11 de 1998.

Seminario-taller "Operación y Mantenimiento de Lagunas Estabilizadoras para el Sector Azucarero"

Coordinador: Duncan Mara, especialista en operación y manejo de sistemas de tratamiento de aguas residuales, industriales y domésticas del Instituto CINARA - Colombia.

Lugar y fecha: ASOCAÑA, enero 12 al 16 de 1999.

Seminario "Preparación y Molienda de Caña de Azúcar"

Objetivo: Presentar y analizar las metodologías, procesos, diseños y logros en equipos y operación de preparación y molienda en Australia y Brasil.

Expositores:
Geoff Kent (SRI) – Australia
Paulo Delfini (Copersucar) – Brasil
Lugar y fecha: CENICAÑA, febrero 22 al 26 de 1999

Seminario "Uso Racional de Energía en Ingenios Azucareros"

Objetivo: Establecer los elementos de diagnóstico, simulación y análisis para sistemas de generación y utilización de vapor y energía eléctrica en los ingenios azucareros.

Lugar y fecha: CENICAÑA, marzo 15 al 26 de 1999.

Remite:
CENICAÑA
Apartado Aéreo 9138
Cali, Colombia

Adpostal

Llegamos a todo el mundo!

CAMBIAMOS PARA SERVIRLE MEJOR A COLOMBIA Y AL MUNDO

ESTOS SON NUESTROS SERVICIOS

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

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

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