enero - junio

www.cenicana.org

TEMAS

Notas técnicas e informativas

Cenicaña, el centro de	
investigación de un sector	2
Novedades editoriales y en web	6
IX Taller de Fitopatología y VI Taller de Biología Molecular	9

Avances de investigación

Resultados preliminares acerca	
de la función de respuesta de	
la caña de azúcar al agua	12
Metodología para determinar	
el ajuste de los molinos de	
caña en un ingenio azucarero	17

Notas de investigación

Determinación experimental	
del perfil de presión de la	
caña cosechada sobre una	
superficie plana vertical	22
Correspondencia entre el	
promedio anual de las TCH	
y los promedios trimestrales	27

Función de respuesta de la caña de azúcar al agua

Resultados preliminares de un experimento sembrado con la variedad CC 85-92 en el Ingenio Providencia, en suelos Río La Paila y Génova de las zonas agroecológicas 18H0 y 22H0, donde se evaluaron cuatro tratamientos de riego en la primera soca con el propósito de estimar la disminución relativa de la producción de caña en función del déficit relativo de agua. *Página 12.*

Metodología para el ajuste de molinos

Cenicaña actualizó los valores de referencia para el análisis de las operaciones de molienda relacionadas con el diseño de ajuste de los molinos de caña y, con base en las experiencias



locales y de algunos ingenios de Brasil, complementó la metodología que ha venido precisando desde hace algo más de diez años.

Tablas de referencia recomendadas, principios metodológicos propuestos y ejemplo de aplicación. *Pág. 17.*

Perfil de presión de la caña en vagones de transporte

Avances de un experimento preliminar en el cual se determinó el perfil de presión de la caña sobre las paredes verticales de un vagón HD 12000 que fue modificado para descarga lateral. *Página 22.*



Talleres ISSCT 2008: fitopatología y biología molecular

Más de cuartenta especialistas de quince países afiliados a la Sociedad Internacional de Técnicos de la Caña de Azúcar (ISSCT) se reunieron en Cali durante la semana del 23 al 27 de junio. *Página 9.*

Estimación de las TCH en su proyección anual

Propuesta de un método estadístico fundamentado en el análisis de diez y siete años de producción y en el uso de una ecuación de regresión, útil para un ingenio o para toda la industria. *Página 27*.



Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia

Programa Agro, Ingreso Seguro

Información para proyectos de riego y drenaje

Durante el primer semestre de 2008, la Superintendencia de la Estación Experimental de Cenicaña proporcionó información climatológica y de suelos para apoyar a los ingenios y los cultivadores de caña de azúcar del valle del río Cauca que formularon cerca de cien proyectos de riego y drenaje en respuesta a las convocatorias hechas por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural en el marco del programa Agro, Ingreso Seguro (AIS) creado por el Gobierno Nacional.

Innovaciones productivas con ciencia y tecnología

Cenicaña, el centro de investigación de un sector

Aspectos generales de un modelo institucional que durante tres décadas ha contribuido al desarrollo de un sector agroindustrial progresista y pujante, que trasciende las fronteras territoriales y que en particular aquí, en el valle geográfico del río Cauca, en Colombia, ha dado lugar a la formación de una cultura agrícola responsable y sostenible en torno del cultivo de la caña de azúcar.

Álvaro Amaya Estévez*

Cenicaña es una corporación privada de carácter científico y tecnológico, sin ánimo de lucro, fundada en 1977 por iniciativa de la Asociación de Cultivadores de Caña de Azúcar de Colombia, Asocaña, y financiada con aportes directos de los ingenios azucareros y los cultivadores de caña.

Son miembros donantes los ingenios Carmelita, Central Tumaco, Incauca, La Cabaña, Manuelita, María Luisa, Mayagüez, Pichichí, Providencia, Riopaila Castilla, Risaralda, Sancarlos y Sicarare y cerca de 1700 cultivadores de caña de azúcar, entre empresas y personas naturales.

Los órganos directivos del Centro son la Sala General y la Junta Directiva, integrados por representantes de los ingenios azucareros y los cultivadores donantes.

Naturaleza de las actividades

Los lineamientos de los miembros fundadores en la definición del objeto de trabajo de Cenicaña se han mantenido constantes durante los años de existencia del Centro. Las actividades, los servicios y los proyectos se definen de conformidad con las políticas acordadas por los órganos directivos, que aprueban los presupuestos y hacen un seguimiento periódico de los avances y los resultados obtenidos.

El objeto de Cenicaña, definido en sus Estatutos, consiste en:

- Realizar directamente, o en colaboración con otras entidades, programas de investigación en caña de azúcar, su cultivo, manejo y aprovechamiento, así como en sus productos y derivados.
- Evaluar las tecnologías disponibles y adoptar aquellas que resultaren apropiadas para el desarrollo agroindustrial en los sectores de interés.
- Participar en el estudio y desarrollo de métodos para controlar o reducir la contaminación del medio ambiente originada en los procesos de producción de la caña de azúcar y sus derivados.
- Colaborar en el estudio del desarrollo o modernización de centros de transformación de la caña de azúcar, tanto en las regiones productoras tradicionales como en nuevas regiones con potencial cañicultor.
- Difundir el resultado de sus trabajos entre las personas, empresas o instituciones interesadas.
- Cooperar con otros organismos nacionales o extranjeros que trabajen en el desarrollo de la caña de azúcar y sus productos derivados.
- Elaborar y ejecutar programas de capacitación y actualización de conocimientos del personal ocupado en el sector, de acuerdo con las necesidades de las empresas y en coordinación con ellas.
- Promover y coordinar el mejoramiento de las técnicas administrativas y económicas empleadas por las empresas productoras del sector.

Ingeniero Agrónomo, Ph.D., Director General de Cenicaña <aamaya@cenicana.org>



Año 30, Nos. 1 y 2 de 2008

Comité Editorial

Adriana Arenas Calderón • Álvaro Amaya Estévez Camilo Isaacs Echeverry • Edgar Fernando Castillo Monroy Jorge Stember Torres Aguas • Jorge Ignacio Victoria Kafure Nohra Pérez Castillo • Victoria Carrillo Camacho

Servicio de Cooperación Técnica y Transferencia de Tecnología Coordinación editorial y edición de textos: Victoria Carrillo C.

Diagramación: Alcira Arias Villegas Preprensa e impresión: Feriva S.A., Cali-Colombia Catálogo en línea de la base datos bibliográfica

Consulte las referencias disponibles en www.cenicana.org/biblioteca/ catalogo_enlinea.php

Solicite los documentos de interés a Adriana Arenas

biblioteca@cenicana.org> o visite la biblioteca en la Estación Experimental

Modelo institucional y estrategia

Cenicaña tiene tres programas de investigación estructurados: Programa de Variedades (desde 1977), Programa de Agronomía (1977) y Programa de Procesos de Fábrica (1992).

Para las tareas de apoyo a los programas de investigación, el desarrollo de proyectos complementarios y la prestación de servicios especializados cuenta con la Superintendencia de la Estación Experimental, el Servicio de Información y Documentación, el Servicio de Análisis Económico y Estadístico, el Servicio de Tecnología Informática y el Servicio de Cooperación Técnica y Transferencia de Tecnología.

Ciento cincuenta y cinco personas trabajan en el Centro, 51 en cargos profesionales (12 con estudios de doctorado, 12 con maestría y 27 con pregrado), 39 auxiliares y 65 trabajadores de campo.

La investigación para la obtención de nuevas variedades de caña de azúcar, su cultivo, manejo y aprovechamiento se realiza mediante experimentaciones controladas o durante las operaciones reales, tanto en campos de la Estación Experimental como de los ingenios azucareros y los cultivadores de caña. El enfoque de los proyectos en caña de azúcar se fundamenta en la agricultura específica por sitio (aeps), definida como el arte de realizar las prácticas agronómicas requeridas por una especie vegetal de acuerdo con las condiciones agroecológicas del sitio donde se cultiva, para obtener de ella su rendimiento potencial.

La investigación en productos y derivados de la caña de azúcar, particularmente azúcares, mieles, alcoholes, energía y abonos compostados, se lleva a cabo en plantas industriales que por sus características operacionales son seleccionadas como centros piloto. El enfoque de los proyectos se fundamenta en la integración energética del sistema productivo, de forma tal que en los procesos de innovación tecnológica primen la sostenibilidad ambiental, el aseguramiento de la calidad y la eficiencia productiva.

Por ser el nodo de la innovación científica y tecnológica en el sector agroindustrial de la caña azucarera en Colombia, en Cenicaña confluyen las iniciativas de las agremiaciones de productores y de las entidades públicas y privadas de los órdenes regional, nacional e internacional interesadas en el desarrollo competitivo y sostenible del sector.

De acuerdo con lo anterior, el Centro trabaja en la estructuración progresiva de un sistema de información consolidado, que hoy da cuenta de la literatura científica y técnica mundial en las temáticas de interés del sector y que ofrece, para los miembros donantes y las entidades cooperantes, el acceso a herramientas variadas de consulta y análisis acerca de la producción y la productividad de la caña de azúcar y sus derivados en las condiciones agroecológicas del valle del río Cauca.

La información de calidad es imprescindible para orientar de manera acertada el desarrollo de tecnologías limpias, innovadoras y con valor agregado; tecnologías específicas que se adaptan al sistema productivo porque han sido desarrolladas con un enfoque de integración que le apunta al aprovechamiento de la caña de azúcar en su valor energético, ambiental y como fuente de nuevos productos.











Infraestructura física y de servicios

Cenicaña posee una Estación Experimental ubicada en el corregimiento de San Antonio de los Caballeros, municipio de Florida, Valle del Cauca, donde se encuentran las oficinas de administración e investigación, la biblioteca, invernaderos, laboratorios, auditorios y campos experimentales.

En los laboratorios de Química, Fitopatología, Entomología y Biotecnología se realizan investigaciones y se prestan la mayoría de los servicios analíticos requeridos en los proyectos del Centro. De igual forma, se atienden las solicitudes de los cultivadores donantes para el análisis de suelos y tejido foliar –con recomendaciones de fertilización y enmiendas–, la evaluación fitosanitaria de semilleros y campos comerciales y el diagnóstico de enfermedades y plagas.

Para el análisis de los procesos de fábrica se cuenta con una plataforma de servicios tecnológicos que incluye un laboratorio móvil con equipos para la determinación de las condiciones de operación en preparación de caña, molienda y elaboración de azúcar y etanol, además de sistemas automatizados para el cálculo de los indicadores de eficiencia correspondientes.

Cenicaña administra la Red Meteorológica Automatizada del Sector Azucarero compuesta por 34 estaciones, la Red de Monitoreo de Material Particulado PM-10 integrada por cinco estaciones, el Sistema de Información Geográfica (SIG) del sector y las bases de datos de la producción comercial.

Presta los servicios de biblioteca al público en general y atiende en la Estación Experimental a grupos de estudiantes de colegios y universidades, investigadores, empresarios, productores y técnicos agropecuarios interesados en las actividades del Centro.

Logros y proyecciones

Los resultados de Cenicaña en materia de ciencia y tecnología y la gestión de las innovaciones en las unidades productivas han contribuido a duplicar la productividad del sector azucarero colombiano durante los últimos 30 años, lo cual ubica a esta agroindustria en el primer lugar de productividad de azúcar en el mundo.

Las variedades de caña de azúcar son un factor clave de la productividad. Al finalizar 2007, en más del 90% de las 208 mil hectáreas sembradas con caña de azúcar en el valle del río Cauca se encontraban variedades Cenicaña Colombia (CC) y variedades importadas y evaluadas por el Centro (VIC).

Para apoyar la adopción de la agricultura específica por sitio, recientemente se concluyó el estudio detallado de los suelos en 216 mil hectáreas (nunca antes realizado en Colombia en tal extensión) y junto con la información del clima se generó la cuarta aproximación de la zonificación agroecológica para el cultivo.

Gracias a las mejoras en el diseño de los campos, el uso de nuevas tecnologías de riego y el conocimiento más preciso de los suelos, en los últimos años los productores de caña han disminuido los volúmenes de agua aplicados en 22% y el número de riegos hasta en 50%.

En los procesos industriales, las tareas de diagnóstico y seguimiento de las operaciones corrientes y el desarrollo de metodologías de análisis han dado lugar a recomendaciones que han servido para mejorar el balance ambiental del sector y la eficiencia energética, con menos pérdidas de sacarosa en la caña cosechada, el bagazo y las mieles finales.

De acuerdo con las demandas de investigación y servicios en el sistema de producción de caña en verde y producción dual de azúcar y etanol, desde 2006 se adelantan nuevos proyectos cooperativos con el sector. Entre ellos vale destacar el proyecto CATE, con el cual se busca mejorar los estándares tecnológicos y la logística del sistema de corte de caña, alce, transporte y entrega de la materia prima a la fábrica, a fin de disminuir los costos de producción. Así mismo, nuevos proyectos en fábrica dirigidos a precisar los conocimientos acerca de los procesos físicos, químicos y microbiológicos relacionados con la producción dual y la exploración de nuevos productos.

Además, para asegurar la sanidad del cultivo, ante la aparición de salivazo se han iniciado proyectos de desarrollo de métodos integrados de manejo y control que incluyen el reconocimento de esta plaga potencial, el seguimiento de sus poblaciones y la investigación acerca de los posibles agentes de control biológico.

En el desarrollo de una estrategia de apoyo para la transferencia de tecnología agronómica, cada vez con mayor frecuencia y en cooperación con el sector productivo se evalúan a escala semicomercial y comercial las tecnologías promisorias. De esta manera se complementan los resultados experimentales y la documentación técnica que sirven de base para recomendar a los productores la adopción de soluciones acordes con las condiciones agroecológicas de las unidades productivas.

La información de calidad es imprescindible para orientar de manera acertada el desarrollo de tecnologías limpias, innovadoras y con valor agregado; tecnologías específicas que se adaptan al sistema productivo porque han sido desarrolladas con un enfoque de integración que le apunta al aprovechamiento de la caña de azúcar en su valor energético, ambiental y como fuente de nuevos productos.

Alianzas, convenios y recursos de financiación

La agroindustria de la caña de azúcar del valle del río Cauca constituye un actor socioeconómico que es foco de atención de distintos sectores del país y del exterior interesados en conocer la dinámica de un modelo institucional fundado en la unidad de los gremios de productores para el desarrollo de tecnología, su financiación, la transferencia de conocimientos y la capacitación.

Algunos hechos recientes señalan la importancia del sector azucarero colombiano y su desarrollo tecnológico en el concierto mundial: la participación de Cenicaña en 2007 en el panel revisor del plan de investigación en biocombustibles y biomasa de los Estados Unidos, por invitación del Departamento de Agricultura de ese país; la escogencia de Cenicaña como coordinador de los talleres de 2008 en fitopatología y biotecnología programados por la Sociedad Internacional de Técnicos de la Caña de Azúcar (Cali, 23 a 27 de junio); y el reconocimiento de Asocaña como un caso empresarial innovador en Colombia, con Cenicaña como modelo de ciencia y tecnología, en la agenda de Expogestión 2008 (Bogotá, 20 a 23 de agosto).

Por ser el centro de investigación de una agroindustria azucarera líder mundial en productividad y pionera en Colombia en la producción de etanol combustible, Cenicaña es de interés por parte de diversas entidades para la realización de proyectos conjuntos de valor agregado, entre los que se cuentan la utilización de genes de interés agronómico y genes para el mejoramiento de los procesos de elaboración de azúcar y etanol, así como el desarrollo de las metodologías correspondientes.

En este campo del desarrollo tecnológico, la participación de Cenicaña en el Consorcio Internacional de Biotecnología de la Caña de Azúcar (ICSB, sigla en inglés) es un ejemplo de cómo las alianzas agilizan la disponibildiad de resultados, con menores costos para los socios. Dos productos concretos al respecto son las nuevas metodologías de diagnóstico de enfermedades y el gen que confiere resistencia al virus de la hoja amarilla insertado en plantas de la variedad CC 84-75.

Para responder a las demandas de transferencia de tecnología y capacitación de las empresas productivas, Cenicaña coordina la Red de Grupos de Transferencia de Tecnología (GTT), realiza eventos en temas específicos y participa con las instituciones de la agroindustria, el Servicio Nacional de Aprendizaje (Sena), las universidades locales e instituciones y expertos nacionales y extranjeros en convenios a través de los cuales se organizan y dictan talleres, seminarios, cursos cortos y diplomados.

Contribuye con el sector panelero en aspectos de sanidad vegetal en cooperación con el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) y las secretarías de agricultura, y entrega a la Corporación Colombiana de Investigación

Agropecuaria (Corpoica) las variedades obtenidas para que sean evaluadas en las zonas paneleras.

Así, mediante la actualización de conocimientos y la interacción con grupos externos se comparte información que ayuda a precisar el futuro probable, al tiempo que se forman competencias para la constitución de alianzas exitosas y la negociación en asuntos de interés común.

El compromiso del sector ha sido fundamental tanto en la definición de las prioridades de investigación y desarrollo como en la financiación. En este contexto y de acuerdo con los proyectos aprobados por la Junta Directiva, las donaciones a Cenicaña pasarán de 0.55% del valor de las ventas de azúcar y etanol a 0.65% a partir del primero de agosto de 2008.

Este aumento contribuirá al desarrollo de los proyectos vigentes y de aquellos complementarios que han surgido en el nuevo entorno del sector.

Sea esta una ocasión para agradecerles a los ingenios y a los cultivadores el apoyo para la investigación. Cenicaña continuará con el compromiso de generar tecnologías que retribuyan la inversión aprobada, proyecte al sector en el contexto internacional y propicie el acceso a la información científica estratégica, elemento cada vez más restringido como resultado de las políticas de propiedad intelectual.



Cenicaña coordina las actividades de la Red de Grupos de Transferencia de Tecnología (GTT) en las cuales participan los profesionales de los ingenios, los cultivadores de caña y los investigadores del Centro para intercambiar información actualizada acerca de los nuevos desarrollos tecnológicos y adquirir conocimientos técnicos y administrativos para el manejo de las unidades productivas.

Novedades editoriales y en web

Facilidadades para la gestión de información en las unidades productivas de caña y azúcar. Reseña de las publicaciones recientes y los nuevos servicios de información en www.cenicana.org

Victoria Carrillo C. y Hernán Felipe Silva*

Publicaciones

Textos completos en www.cenicana.org/publicaciones/index.php



Serie Técnica No.37, marzo de 2008

Grupos homogéneos de suelos del área dedicada al cultivo de la caña de azúcar en el valle del río Cauca (segunda aproximación)

Quintero D., R.; García S., A.; Cortés L., A.; Torres A., J.S.; Carbonell G., J.A.; Osorio M., C.A.

Publicación producida con recursos del proyecto "Agricultura específica por sitio, fase III" cofinanciado por Colciencias, código 2214-07-17409, contrato 068-2005.

En 216,765 hectáreas que contaban con levantamientos agrológicos detallados se identificaron 235 suelos que Cenicaña ordenó en 33 grupos homogéneos de suelos de acuerdo con las características relacionadas con la familia textural, el régimen de humedad y la profundidad efectiva.

Para la definición de los grupos homogéneos de suelos, las 35 familias texturales identificadas en los estudios detallados fueron ordenadas en 12 grupos texturales de acuerdo con su similitud y su importancia. Los suelos o consociaciones incluidos en cada grupo textural fueron luego diferenciados con base en los registros de los estudios detallados acerca del régimen de humedad (ústico, údico o ácuico) y la profundidad efectiva (suelo superficial o desde moderadamente profundo hasta profundo).

Los grupos homogéneos de suelos fueron definidos de forma concisa de acuerdo con las características relacionadas con algunos de los tres factores mencionados que pueden dar ideas acerca de la fertilidad de los suelos, sus limitaciones y algunas estrategias de manejo para alcanzar las mayores producciones en cada uno de los grupos.

Las limitaciones deben relacionarse ante todo con la selección cuidadosa de la variedad de caña de azúcar de mejor adaptación en las condiciones que caracterizan el grupo homogéneo de suelos y con prácticas de manejo tales como: sistemas de riego, láminas de agua, caudales y frecuencias de riego; sistemas de preparación de suelos o prácticas de labranza para el levantamiento de socas que incluyan la subsolada para facilitar la roturación de capas compactas y mejorar el desarrollo del sistema radical; sistemas de drenaje; siembras en el lomo del surco; planes específicos de fertilización definidos según las condiciones de suelo y clima de cada sitio de producción; uso de enmiendas para neutralizar el aluminio intercambiable del suelo y suplir las deficiencias de nutrimentos con el fin de asegurar las más altas producciones de caña y los más altos contenidos de sacarosa posibles. La baja capacidad de intercambio catiónico del suelo puede también relacionarse con contenidos altos de arena, limitación que puede superarse mediante el uso de abonos orgánicos, el fraccionamiento de la dosis de nitrógeno y el uso de fuentes de nutrimentos que reduzcan las pérdidas por lixiviación, especialmente las pérdidas de N en forma nítrica.



Informe Anual 2007 Cenicaña, marzo de 2008



Insectos que ponen en riesgo los pastos del Valle del Cauca: salivazo o mión. Plegable.

Cenicaña, febrero de 2008

Comunicadora Social-Periodista, Especialista en Comunicación Técnica <vecarrillo@cenicana.org>;
 Comunicador Social-Periodista, Administrador Web <admin_web@cenicana.org>. Ambos de Cenicaña.

Servicios de información en web

Visite www.cenicana.org

Entre enero y junio de 2008 se publicaron los siguientes servicios:

- Versión en inglés de información general acerca de Cenicaña y la agroindustria azucarera colombiana, boletín meteorológico diario y catálogo de biblioteca, entre otros contenidos. www.cenicana.org/quienes_somos/index_eng.php
- Boletín con los últimos documentos de Cenicaña registrados en el catálogo de biblioteca: informes de gestión, documentos de trabajo, reseña de giras técnicas, trabajos de grado y pasantía. www.cenicana.org/biblioteca/adquisiciones.php?opcion=3
- Actualización de las zonas agroecológicas (cuarta aproximación) en todas las herramientas de agricultura específica por sitio. www.cenicana.org/aeps/index.php
- Memorias del Comité de Fábrica.
 www.cenicana.org/investigacion/comites/comite_fabrica.php
- Curvas de isoproductividad.
 www.cenicana.org/comercial_/productividad_var_zagro.php
 www.cenicana.org/aeps/curvas iso.php

Registro de usuarios

Ingrese al sitio web y busque usuarios: registro donde encontrará el formulario de solicitud de clave que le permitirá, como donante de Cenicaña, acceder a los servicios de información.

Visualización óptima

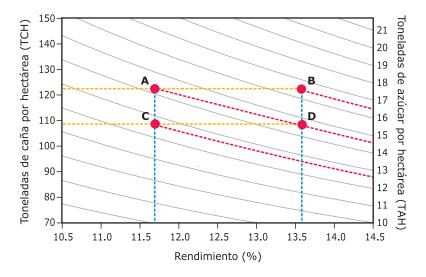
Para asegurar el aprovechamiento de los servicios de información en el sitio web se recomienda usar en la pantalla una resolución de 1024 x 768 píxeles, navegar con Internet Explorer 5.0 ó superior y tener instalados los visores Adobe Reader, SVG Player, Shockwave y Flash Player. Acceso directo desde www.cenicana.org a los sitios donde están disponibles dichos visores para su instalación.

Curvas de isoproductividad

Con el propósito de facilitar el análisis descriptivo de la productividad azucarera en el valle del río Cauca y el análisis comparativo de los indicadores definidos para el efecto, Cenicaña promueve el uso de las gráficas conocidas como *curvas de isoproductividad* que muestran los valores promedio de rendimiento en azúcar (eje 'x') y toneladas de caña por hectárea (TCH, eje 'y') a partir de los cuales se obtienen determinadas toneladas de azúcar por hectárea (TAH, eje 'z').

¿Cómo se lee una gráfica de curvas iso?

Los puntos en la gráfica (ver ejempo) indican la magnitud de la productividad (TAH) según los valores que toman las dos variables consideradas en el análisis (TCH y Rto.).



[¿]Preguntas[?]



Consultorio tecnológico

servicios de información para usuarios web

Las líneas superpuestas de color azul muestran cómo se leen los valores del eje 'x' (que en este caso corresponden a rendimiento), mientras que las líneas amarillas muestran cómo se leen los valores del eje 'y' (TCH). Finalmente, las líneas rojas señalan la forma de leer los valores del eje 'z' (TAH), es decir, los valores de la productividad.

Se observa que los puntos A y D presentan igual productividad (isoproductividad) con diferentes combinaciones de TCH y Rto.; por su parte, los puntos A y B y los puntos C y D, que son iguales en TCH pero distintos en Rto., se ubican en curvas de productividad diferentes, tal como ocurre con los puntos A y C y los puntos B y D, que tienen el mismo valor de rendimiento pero distintos valores de TCH.

Curvas de isoproductividad: *Software* para usuarios web www.cenicana.org/aeps/curvas_iso.php

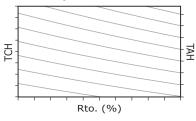
Este *software* ofrece opciones de consulta a la base de datos de la producción comercial de todas las suertes cosechadas por la agroindustria azucarera del valle del río Cauca desde 1990 hasta la fecha, con resultados que se muestran en curvas de isoproductividad, isomes o isocronoproductividad. El usuario puede hacer la consulta para un período cualquiera o para un mes, y seleccionar la opción de respuesta según ingenio, zona agroecológica, variedad de caña, edad de cosecha o número de corte.

De acuerdo con los parámetros de la consulta se genera una gráfica de isocurvas donde los resultados aparecen representados por puntos que corresponden a valores promedio de las variables involucradas. Tales promedios se muestran también en una tabla que el usuario puede ordenar a su gusto y que, incluso, puede usar para filtrar los resultados de manera que en la figura sólo aparezcan aquellos de su interés. Los resultados en la gráfica se pueden referir a la cosecha de una suerte de caña o de varias, por lo cual se incluye una tabla complementaria donde se detallan los datos que dan origen a cada promedio.

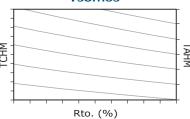
Nota importante

La información que ofrece este software a través de curvas de isoproductividad, isomes o isocronoproductividad es de naturaleza netamente descriptiva. Los resultados corresponden a promedios aritméticos, sin ningún tipo de análisis estadístico adicional. Por lo anterior, los usuarios interesados en comparaciones más precisas deben utilizar los datos suministrados para realizar análisis de varianza, de manera que se pueda contar con la medida de la variabilidad de cada variable representada en la gráfica.

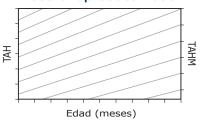




Isomes



Isocronoproductividad





Recomendaciones de seguridad para usuarios web

Para tener acceso a los servicios de información disponibles en www.cenicana.org es necesario registrar una clave personal, que le será confirmada al usuario por parte de Cenicaña a través del Administrador del Sitio Web. El uso de la clave implica el compromiso de las partes con las cláusulas de confidencialidad, responsabilidad y difusión de información definidas para la administración del sitio.



La clave personal es una ayuda para la seguridad

- . . Procure que su clave sea sólo para usted.
- . . No la comparta con otras personas.
- . . Evite usar la misma clave en otros sitios web.
- ... Cenicaña nunca le pedirá su clave por *e-mail*.
- . . No responda correos donde le piden su clave.
- . . Antes de escribir su clave, verifique que está en www.cenicana.org
- . . Cuando termine de usar los servicios web, asegurese de 'cerrar la sesión'.

Si usted es donante de Cenicaña, puede registrar su clave a través de internet. Otras personas relacionadas con

Otras personas relacionadas con las unidades productivas deben solicitar la clave mediante comunicación firmada por el representante legal o la persona natural donante del Centro. Las cartas de autorización se reciben en el Servicio de Cooperación Técnica y Transferencia de Tecnología.



Talleres de inducción sobre los servicios de información en web.

Contacte al administrador del sitio <admin_web@cenicana.org>

Servicio de cooperación técnica y transferencia de tecnología. Tel: (2) 687 66 11, ext.5168

Sociedad internacional de técnicos azucareros se reunió en Colombia

IX Taller de Fitopatología y VI Taller de Biología Molecular

Durante cinco días, entre el 23 y el 27 de junio de 2008, cerca de cuarenta especialistas de quince países se reunieron en el Valle del Cauca para compartir información acerca de los avances logrados en biotecnología y patología de la caña de azúcar y para dialogar sobre los retos en estas materias en los años por venir.

El encuentro de la Sociedad Internacional de Técnicos de la Caña de Azúcar (ISSCT, sigla en inglés) tuvo lugar en Cali, donde se presentaron tres conferencias magistrales, 37 exposiciones orales y diez pósteres de trabajos realizados en Argentina, Australia, Brasil, Colombia, Ecuador, Estados Unidos, Francia (Montpellier, islas Guadalupe y Reunión), Guatemala, India (en asocio con Italia), Mauricio, Sudáfrica y Venezuela (ver títulos en la página siguiente).

De acuerdo con el marco de referencia de la convocatoria, los trabajos en patología vegetal estuvieron relacionados con la etiología de las nuevas enfermedades, el complejo ecología y epidemiología, la diversidad genética de los fitopatógenos, las pérdidas en producción por efecto de las enfermedades y el complejo resistencia vegetal y patógenos.

En biología molecular las presentaciones estuvieron referidas a los avances y las perspectivas en el desarrollo de la biotecnología con fines de mejoramiento, sanidad vegetal y producción de biocombustibles, así como en genómica y biología molecular y en ingeniería genética de la caña de azúcar.

Un panel de discusión y cuatro visitas de campo complementaron las actividades del encuentro. El objetivo del panel fue analizar los aspectos relacionados con la enfermedad de la roya naranja en América, mediante documentación histórica acerca de la enfermedad en los países afectados: niveles de incidencia, características morfológicas que la diferencian de la roya café, técnicas moleculares empleadas para la diferenciación y métodos de muestreo para un seguimiento rápido de la distribución de la enfermedad. Se discutieron además las oportunidades de desarrollar un proyecto cooperativo internacional para el estudio de la roya naranja de la caña de azúcar en los países de América.

Las visitas de campo fueron atendidas en los ingenios Incauca y Providencia, el Trapiche La Palestina, la Estación Experimental de Cenicaña y el Museo de la Caña de Azúcar en la hacienda Piedechinche.



Exposiciones orales y pósteres por país

Argentina

Detección de polen fértil en caña de azúcar comercial en el noreste de Argentina. (M.E. Lozzia, M.E. Cristóbal, G. Serino, R.F. de Ullívarri, H.J. Tassara. Chacra Experimental Agrícola Santa Rosa)

Identificación temprana y rescate de plantas quiméricas obtenidas a partir de un protocolo de transformación sin el estado de selección de callos. (J. Zimmermann, Y. Spedaletti, G. Serino. Chacra Experimental Agrícola Santa Rosa)

Evaluación del agente causal del mosaico de la caña de azúcar en Argentina y regiones vecinas. (M. Gómez, A.M. Rago, G. Serino. Chacra Experimental Agrícola Santa Rosa. INTA-EEA Famaillá)

Efecto de la roya café en la producción de caña en Tucumán, Argentina. (C. Funes, M. Acosta, J. Ramallo. EEAOC)

Póster. Desarrollo de la enfermedad del raquitismo de la soca en Tucumán, Argentina. (A.M., Rago, S.G. Pérez Gómez, P.D. Fontana, A. Felipe, R.A. Sopena, J.A. Mariotti. INTA-EEA Famaillá)

Póster. Optimización de técnicas de marcaje para estimar la variación somaclonal de la caña propagada in vitro. (M. Sepulveda Tusek, M.F. Perera, M.G. García, A.S. Noguera, M.P. Filippone, A.P. Castagnaro. EEAOC, INSIBIO, UNT-CONICET).

Australia

Comparación de métodos mediados por *Agrobacterium* y biobalística para transformación de caña de azúcar. (J. Priya, M. Kuwahata, A. O'Connell, J. Geijskes, N. Turner y P. Lakshmanan. BSES Limited, Syngenta)

Detección molecular de esporas del carbón de la caña en trampas de esporas en Australia. (K. Braithwaite, G. Bade, B. Croft, R. Magarey. BSES Limited)

Algunos aspectos de la biología del carbón de la caña (*Ustilago scitaminea*) en Australia. (S.A. Bhuiyan, B.J. Croft, M.C. Cox. BSES Limited)

Mejoramiento genético de variedades resistentes al carbón de la caña en Australia. (B.J. Croft, M.C. Cox, S.A. Bhuiyan. BSES Limited)

Diagnóstico preliminar de la enfermedad de Ramu en caña de azúcar. (K. Braithwaite, B.J. Croft, R. Magarey. BSES Limited)

Brasil

Póster. Evaluación de la producción de prolina bajo estrés inducido en caña transgénica (*Saccharum* spp.): Ajuste osmótico, fluorescencia clorofílica y estrés oxidativo. (J. Bespalhok. UFPR/SCA/DFF)

Colombia

Evaluación, selección y caracterización molecular de levaduras salvajes encontradas en una destilería productora de bioetanol. (K. Buzón, D. Parrado, B. Quevedo, J.I. Victoria, M.C. Avellaneda. Cenicaña) Determinación de la diversidad genética entre variedades de caña de azúcar (*Saccharum* spp.) usando marcadores microsatélites. (K. Espinosa, F. Ángel, J.I. Victoria, J. López-Gerena. Cenicaña)

Caracterización morfológica y molecular de especies del genéro Chrisopidae. (P. Cadena, L.A. Gómez, F. Ángel, J.I. Victoria. Cenicaña)

Caracterización morfológica y molecular del barrenador de la caña de azúcar *Diatraea* spp. (P. Cadena, L.A. Gómez, F. Ángel, J.I. Victoria. Cenicaña)

Mapeo de QTL asociados al contenido de sacarosa en caña de azúcar. (J. López-Gerena, N. Campillo, J.I. Victoria. Cenicaña)

Variabilidad genética de la roya café de la caña (*Puccinia melanocephala* H. and P. Sydow) en Colombia. (L.M. Cardona, J.C. Ángel S., F. Ángel, J.I. Victoria. Cenicaña)

Evaluación en campo de la roya (*Puccinia melanocephala* H. y P. Sydow) en diferentes variedades de caña en el Valle del Cauca. (J.C. Ángel S., M.L. Guzmán R., L.M. Cardona, J.I. Victoria. Cenicaña)

Póster. Expresión transiente del gen GUS en caña usando Agrobacterium tumefaciens. (M.L. Bonilla, F. Ángel, J.I. Victoria. Cenicaña)

Póster. Resistencia transgénica al raquitismo de la soca (RSD) y a la escaldadura de la hoja (LSD) en la variedad CC 85-92, usando el gen 1SD. (M.C. Avellaneda, T.E. Mirkov, J.I. Victoria. Cenicaña, Texas A&M)

Póster. Diagnóstico del virus del mosaico rayado de la caña en el banco de germoplasma de Cenicaña. (J. Hernández, L.M. Cardona, J.C. Ángel S., F. Ángel, J.I. Victoria. Cenicaña)

Póster. Diagnóstico simultáneo de SCMV y SCSMV, ScYLV y SCSMV usando RT-PCR en un solo paso. (L.M. Cardona, J.C. Ángel S., F. Ángel, J.I. Victoria. Cenicaña)

Ecuador

Efecto en la producción y control de la enfermedad de la hoja amarilla bajo las condiciones tropicales del Ecuador. (F. Garcés, J. Mendoza, C. Valladares, F. Fiallos, C. Burbano. Cincae)

Estados Unidos de América

Desarrollo de una base de datos molecular en caña de azúcar para uso en mejoramiento. (Y-B. Pan, B.E. Scheffler, E.P. Richard JR. SRRC, ARS)

Análisis proteómico de la caña de azúcar a la infección por *Xanthomonas albili*neans. (F. Garcés, J. Hoy, Z-Y. Chen. Louisiana State University)

Técnicas para determinar las pérdidas en la producción y variabilidad de la enfermedad en caña de azúcar comercial. (M.P. Grisham, R.M. Johnson, R.P. Viator, P.V. Zimba. ARS). Cepas virales que causan el mosaico en caña de azúcar en Louisiana y Florida. (M.P. Grisham, R. Li, J.C. Comstock. ARS, SRRC, Sugarcane Research Laboratory (Houma), BARC, National Germplasm Resources Laboratory, Sugarcane Field Station (Canal Point))

¿La resistencia de la planta hospedera es una alternativa necesaria para el control de la roya? ¿Pueden los fungicidas probarlo? (J. Hoy. Louisiana State University)

Inoculaciones de la roya de la caña de azúcar. (J.C. Comstock, S.G. Sood, N.C. Glynn. USDA, ARS, Sugarcane Research Field Station (Canal Point))

Francia

Colonización de la superficie foliar e infección del tallo causada por Xanthomonas albilineans bajo altas condiciones de precipitación en variedades de caña de azúcar. (J.H. Daugrois, P. Oriol, P. Rott. Cirad Station de Roujol (Guadalupe), UMR Cirad-INRA, SupAgro)

Estado de variación de la enfermedad de hoja amarilla en caña de las Indias Francesas del Oeste. (J.H. Daugrois, C. Edon-Jock, E. Fernández, J-C. Girard, P. Rott. Cirad Station de Roujol (Guadalupe), UMR Cirad-INRA)

Caracterización del locus Bru1 (resistencia a la roya); distribución en cultivares de caña de azúcar. (S. Royaert, L. Le Cunff, L. Costet, L.M. Raboin, J-Y. Hoarau, H. Telismart, C. Hervouet, O. Garsmeur, S. Nibouche, A. D'Hont. UMR Cirad-PVBMT (Reunion), UMR Cirad-DAP, Cirad Station Roujol (Guadalupe))

Hacia la identificación de alelos asociados con resistencia a la escaldadura de la hoja causada por X. *albilineans*. (J.Y. Hoarau, C. Joubert, A. D'Hont, D. Roques, J.H. Daugrois. Cirad)

Mejoramiento en la detección del virus de la hoja amarilla en caña basado en estudios de diversidad genética. (J-C. Girard, E. Fernández, M. Royer, J-H. Daugrois, C. Edon-Jock, P. Rott. UMR Cirad-INRA, Sup-Agro, Cirad Station de Roujol (Guadalupe)

Guatemala

Presencia de la roya naranja en Guatemala. (W. Ovalle, H. Orozco, J. Quemé, M. Melgar. Cengicaña)

India

Caracterización molecular del fitoplasma que causa la proliferación de brotes (Grassy Shoot) de la caña en la India y su relación filogenética con fitoplasmas estrechamente relacionada. (G.P. Rao, A.K. Singh, P. Chand. Sugarcane Research Station (Gorakhpur) y M.L.K. PG College)

Investigación molecular y análisis filogenético del fitoplasma causal de la hoja amarilla (Grupo ribosomal 165rII) en India. (R.K. Gaur, G.P. Rao, C. Marcone. Institute of Technology and Sciences, Sugarcane Research Station (Gorakhpur) y Universita degli Studi di Salerno) Póster. Aislamiento de fragmentos de DNA no cultivados expresados en la proliferación de brotes causados por el fitoplasma de la caña usando iniciadores arbitrarios y la reacción en cadena de la polimerasa (AP-PCR). (P.G. Kawar, G. Prabu, G.B. Dixit, D.T. Prasad. Vasantdada Sugar Institute, Shivaji University)

Mauricio

Mapeo de QTL para resistencia a la mancha amarilla en caña de azúcar. (S.M. Aljanabi, Y. Parmessur, S. Dhayan, S. Saumtally, A. Dookun-Saumtally. MSIRI)

Virus de la hoja amarilla en Mauricio: (i) Desarrollos recientes en la aplicación de PCR en tiempo real para su diagnóstico, (ii) Genotipos observados en colecciones de variedades. (N. Joomun, A. Dookun-Saumtally. MSIRI)

Incidencia del virus de la hoja amarilla en variedades de caña comerciales en Mauricio. (M.H.R. Khoodoo, N. Behary Panray, N. Joomun, A. Dookun-Saumtally, S. Ganeshan, S. Saumtally. MSIRI)

Sudáfrica

Entendimiento de la biología de la acumulación de sacarosa: aumento del contenido de sacarosa a través de la transgénesis. (D. Watt, B. Huckett. F. Botha. SASRI)

Desarrollo de un sistema de marcadores de alta eficiencia para resistencia al carbón de la caña de azúcar basado en la metodología de Motif Directed Profiling (MDP) y la metodología de amplificación de regiones blanco polimórficas (TRAP). (R. Stuart Rutherford, D.L. Sweby. SASRI)

Venezuela

Póster. Caracterización isoenzimática de plantas de caña in vitro con interés fitosanitario. (T. Sánchez. UCV)

La coordinación general del IX Taller de Fitopatología y el VI Taller de Biología Molecular de la ISSCT estuvo a cargo del Programa de Variedades de Cenicaña, en cabeza de su director Jorge Ignacio Victoria Kafure, Fitopatólogo Ph.D., quien contó con la cooperación de Jershon López Gerena, Biotecnólogo Ph.D.

Colaboraron en la organización del evento la ISSCT, la Asociación Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar (Tecnicaña), Cenicaña, los ingenios Incauca y Providencia, el Trapiche La Palestina y Syngenta.

Personas de contacto en Cenicaña:

Jorge I. Victoria K. <jivictoria@cenicana.org>

Jershon López G. <jlopez@cenicana.org>

Siglas

ARS: Agricultural Research Service (USDA)

BARC: Bio Analytical Research Corporation (EUA)

BSES: Bureau of Sugar Experiment Stations (Australia)

Cengicaña: Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación

de la Caña de azúcar

Cenicaña: Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia

Cincae: Centro de Investigación de la Caña de Azúcar del Ecuador

Cirad: Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement (Francia)

Conicet: Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas

(Argentina)

CTC: Centro de Tecnología Canavieria (Brasil)

DAP: Développement et Amélioration des Plantes (Cirad)

DFF: Departamento de Fitotecnica e Fitossanitarismo (UFPR)

EEA: Estación Experimental Agropecuaria (Argentina)

EEAOC: Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres

(Argentina)

EUA: Estados Unidos de América

INRA: Institut Nacional de la Recherche Agronomique

(Francia)

INSIBIO: Instituto Superior de Investigaciones Biológicas

(Argentina)

INTA: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (Argentina)

ISSCT: International Society of Sugar Cane Technologists

MSIRI: Mauritius Sugar Industry Research Institute

PVBMT: Peuplements Végétaux et Bioagresseurs en Milieu Tropical

SASRI: South African Sugarcane Research Institute

SCA: Setor de Ciências Agrárias (UFPR)

SRRC: Southern Regional Research Center (EUA)

SupAgro: Centre International d'Études Supérieures en Sciences

Agronomiques (Francia)

UCV: Universidad Central de Venezuela

UFPR: Universidade Federal do Paraná

UMR: Unité Mixte de Recherche

UNT: Universidad Nacional de Tucumán

USDA: United States Department of Agriculture

ZSA: Zimbabwe Scientific Association

Para más información acerca de las actividades

de la ISSCT visite: <http://www.issct.org/>

Avances de Investifación

Resultados preliminares y conclusiones finales de los proyectos de investigación científica y tecnológica de Cenicaña

Metodología **17**para determinar el
ajuste de los molinos
de caña en un ingenio
azucarero

Resultados preliminares acerca de la función de respuesta de la caña de azúcar al agua

Ricardo Cruz V.; Jorge Torres A.; Ramiro Besosa T.; Rafael Rojas L.*

minución relativa de la producción de caña de la variedad

CC 85-92 en función del défit relativo de agua.



Introducción

Los productores de caña de azúcar del valle del río Cauca han disminuido los volúmenes de agua aplicados en el riego en aproximadamente 400 m³/ha (22%) en los últimos cinco años y por ende también se ha reducido el costo de la labor. Las mejoras se deben al uso del balance hídrico para la programación oportuna de los riegos, las aplicaciones por surco alterno con politubulares o tuberías de PVC con compuertas, la medición del agua con aforadores RBC y el control administrativo del riego, tecnologías que han sido desarrolladas o adaptadas por Cenicaña con la cooperación de los productores.

Sin embargo, para la optimización del riego mediante el uso racional del recurso hídrico aun falta un camino por recorrer. Es importante conocer la función de respuesta de la caña al agua, que se define como la relación entre la producción del cultivo y la cantidad de agua neta recibida por éste (Doorembos y Kassam, 1986). Dicha relación indica el efecto del estrés de humedad en la planta en términos de la respuesta en producción que el cultivador puede esperar con la aplicación de un riego adicional o con varios, de acuerdo con la variedad de caña de azúcar sembrada y las condiciones de suelo y clima en la zona agroecológica donde se desarrolla el cultivo.

^{*} Respectivamente: Ingeniero Agrícola, M.Sc., Ingeniero de Suelos y Aguas de Cenicaña <jrcruz@cenicana.org>; Ingeniero Agrónomo, Ph.D., Director del Programa de Agronomía de Cenicaña <jtorres@cenicana.org>; Ingeniero Agrónomo, Jefe de Agronomía del Ingenio Providencia S.A. <rbesosa@ingprovidencia.com>; Ingeniero Agrícola, Jefe de Zona Oriental del Ingenio Providencia S.A. <jrojas@ingprovidencia.com>

A partir de la experimentación en manejo de aguas, Cenicaña (1983) determinó que los requerimientos totales de agua de la caña de azúcar para un período de 13 meses oscilan entre 1050 mm y 1300 mm. Esto indica que para producciones de caña de 120-130 t/ha la eficiencia de uso del agua es de 10-11 t/100 mm de agua neta suministrada al cultivo. Expresado de otra manera, para producir una tonelada de caña se requieren aproximadamente 100 m³ de agua.

En una investigación sobre requerimientos hídricos de la caña, Yang y Torres (1984) encontraron que en zonas con nivel freático profundo y donde el período de máximo crecimiento ocurrió en verano, la respuesta máxima de la producción de caña al agua fue de 30 t/100 mm. En zonas con nivel freático profundo, donde la época seca coincidió con el principio o el final del período de rápido crecimiento, la eficiencia de uso fue de 10 t/100 mm de agua. Así mismo, en zonas con nivel freático alto y donde una parte del período de rápido crecimiento ocurrió en época seca, se obtuvo una eficiencia de uso de aproximadamente 7 t/100 mm de agua. Finalmente, en zonas con nivel freático alto, donde el cultivo no experimentó déficit de humedad en el período de rápido crecimiento, la eficiencia fue de 3 toneladas por cada 100 mm de agua.

En el año 2000, Cruz y Moreno hicieron un análisis estadístico de los experimentos en manejo de aguas realizados por Cenicaña entre 1980 y 1999 y encontraron que la respuesta de la caña al agua depende del suelo, la variedad de caña y el número de corte. En el 55% de los casos estudiados, la respuesta fue de 5 t/ha por cada 100 mm de agua neta recibida por el cultivo.

Actualmente Cenicaña adelanta un proyecto de investigación con el objetivo general de encontrar la función de respuesta en producción de la caña de azúcar al agua, como una base para determinar la rentabilidad del riego. En este documento se presentan los avances de la investigación correspondientes a un experimento cooperativo con el Ingenio Providencia S.A., donde se evalúan cuatro tratamientos de riego que incluyen un testigo sin riego. En 5.35 hectáreas de las zonas agroecológicas 22H0 y 18H0 se hizo el seguimiento al desarrollo de la variedad CC 85-92 y su producción a los 13 meses de edad, segundo corte. En el experimento se determinó el factor de respuesta de la CC 85-92 al agua, es decir el valor de la disminución relativa de la producción de caña en función del déficit relativo de agua.

Metodología

De acuerdo con Doorembos y Kassam (1986), para determinar la respuesta de un cultivo al agua es necesario cuantificar el efecto del estrés de agua sobre la producción, a partir de la experimentación.

La relación entre la disminución de la producción relativa a la producción máxima (1– $\frac{TCH_a}{TCH_{max}}$) y el déficit de evapotranspiración relativo a la evapotranspiración máxima $(1-\frac{Et_a}{Et_{max}})$ se puede expresar a través del factor de respuesta de la producción (Ky), así:

$$\left(1 - \frac{\text{TCH}_{a}}{\text{TCH}_{\text{max}}}\right) = \text{Ky}\left(1 - \frac{\text{Et}_{a}}{\text{Et}_{\text{max}}}\right)$$

Donde

Toneladas de caña por hectárea o producción real TCH_a: de cada uno de los tratamientos de riego.

TCH_{max}: Producción máxima obtenida.

Ky: Factor de respuesta de la producción al agua.

Et_a: Evapotranspiración actual o real, estimada como la lámina neta de agua recibida por el cultivo (precipitación efectiva + riego) en cada uno de los tratamientos de riego.

Evapotranspiración máxima o potencial, calculada como la Et_{max}: lámina neta de agua recibida por el cultivo (precipitación efectiva + riego) en el tratamiento sin déficit de agua.

En la condición de cero déficit de agua, la evapotranspiración del cultivo (Et_a) ocurre a la tasa máxima o potencial (Et_{max}) y la producción obtenida equivale a la producción máxima o potencial del cultivo (TCH_{max}). Sin embargo, cuando en el suelo se presenta déficit de humedad, la evapotranspiración real es menor que la potencial.

El experimento se realizó en el Ingenio Providencia, suerte 5C de la hacienda Providencia, en un área de 5.35 ha, suelos Génova (Entic Haplustolls, familia esquelética arenosa) y Río Paila (Fluventic Haplustolls, familia francosa gruesa), zonas agroecológicas 22H0 y 18H0, donde se cosechó la primera soca de la variedad CC 85-92 a los 13 meses de edad.

Los tratamientos (T) establecidos fueron:

T1: Testigo sin riego a partir del corte anterior.

T2: Sin déficit de agua.

T3: Sin riego entre 4 meses y 8 meses de edad del cultivo.

T4: Sin riego entre 8 meses y 10 meses de edad.

Los riegos se aplicaron por surco continuo hasta los 10 meses de edad de la caña y se programaron mediante el balance hídrico utilizando un factor K=0.3 de 2-4 meses y K=0.7 de 4-10 meses.

El diseño experimental fue de bloques completos al azar con cuatro repeticiones, en parcelas de 18 surcos de ancho espaciados a 1.65 m y 100 m de longitud.

Durante el desarrollo del experimento se registraron la precipitación, la evaporación y la profundidad del nivel freático. Así mismo, en cada evento de riego se midieron los caudales de agua, los tiempos de avance y los volúmenes aplicados.

A partir de los dos meses de edad de la caña y con una frecuencia de dos meses se llevaron a cabo mediciones de la población de tallos, su altura y diámetro.

Resultados

La precipitación total ocurrida durante los 13 meses del ciclo de cultivo fue de 759 mm, considerada baja si se tiene en cuenta que la evaporación total medida en el tanque clase A fue de 1529 mm; esto significa que la lluvia fue deficitaria.

Entre los 5 meses de edad y los 8 meses y poco antes de cumplir los 10 meses se presentaron dos períodos secos que obligaron a la aplicación de cinco riegos suplementarios en el tratamiento sin déficit de agua, T2 (Figura 1); se aplicaron cuatro riegos en el tratamiento sin riego entre 8 y 10 meses (T4) y dos riegos en el T3 o tratamiento sin riego entre 4 y 8 meses.

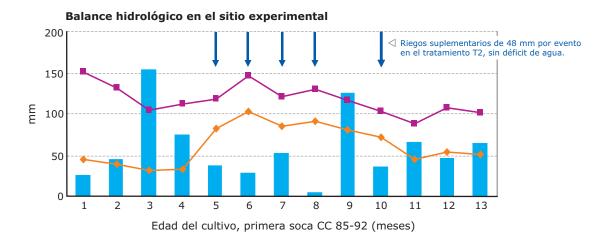
El nivel freático medido en un pozo de observación estuvo profundo durante todo el ciclo de cultivo, a más de 1.80 m de profundidad, lo cual significa que no hubo aporte de agua por capilaridad.

La lámina neta aplicada en cada riego, equivalente a la lámina de agua rápidamente aprovechable (LARA), a partir de los cuatro meses de edad fue de 48 mm. Este valor se considera bajo debido a que el suelo es de textura franca mezclada con gravilla y su profundidad efectiva de 40 cm está limitada por fragmentos de roca.

La lámina de agua aplicada neta total fue de 240 mm en los cinco riegos del tratamiento T2 (sin déficit de agua), de 96 mm en los dos riegos del T3 (sin riego de 4-8 meses) y de 192 mm en los cuatro riegos del T4 (sin riego de 8-10 meses) (Cuadro 1, ver *Riegos*).

A partir de los 6 meses de edad se comenzó a observar una población de tallos mayor en el tratamiento sin déficit de agua (T2) con respecto a los demás tratamientos (Cuadro 1, ver Seguimiento al desarrollo del cultivo).

En el octavo mes y el décimo mes, en los tratamientos T2 y T4 se registraron 7000 tallos/ha más que en los tratamientos T1 y T3. En altura se observaron diferencias desde los 6 meses, con longitudes hasta de 30 cm en favor de los tratamientos sin déficit de agua (T2) o con riego hasta los ocho meses (T4). Las diferencias en altura se incrementaron a los 8 meses de edad del cultivo y a los 10 meses, cuando superaron los 60 cm.



Edad del cultivo (mes)		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	Total
	Precipitación (mm)	25	45	153	74	38	29	52	5	126	36	66	46	64	759
-	Evaporación (mm)	150	132	104	111	118	146	121	130	116	103	89	107	102	1529
—	Evapotranspiración (mm)	45	39	31	33	82	102	85	91	81	72	44	53	51	940

Figura 1. Precipitación atmosférica, evaporación y evapotranspiración en el experimento de respuesta de la caña al agua. Suerte 5C de la hacienda Providencia, Ingenio Providencia, zonas agroecológicas 22H0 y 18H0. Eventros de riego en el T2, sn déficit de agua.

No hubo diferencias significativas en el diámetro de los tallos entre tratamientos.

Las diferencias significativas en población de tallos y en altura explican las producciones de caña y azúcar observadas en el tratamiento T2 y el tratamiento T4 que, en ambos casos, superaron los valores del testigo T1 y del tratamiento T3. En el tratamiento T4, sin riego a partir de los 8 meses, se presentó una disminución de 11 toneladas de caña por hectárea en comparación con el resultado del tratamiento

sin déficit de agua durante todo el ciclo de cultivo, T2, sin que se registraran diferencias significativas (Cuadro 1, ver *Producción*).

Estos resultados con la variedad CC 85-92, segundo corte, indican que la respuesta al riego en términos de la producción de caña por hectárea es alta en suelos de la familia textural francosa gruesa y nivel freático profundo, cuando se presenta un período seco prolongado entre los 4 y 8 meses de edad del cultivo. En este experimento, la respuesta de la variedad al agua fue de 40 toneladas de caña por hectárea, que equivalen a un incremento de 42% con respecto a la producción del testigo sin riego.

Cuadro 1. Eficiencias de uso del agua y producción obtenida en el experimento de respuesta de la caña al agua. Segundo corte de la variedad CC 85-92 en la suerte 5C de la hacienda Providencia, Ingenio Providencia, zonas agroecológicas 22H0 y 18H0, suelos Génova (GN, Entic Haplustolls, familia esquelética arenosa) y Rio Paila (RL, Fluventic Haplustolls, familia francosa gruesa). Edad de cosecha: 13 meses.

		Tratan	nientos		
Indicador		T1 Testigo sin riego	T2 Sin déficit de agua	T3 Sin riego entre 4 y 8 meses	T4 Sin riego entre 8 y 10 meses
Riegos					
Eventos de riego (No.)		0	5	2	4
Lámina de riego neta aplica	ıda¹ (mm)	0	240	96	192
Lámina neta total recibida promo precipitación efectiva		700	940	796	892
Seguimiento al desarroll	o del cultivo				
	6 meses	62 bc*	66 a	60 c	63 b
Población de tallos por hectárea (No. en miles)	8 meses	54 b	62 a	54 b	61 ab
,	10 meses	53 b	60 a	53 b	59 ab
	6 meses	143 b	176 a	145 b	174 a
Altura de tallos (cm)	8 meses	176 b	243 a	176 b	237 a
	10 meses	225 b	298 a	237 b	286 a
Producción (13 meses de	e edad)				
Toneladas de caña por hect	área (TCH)	95 b	135 a	90 b	124 a
TCH relati	vas al T1 (%)	0	42	-6	30
TCH por n	nes	7.32 b	10.39 a	6.90 b	9.53 a
Toneladas de azúcar por he	ctárea (TAH)	11.1 b	15.6 a	10.7 b	14.5 a
TAH relati	vas al T1 (%)	0	41	-4	30
TAH por n	nes	0.85 b	1.20 a	0.82 b	1.11 a
Rendimiento comercial en a	11.7 a	11.6 a	11.9 a	11.7 a	
Producción relativa y dé	ficit relativo de a	agua			
Disminución relativa en TCI	1	0.30	0	0.34	0.08
Déficit relativo de agua		0.26	0	0.15	0.05

La lámina neta aplicada en cada riego, equivalente a la lámina de agua rápidamente aprovechable (LARA) a partir del cuarto mes de edad de la caña, fue de 48 mm por evento.

^{*} Valores con la misma letra no presentan diferencias significativas entre tratamientos (Duncan, α =5%).

En el experimento se corroboró que la prioridad de riego, expresada como el período en el que no debe faltarle el agua al cultivo, está entre los 4 meses y los 8 meses de edad; le sigue el período comprendido entre los 8 meses y los 10 meses.

Función de respuesta de la variedad CC 85-92 al agua, primera soca

Uno de los aspectos más importantes en el mejoramiento del riego es el conocimiento acerca de la función de respuesta de la producción de caña al agua suministrada al cultivo. Esta función indica a los productores cuál es el efecto del estrés de humedad en la planta y cuál es la respuesta que pueden esperar por la aplicación de uno o varios riegos en las diferentes etapas del cultivo, de acuerdo con la variedad de caña y la zona agroecológica.

En el Cuadro 1 (ver *Producción relativa y déficit relativo de agua*) se presentan los valores correspondientes a la disminución relativa en la producción y el déficit relativo de agua, a partir de los cuales se determinó el factor de respuesta (*Ky*) de la producción de caña al agua. Para la variedad CC 85-92, primera soca, dadas las condiciones de suelo y precipitación del experimento, el valor de *Ky* fue igual a 1.44 y la función de respuesta se puede escribir como (Figura 2):

$$\left(1 - \frac{\text{TCH}_{a}}{\text{TCH}_{\text{max}}}\right) = 1.44 \left(1 - \frac{\text{Et}_{a}}{\text{Et}_{\text{max}}}\right)$$

El uso práctico de la función de respuesta de la producción de caña al agua radica en la estimación de la producción de caña (TCH_a) basada en la aplicación de un número de riegos menor de cinco, que fue el número aplicado en el tratamiento sin déficit de agua T2, cuya producción máxima fue de 135 t/ha (TCH_{max}).

Déficit relativo de la evapotranspiración $1-\frac{Et_a}{Et_{max}}$

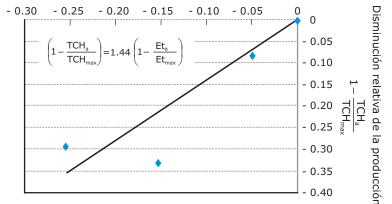


Figura 2. Función de respuesta de la caña al agua. Variedad CC 85-92 en segundo corte. Suerte 5C, hacienda Providencia, Ingenio Providencia, zonas agroecológicas 22H0 y 18H0, suelos Génova y Rio Paila. Edad de cosecha: 13 meses. Factor de respuesta de la producción al agua, Ky: 1.44.

La evapotranspiración máxima (Et_{max}), calculada como la lámina de agua neta recibida por el cultivo en el tratamiento T2 sin déficit de agua fue de 940 mm, resultado de sumar la precipitación efectiva de 700 mm y la lámina de riego neta de 240 mm (5 riegos x 48 mm/riego).

Si se aplicara un riego menos, es decir cuatro riegos, la lámina de agua neta total recibida sería de 892 mm (ET_a) y la producción de caña (TCH_a), estimada mediante la función de respuesta sería de 125 t/ha.

En el caso de dos riegos menos, es decir que se aplicaran tres riegos, la lámina neta total recibida sería de 844 mm (ET_a) y la producción de caña esperada (TCH_a) sería de 115 t/ha.

Conclusiones

Mediante un experimento controlado se obtuvo la primera aproximación de la función de respuesta de la variedad CC 85-92 al agua en las zonas agroecológicas 22H0 y 18H0, suelos Génova (Entic Haplustolls) y Río Paila (Fluventic Haplustolls).

Se corroboró que el período de mayor requerimiento de agua ocurre entre los 4 meses y los 8 meses de edad de la caña de azúcar, lo cual ratifica el uso de este criterio en la programación de los riegos por balance hídrico. La segunda prioridad de riego corresponde al período entre los 8 meses y los 10 meses de edad del cultivo.

El experimento continuará en el tercer corte (segunda soca) de la CC 85-92, a fin de precisar la función de respuesta de la variedad al agua y determinar la rentabilidad del riego en las zonas agroecológicas correspondientes.

Referencias bibliográficas

Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia (Cenicaña). 1984. Informe Anual 1983. Cali, Cenicaña. 88 p.

Cruz, R.; Moreno, C.A. 2000. Respuesta de la producción de caña al agua. 10 p. En: Congreso Colombiano de la Asociación de Técnicos de la Caña de Azúcar, 5. Memorias. Cali, Colombia. 4-6 octubre, 2000. Tecnicaña. Cali, Colombia. (Un cd-rom).

Doorenbos, J.; Kassam, A.H. 1986. Yield Response to Water. FAO. Irrigation and Drainage. Paper 33. Roma. 194 p.

Yang S.J.; Torres J.S. 1984. Estudio preliminar sobre los requerimientos de agua y riego de la caña de azúcar en el Valle del Cauca. V.1. p.323-335. En: Congreso de la Sociedad Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar, 1. Memorias. Cali, Colombia. 28-30 noviembre, 1984. Tecnicaña, Cali, Colombia.

Metodología para determinar el ajuste de los molinos de caña en un ingenio azucarero

Cesar Fabiany Cañón Saa; Adolfo León Gómez

Introducción

Desde 1994 Cenicaña desarrolla proyectos de investigación orientados a reducir las pérdidas de sacarosa en el proceso agroindustrial de la caña de azúcar. Particularmente, para disminuir la cantidad de sacarosa en el bagazo, en asocio con los ingenios azucareros se ha llevado a cabo un trabajo sistemático en las estaciones de preparación y molienda que comenzó, entre otros, con la evaluación de metodologías para definir el nivel de preparación de la caña y el ajuste de los molinos (Cenicaña, 1996).

El monitoreo de las variables operativas de las estaciones de preparación y molienda se realiza con un laboratorio móvil (Cenicaña, 1999), con el principio de un enfoque integral para analizar los aspectos que en conjunto definen la eficiencia y la confiabilidad de las estaciones y su productividad.

Para el diseño del ajuste de los molinos se aplican técnicas que tienen su fundamento en el concepto de la compactación o densidad máxima del bagazo cuando sale del molino, criterio de uso generalizado en países como Australia, Brasil y Sudáfrica. Al definir un perfil de compactaciones adecuado a lo largo del tándem es posible ajustar los molinos para alcanzar una buena extracción con una demanda racional de potencia v sin sobrecargar los elementos mecánicos del molino o la transmisión. Para el efecto se desarrolló el aplicativo Analimol (Microsoft® Excel) (Cenicaña, 2000) que ha sido objeto de mejoras constantes y que reúne los principios utilizados actualmente en los ingenios colombianos para el análisis de los ajustes y las cargas en los distintos tándemes de molinos.

En este documento se presenta la metodología general propuesta por Cenicaña para el ajuste de los molinos en las condiciones de operación de los ingenios colombianos y se incluyen los valores de referencia recomendados para los principales parámetros involucrados en el análisis, información actualizada con base en el monitoreo de la molienda entre 2005 y 2007 en seis ingenios locales y las experiencias de algunos ingenios de Brasil (Cañón, 2008).

Metodología propuesta

En la Figura 1 se presenta el esquema de un molino de cuatro mazas, sus partes principales y los puntos de ajuste.

Ajustes en diferentes puntos del molino:

- E: Ajuste de entrada. Distancia mínima entre las mazas superior y cañera.
- P: Ajuste cuarta-superior. Distancia mínima entre las mazas superior y cuarta.
- C: Ajuste cuarta-cañera. Distancia mínima entre las mazas cañera y cuarta.
- B1: Ajuste superior-virador talón. Distancia mínima entre la maza superior y el talón del virador.
- B2: Ajuste del virador central. Distancia perpendicular entre la maza superior y el centro del virador.
- B3: Ajuste superior-virador punta. Distancia mínima entre la maza superior y la punta del virador.
- B4: Ajuste bagacera-virador talón. Distancia mínima entre la maza superior y el talón del virador.
- Sa: Ajuste de salida. Distancia mínima entre las mazas superior y bagacera.

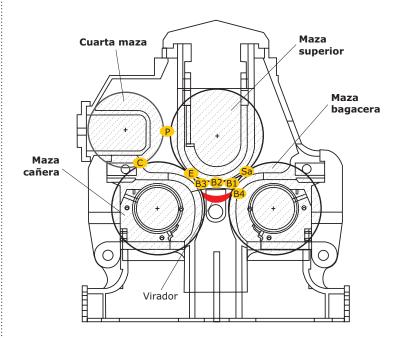


Figura 1. Esquema de un molino de cuatro mazas, partes principales y puntos de ajuste.

Respectivamente: Ingeniero Mecánico, Ingeniero Mecánico <fcanon@cenicana.org>; Ingeniero Mecánico, M.Sc., Asesor en Procesos Mecánicos
 <algomez@cenicana.org>. Ambos de Cenicaña.

El indicador principal que se utiliza en la metodología es la compactación del bagazo a la salida del molino y en el virador; se busca que la compactación aumente progresivamente desde el primer molino hasta el sexto, como lo indican los valores de referencia de la Tabla 1.

Tabla 1. Compactaciones recomendadas en operación entre las maza bagacera y superior para el ajuste de molinos.

	Compactaciones recomendadas en operación entre las mazas bagacera y superior para el ajuste de salida (kg/m³)							
Molino (No.)	Tándem de seis molinos	Tándem de cinco molinos						
1	550	550						
2	620	640						
3	690	730						
4	760	810						
5	830	900						
6	900	-						

En la hoja de cálculo Analimol se incluyen las ecuaciones siguientes, las cuales se utilizan para determinar la compactación y con ella el ajuste entre las mazas superior y bagacera o ajuste de salida. Con el aplicativo se precisa el ajuste del molino en reposo, de manera que en su operación se logre la compactación deseada.

Para determinar la compactación se utiliza la ecuación 1 (Kent, 1999):

$$\gamma = \frac{Q_f}{V_e}$$
 (1)

Donde

γ: Grado de compactación de la fibra (kg/m³)

Q_f: Flujo de fibra (kg/s)

V_e: Volumen descrito (m³/s)

El volumen descrito es un concepto que indica el flujo volumétrico máximo que puede manejar el molino y se calcula como lo indica la ecuación 2:

$$V_e = L * W * S$$
 (2)

Donde

L: Longitud del molino

W: Ajuste del molino en operación (parámetro que se puede modificar)

S: Velocidad superficial de la maza

La velocidad superficial de la maza se determina con la ecuación 3:

$$S = \frac{\pi * D * N}{60}$$
 (3)

Donde

- D: Diámetro de la maza (si las mazas a las cuales se les está determinando el ajuste tienen diámetros diferentes, se puede utilizar su valor promedio con un buen nivel de precisión)
- N: Revoluciones por minuto (rpm) de la maza superior (parámetro operativo que se puede modificar)

El flujo másico de fibra se calcula en función de la tasa de molienda y la fibra en caña como se muestra en la ecuación 4:

$$Q_f = \frac{Q_c * f}{360} \tag{4}$$

Donde

Q_f: Tasa de molienda (t/h)

f: Fibra en caña

El ajuste entre las mazas superior y cañera o ajuste de entrada se determina a partir de una relación entre el ajuste a la entrada del molino y el ajuste a la salida; esta relación varía para cada molino y depende del grado de preparación de la caña. En la Tabla 2 se presentan las relaciones recomendadas para caña desfibrada y picada.

El ajuste del virador central se hace buscando que la compactación del bagazo en este punto vaya aumentando progresivamente, como se indica en la Tabla 3. Para el ajuste en el molino 2 se debe tener en cuenta que en el jugo diluido existe un retorno de fibra proveniente de los filtros de bagacillo, que aumenta el flujo de fibra en este molino; la cantidad de fibra adicional depende de factores como el estado mecánico y de operación del tándem y el nivel de preparación de la caña. En el caso de un ingenio con dos picadoras de brazos rígidos en la estación de preparación y un filtro de bagacillo tipo Noria en la estación de molienda, se han medio valores de fibra adicional de 4.5% en promedio. En otro ingenio que tiene una desfibradora pesada y una picadora y donde se usa un filtro tipo Trommel, los valores medidos alcanzaron el 6% en promedio (Cañón, 2008a). Un análisis similar debe efectuarse en los tándemes donde el bagacillo se retorna al primer molino.

En la Tabla 4 se presentan las relaciones que permiten determinar los ajustes en diferentes puntos del molino en función del ajuste de salida.

Relaciones de ajuste de molinos (entrada/salida) recomendadas para caña Tabla 2. desfibrada y caña picada.

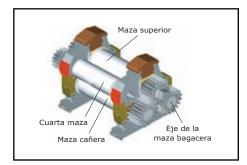
	Relaciones recomendadas de ajuste entre mazas superior y cañera o ajuste de entrada, según la preparación de la caña (ajuste de entrada/ajuste de salida)									
Molino	Caña de	Caña	picada							
(No.)	Seis molinos	Cinco molinos	Seis molinos	Cinco molinos						
1	1.60	1.60	1.80	1.80						
2	1.60	1.60	1.80	1.80						
3	1.75	1.80	1.85	1.85						
4	1.80	1.90	1.90	1.90						
5	1.90	2.00	1.90	2.00						
6	2.00	-	2.00	-						

Tabla 3. Compactaciones recomendadas en operación entre la maza superior y el virador central para el ajuste de molinos con caña desfibrada o caña picada.

Molino	y el virador central con ca	n operación entre la maza superior ña desfibrada o caña picada J/m³)
(No.)	Tándem de seis molinos	Tándem de cinco molinos
1	181	181
2	201	193
3	214	205
4	222	217
5	226	229
6	229	-

Tabla 4. Relaciones de ajuste recomendadas para el ajuste de salida de cada molino (ajuste de entrada/ ajuste de salida) con caña desfibrada y caña picada.

	Relaciones de ajuste recomendadas para el ajuste de salida de cada molino con caña desfibrada o caña picada (ajuste de entrada/ajuste de salida)										
Molino (No.)	Entrada/ salida	Cuarta superior/ salida	Virador punta/ salida	Virador centro/ salida	Virador talón/ salida	Virador bagacera/ salida	Cuarta cañera/ salida				
1	2.1	6.0	2.7	3.0	3.3	1.3	0.4				
2	2.2	6.2	2.9	3.3	3.6	1.4	0.4				
3	2.3	6.4	3.1	3.6	3.9	1.5	0.5				
4	2.4	6.6	3.4	3.8	4.2	1.6	0.5				
5	2.5	6.8	3.6	4.1	4.5	1.8	0.6				
6	2.6	7.0	3.8	4.4	4.8	1.9	0.6				



Ejemplo de aplicación de la metodología de ajuste

De acuerdo con las especificaciones de geometría de un támden de seis molinos y con las variables operacionales indicadas a continuación, se calcularon los ajustes de cada molino utilizando la metología descrita antes. Los supuestos incluyeron una flotación de ½ pulgada y un ángulo apical de 80° en todos los molinos, así como diámetros iguales de las mazas superior, bagacera y cañera en cada molino. En las Figuras 2 y 3 se presentan los esquemas del molino 1 con las dimensiones, distancias y ángulos requeridos para lograr los ajustes definidos.

Geometría de los molinos

Diámetro exterior de las mazas												
Molino	Cuart	a maza	Maza	superior	Maza	cañera	Maza	bagacera				
(No.)	mm	pulgadas	mm	pulgadas	mm	pulgadas	mm	pulgadas				
1	838.2	33	1092.2	43	1092.2	43	1092.2	43				
2	838.2	33	1041.4	41	1041.4	41	1041.4	41				
3	838.2	33	1092.2	43	1092.2	43	1092.2	43				
4	838.2	33	1092.2	43	1092.2	43	1092.2	43				
5	838.2	33	1092.2	43	1092.2	43	1092.2	43				
6	838.2	33	1041.4	41	1041.4	41	1041.4	41				

Altura del rayado												
Molino	lino Cuarta maza		Cuarta maza		Maza	superior	Maza	a cañera	Maza	bagacera		
(No.)	mm	pulgadas	mm	pulgadas	mm	pulgadas	mm	pulgadas				
1	46.0	1-13/16	46.0	1-13/16	46.0	1-13/16	46.0	1-13/16				
2	46.0	1-13/16	46.0	1-13/16	46.0	1-13/16	46.0	1-13/16				
3	46.0	1-13/16	46.0	1-13/16	46.0	1-13/16	46.0	1-13/16				
4	46.0	1-13/16	46.0	1-13/16	46.0	1-13/16	46.0	1-13/16				
5	46.0	1-13/16	46.0	1-13/16	46.0	1-13/16	46.0	1-13/16				
6	46.0	1-13/16	46.0	1-13/16	46.0	1-13/16	46.0	1-13/16				

Parámetros operacionales

Molino	Long	gitud	Velocidad	Flotación	Ve ¹	Vs²
(No.)	(mm)	(pulgadas)	(rpm)	(pulgadas)	(mm)	(mm)
1	2133.6	84	4.910	12.70	824.4	824.4
2	2133.6	84	5.040	12.70	784.1	784.1
3	2133.6	84	4.910	12.70	817.6	817.6
4	2133.6	84	4.910	12.70	815.0	815.0
5	2133.6	84	4.910	12.70	812.9	812.9
6	2133.6	84	4.652	12.70	775.1	775.1

^{1.} Ve: Distancia vertical desde el centro de la maza superior hasta el centro de la maza cañera.

^{2.} Vs: Distancia vertical desde el centro de la maza superior hasta el centro de la maza bagacera.

Ajustes recomendados

Molino	Ajuste de aberturas en reposo¹ (mm)								
(No.)	Р	E	B1	B2	В3	B4	Sa	С	
1	145.56	50.95	81.83	90.92	100.01	31.54	24.26	15	
2	138.70	49.22	78.01	86.68	95.35	31.32	22.37	15	
3	111.09	39.92	67.45	74.94	82.44	26.04	17.36	15	
4	98.09	35.67	64.61	71.79	78.96	23.78	14.86	15	
5	86.95	31.97	63.26	70.29	77.32	23.02	12.79	15	
6	93.08	34.57	70.35	78.16	85.98	25.26	13.30	15	

^{1.} Significado de la nomenclatura. P: entre las mazas cuarta y superior; E: entre las mazas cañera y superior; B1: entre la maza superior y el virador, en el talón del virador; B2: entre la maza superior y el virador, en el centro del virador; B3: entre la maza superior y el virador, en el talón del virador; B4: entre la maza bagacera y la punta del virador; Sa: entre las mazas bagacera y superior; C: entre las mazas cuarta y cañera.

Primer molino: Dimensiones, distancias y ángulos requeridos para lograr los ajustes recomendados

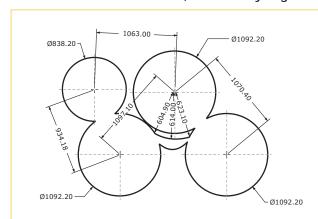


Figura 2. Diámetros de las mazas, distancias entre centros de las mazas y posicionamiento del virador (dimensiones en milímetros).

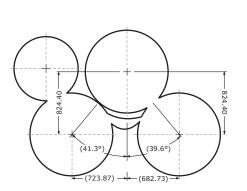


Figura 3. Distancias y ángulos complementarios a las mediciones indicadas en la Figura 2 (dimensiones en milímetros).

Comentarios finales

- Se considera que la metodología utilizada por Cenicaña es una alternativa para el ajuste de los molinos teniendo como referencia las compactaciones a la salida de cada molino y en el virador.
- Debido a la magnitud de los ajustes en comparación con el tamaño del molino, se requiere un sistema que garantice que el ajuste calculado para el molino sea el ajuste real de éste.
- El análisis para el ajuste de los molinos brinda la posibilidad de evaluar los requerimientos energéticos del proceso que se derivan del concepto de compactación.
- Existen parámetros que no se tienen en cuenta en la metodología propuesta, como el flujo de agua de imbibición y el nivel del chute, que pueden ser estudiados para complementar los cálculos de los ajustes.

Referencias bibliográficas

Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia (Cenicaña). 2001. Informe Anual 2000. Cenicaña, Cali. p. 37.

_ . 2000. Informe Anual 1999. Cenicaña, Cali. p. 44-46.

_ . 1996. Informe Anual 1995. Cenicaña, Cali. p. 40-42.

Cañon S., C.F. 2008. Análisis de ajustes utilizados en algunos ingenios brasileros. Cali. Cenicaña. 11 p. (Documento de trabajo, no.630)

Cañon S., C.F. 2008a. Evaluación del filtro rotatorio Trommel del Ingenio Providencia vs. el filtro Noria del Ingenio del Cauca. Cali. Cenicaña. 29 p. (Documento de trabajo, no.629)

Kent, G.A. 1999. Advanced milling engineering course for the Colombian sugar industry. V.2, p.1-102. En: Curso Preparación y Molienda. Material básico para análisis y complemento. Cali, Colombia. Febrero 22-26, 1999. Convenio Sena-Asocaña-Cenicaña. Cali, Colombia.

Notas de investigación

Observaciones concretas relacionadas con los procesos de investigación en marcha

Correspondencia entre 27
el promedio anual
de las toneladas de
caña por hectárea
y los promedios
trimestrales

Determinación experimental del perfil de presión de la caña cosechada sobre una superficie plana vertical

Diego F. Cobo; Adolfo L. Gómez; Liztman Bejarano*

Introducción

Cenicaña coordina el proyecto CATE con el objetivo general de mejorar los estándares tecnológicos y la logística del sistema de corte de caña, alce, transporte y entrega de la materia prima a la fábrica, de manera que se disminuyan los costos de producción en la agroindustria de la caña de azúcar en el valle del río Cauca.

Uno de los objetivos específicos del proyecto consiste en mejorar el diseño de los vagones de transporte de caña mediante la aportación de la ingeniería básica para la construcción de un vagón de menor peso que los actuales.

En 2007 se hicieron las primeras observaciones y mediciones para caracterizar la exigencia sobre la estructura de la canasta de un vagón HD 12000 en tres escenarios principales de trabajo: vagón cargado con caña, alzadora comprimiendo la caña cargada en el vagón y vagón descargando la caña en la mesa de recepción en la fábrica; se desarrollaron modelos de ingeniería asistida por computador y se encontró que el escenario de mayor exigencia ocurría cuando la alzadora empujaba la caña entera cargada en el vagón (Cobo et. al., 2007; Cenicaña, 2008). Durante el desarrollo de los modelos de análisis se presentaron incógnitas acerca de la presión de la caña en las paredes del vagón, las cuales se resolvieron con la aplicación de un modelo de presión de tipo hidrostático en el que la caña se consideró como un fluido ideal; este modelo es utilizado por algunos fabricantes de vagones y remolques de transporte de caña para calcular dicha presión.

En este documento se resumen los resultados de un experimento preliminar, en el cual se determinó el perfil de presión de la caña sobre las paredes verticales de un vagón HD 12000 que fue modificado para descarga lateral. Se hicieron mediciones directas con un dinamómetro y se establecieron las relaciones de correspondencia de los datos obtenidos con respecto a los estimados mediante un modelo de tipo hidrostático, considerando la caña como un fluido ideal, y los estimados con un modelo que se utiliza para calcular la presión horizontal y vertical en silos donde se almacenan granos, propuesto por H.A. Janssen (Chase, 2002), considerando la caña (troceada) como un material compuesto por granos.

En el diseño de vehículos para el transporte de carga, las condiciones de rigidez de la estructura del vehículo se determinan según la forma como la carga actúa sobre la estructura. La descripción precisa de la forma del perfil de presión ofrece parámetros básicos para el diseño estructural de vagones de transporte de caña más livianos, uno de los objetivos específicos del proyecto CATE.

Planteamiento del experimento y desarrollo de las pruebas

En el experimento se empleó la canasta de un vagón HD 12000 al que se le modificó la fijación de una pared lateral con el fin de convertirla en una puerta batiente, con puntos de giro en la parte superior. En la parte inferior del vagón se ubicó un dinamómetro o celda de carga para medir la fuerza resultante ejercida por la presión de la caña sobre la pared vertical de superficie plana adaptada para la descarga lateral del vagón (Figura 1).

^{*} Respectivamente: Ingeniero Mecánico, Ingeniero Mecánico, Cenicaña <dcobo@cenicana.org>; Ingeniero Mecánico, M.Sc.,
Asesor en Procesos Mecánicos, Cenicaña <algomez@cenicana.org>; Ingeniero Mecánico, Ingeniero de Diseño y Mantenimiento,
Taller Agrícola del Ingenio Providencia S.A. <lbejarano@ingprovidencia.com>

Las pruebas se realizaron inicialmente con caña troceada cosechada con una máquina combinada y luego con tallos enteros, caso en el cual la caña cargada en el vagón se presionó con la uña de una alzadora.

El procedimiento que se siguió en cada prueba consistió en: (a) Verificar el buen estado del vagón y de los puntos de giro de la puerta de descarga lateral; (b) Instalar el dinamómetro o celda de carga; (c) Marcar dentro del vagón los niveles de altura entre cero y 2.5 m, espaciados 0.50 m entre sí; (d) Verificar el cero en la celda de carga en la medición con carga cero sobre la puerta; (e) Pesar el vagón vacío; (f) Llenar progresivamente el vagón con la caña (troceada o entera) y registrar los valores de altura del nivel de carga y los correspondientes valores de fuerza de la carga medidos con el dinamómetro; en el caso del vagón lleno con caña entera, también se hicieron registros cuando la carga fue presionada con la uña de una alzadora; (g) Pesar el vagón lleno; (h) Liberar la celda de carga y descargar el vagón.

Utilizando el modelo de tipo hidrostático (Figura 2, página 24), para el registro de las mediciones se aplicaron las condiciones de equilibrio indicadas y se hizo la sumatoria de los momentos en el punto de pivote A para hallar la fuerza resultante R ejercida por la presión de la caña a una altura hi. De acuerdo con las ecuaciones 1 y 2 siquientes se obtuvo el valor de la fuerza resultante R, como función de la fuerza F medida con el dinamómetro:

$$\sum M_{A} = F * h_{t} - R * h_{i} = 0$$
 (1)

$$R = \frac{F * h_t}{h_i}$$
 (2)

Así mismo, con el supuesto de que los trozos de tallos de caña se pueden considerar como un material que puede ser más parecido a un grano que a un fluido, se calculó la presión vertical de la carga de caña de acuerdo con el procedimiento propuesto por H.A. Janssen (Chase, 2002), que se usa para calcular la presión vertical y horizontal en silos donde se almacenan granos.







Vagón HD-12000 modificado para descarga lateral. Detalle de los puntos de giro (pivotes) Figura 1. de la pared lateral y la fijación de la celda de carga.

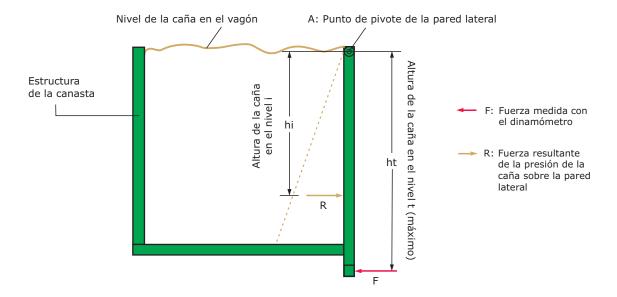


Figura 2. Modelo hidrostático para medición de fuerza *R* resultante de la presión de la caña sobre la pared lateral de descarga del vagón HD-12000 modificado, como función de la fuerza *F* medida con el dinamómetro.

Resultados

La adecuada estructura de sujeción de la celda de carga restringió los grados de libertad en los puntos de fijación y garantizó la correcta transmisión de la carga. Las dimensiones del vagón permitieron evaluar el cambio de la presión de la caña (gradiente) sobre las superficies verticales de la estructura del equipo.

Fuerza medida con el dinamómetro

En la Figura 3 se presentan las curvas de la fuerza medida por la celda de carga en cada prueba. Se observa que las mayores fuerzas medidas por el dinamómetro corresponden a las que ejerce la caña entera cuando es presionada con la uña de una alzadora (altura en el vagón entre 1.5 m y 2.0 m). Esta situación había sido detectada antes por Cobo *et. al.* (2007) en el análisis estructural mediante elementos finitos de la estructura de un vagón HD 12000.

En la prueba con caña entera se registraron los valores de fuerza más bajos. Las tendencias de las fuerzas medidas mostraron una relación de tipo lineal, al aumentar con la altura de la caña.

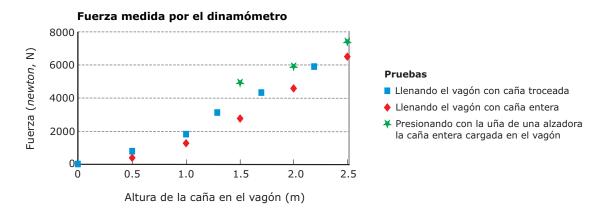
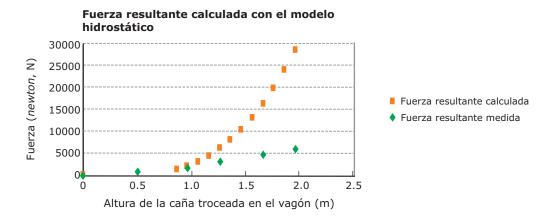


Figura 3. Fuerza medida por la celda de carga instalada en un vagón de transporte de caña HD 12000 adaptado para descarga lateral. Taller Agrícola del Ingenio Providencia S.A.

Fuerza resultante calculada con el modelo de presión hidrostático

En la Figura 4 se muestran los valores de la fuerza calculada con el modelo hidrostático y la fuerza medida con la celda de carga durante la prueba de caña troceada. Es muy notoria la diferencia entre los valores de fuerza y las tendencias de ambas curvas. Mientras que la fuerza calculada con el modelo hidrostático con carga de 2 m de altura alcanzó un valor de 28,535 N, la fuerza medida fue de 5956 N.

Estos resultados señalan que el modelo hidrostático, considerando la caña como un fluido ideal, no ofrece estimaciones representativas del comportamiento de la presión de la caña sobre la pared vertical del vagón.



Curva de la fuerza calculada con el modelo hidrostático y curva de la fuerza medida Figura 4. con el dinamómetro en la prueba con caña troceada.

Fuerza resultante calculada con el modelo de presión lateral

Considerando que el modelo de presión de tipo hidrostático no representa la fuerza medida por la celda de carga, se pretendió encontrar un modelo de presión que se ajustara a los valores obtenidos durante las pruebas realizadas.

Partiendo del hecho de que la caña picada se puede considerar un material más parecido a un grano que a un fluido, se siguió el procedimiento propuesto por H.A. Janssen para el cálculo de la presión horizontal y vertical en silos para almacenamiento de granos. En nuestro caso el vagón hizo de contenedor del grano. La relación para la presión vertical de la caña sobre el vagón en función de la altura fue la siguiente (A es altura y L es ancho):

$$Pv = \frac{1}{\left\lceil \frac{2*\mu*K}{\rho}*\left(\frac{1}{A} + \frac{1}{L}\right) \right\rceil} * \left\lceil 1 - e^{\left(-\frac{2*A*L*\mu*K*h}{A+L}\right)} \right\rceil$$

La presión lateral ejercida por la caña sobre la cara del vagón se calculó a partir de la relación:

$$PI = K * Pv$$

Donde

K: Es la relación entre las presiones lateral y vertical para caña troceada

Pv: Presión vertical PI: Presión lateral

Las ecuaciones de presión vertical y lateral fueron evaluadas para diferentes valores de K hasta encontrar coincidencia con los valores medidos por la celda de carga durante la prueba con caña troceada. El valor obtenido fue de 0.07, con un coeficiente de fricción (μ) entre la caña y el metal de 0.47 y una densidad (ρ) de 386.6 kg/m³. En la prueba con caña entera y con los mismos valores de los parámetros μ y ρ mencionados, se encontró un valor de 0.0205 para la relación de presiones (K).

En la Figura 5 se presentan los valores teóricos de la fuerza calculada con el modelo de presión lateral y la fuerza medida con la celda de carga en la prueba con caña troceada. El coeficiente de correlación entre las series de datos fue de 0.9951, lo que nos muestra la correspondencia entre los datos medidos de la fuerza ejercida por la caña troceada sobre la superficie plana de la pared de descarga adaptada en el vagón y los datos calculados con el modelo. En la prueba con caña entera se obtuvo un coeficiente de correlación de 0.9659 entre las fuerzas resultantes medida y calculada.

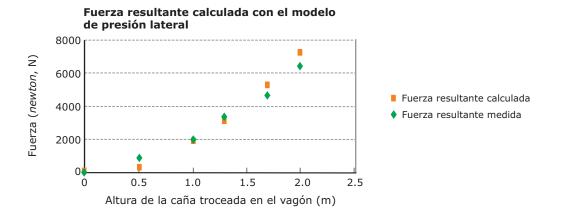


Figura 5. Fuerza resultante calculada con el modelo de presión lateral y fuerza resultante medida con el dinamómetro en la prueba con caña troceada.

Conclusiones y recomendaciones

- Se pudo constatar que la presión de la alzadora sobre la caña entera cargada en el vagón en estado estático es la situación que genera la mayor fuerza de presión sobre la estructura de la canasta.
- Se determinó que con el modelo hidrostático y considerando la caña como un fluido ideal, se sobrestima la fuerza resultante ejercida por la caña troceada sobre la superficie plana vertical del vagón.
- Cuando se consideró la caña picada como un material compuesto por granos y se usó el modelo de presión lateral obtenido a partir del planteamiento de H.A. Janssen, las estimaciones correlacionaron bastante bien con los valores medidos (R:0.99).
- De acuerdo con los resultados del experimento, se puede concluir que es posible optimizar el diseño estructural del vagón HD 12000 y de otros vagones de transporte de caña disminuyendo la cantidad de elementos de la estructura para hacerla más liviana, si se considera que muchos de los vagones utilizados actualmente fueron construidos a partir de diseños basados en cálculos teóricos que sobrevaloran el perfil de presión de la carga en las paredes del vagón.
- Se recomienda continuar el análisis de metodologías de diseño de estructuras para vagones y remolques cañeros, incluyendo el empleo de la modelación con elementos finitos y el uso de relaciones como las encontradas en esta evaluación.

Referencias bibliográficas

Cobo, D.F.; Gómez, A.L.; Bejarano, L. 2007. Observaciones preliminares sobre el análisis estructural de vagones. Carta Trimestral. 29. 2-3 (abr.sep.): 31-32

Carson J.W.; Jenkyn R.T. 1993. Load Development and structural consideration in silos design. Disponible en <www.jenike.com> Consultado el 03-04-2008.

Chase George G. 2002. Solid Notes
10. Hopper Design. Disponible
en <www.engineering.uakron.
edu/~chem/fclty/chase/
Solids/SolidsNotes10%20
Hopper%20Design.pdf>
Consultado el 08-04-2008.

Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia (Cenicaña). 2008. Informe Anual 2007. Cenicaña, Cali. p.24



Correspondencia entre el promedio anual de las toneladas de caña por hectárea y los promedios trimestrales

Alberto Palma Z.*

En Colombia la caña azucarera se cosecha para su molienda inmediata durante cerca de trescientos días al año. Entre enero y diciembre de 2007 en 184,866 hectáreas se cosecharon cultivos de 12.5 meses de edad y se obtuvieron 113.9 toneladas de caña por hectárea. Estos dos indicadores de la productividad, promedios anuales de trece ingenios azucareros que conforman la industria, disminuyeron en 3.8 unidades porcentuales con respecto a 2006, cuando se cosecharon 179,608 hectáreas. ¿Qué podemos esperar en 2008?

Introducción

Con base en los datos reportados por doce ingenios azucareros localizados en el valle del río Cauca acerca de las toneladas de caña producidas por hectárea (TCH) en las suertes cosechadas entre 1990 y 2007, se analizaron las variaciones de los promedios trimestrales de TCH y su relación con el promedio anual de la misma variable.

Se determinó, en términos del promedio acumulado de TCH, cuál es el trimestre que más difiere con respecto al año, cuáles son los trimestres que presentan las mayores relaciones y cómo éstas influyen en el promedio anual. Finalmente se estableció una ecuación de regresión para estimar el promedio anual de TCH en función de las relaciones entre los resultados del primer trimestre del año analizado (en curso o actual) y el cuarto trimestre del año anterior.

El análisis mostró que a lo largo de los 17 años de observación ha existido una correspondencia entre los promedios trimestrales de las TCH y el promedio anual. De acuerdo con los resultados, la hipótesis que se plantea es que si el promedio de las TCH en el primer trimestre del año en curso es mayor que el promedio del cuarto trimestre del año anterior, entonces el promedio del año en curso será mayor o igual al promedio del año anterior.

El método propuesto es útil para validar el presupuesto de caña o para estimar de manera anticipada las TCH promedio del año que podría esperar un ingenio en particular o el conjunto de la industria azucarera en el valle del río Cauca, donde la cosecha se realiza en todos los trimestres del año y donde el tonelaje por hectárea está muy ligado con la edad de la caña al momento del corte, tanto en el año anterior como en el actual, sin desconocer con ello el efecto de otros factores importantes en la producción del cultivo.

Para el conjunto de datos de la industria, la hipótesis se cumplió en el 88% de los años de observación, con diferencias que oscilaron entre 0.1 toneladas de caña por hectárea y 6.9 toneladas cuando se compararon la estimación anticipada y los registros reales.

^{*} Matemático, M.Sc., Biometrista de Cenicaña <aepalma@cenicana.org>

Diferencias entre el promedio anual de TCH y el acumulado por trimestre

Se analizaron las diferencias entre el promedio anual de TCH y los promedios acumulados en cada trimestre, para determinar cuál promedio trimestral era el más similar al del año y cuál, el más diferente.

Se observó que los promedios acumulados de TCH en los trimestres primero y segundo han sido determinantes en el promedio anual de esta variable.

Las mayores diferencias entre los promedios acumulados y el anual ocurrieron con respecto al primer trimestre, el segundo y el tercero, en su orden.

Se destaca la importancia del análisis en el primer trimestre del año, dada la oportunidad en el horizonte de planeación según las diferencias observadas; en el tercer trimestre, por su parte, la productividad del año está prácticamente definida y, por tanto, lo que ocurra en el cuarto trimestre no afecta mucho el resultado final (Figura 1).

Relaciones entre los promedios trimestrales de dos años de producción consecutivos y su incidencia en el resultado del segundo año

Para cada par de años consecutivos se analizaron los promedios trimestrales de TCH, sus relaciones y la incidencia de éstas en el promedio acumulado del segundo año.

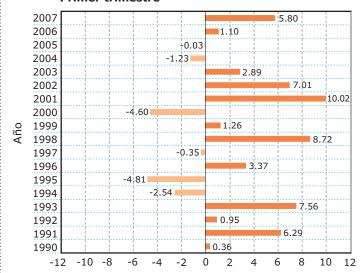
La tendencia de los datos señala que si el promedio acumulado al primer trimestre del segundo año es mayor o igual que el promedio acumulado durante el cuarto trimestre del año anterior, entonces el resultado del segundo año será igual o mayor al del año precedente, con el supuesto de que existen diferencias entre los promedios anuales de TCH cuando los valores difieren en dos toneladas o más.

Los cambios más notorios de las TCH entre años estuvieron asociados con diferencias grandes en la edad de cosecha y, en ocasiones, con incrementos en el porcentaje de área cosechada con cultivos de primer corte o plantilla (Figura 2 y Cuadro 1).

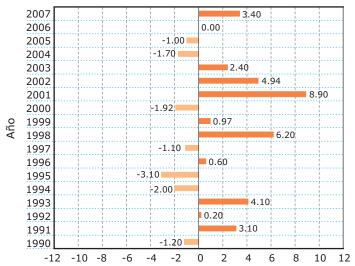
Se analizaron
las diferencias entre el
promedio anual de TCH y
los promedios acumulados
en cada trimestre, para
determinar cuál promedio
trimestral era el más
similar al del año y cuál,
el más diferente.



Primer trimestre



Segundo trimestre



Tercer trimestre

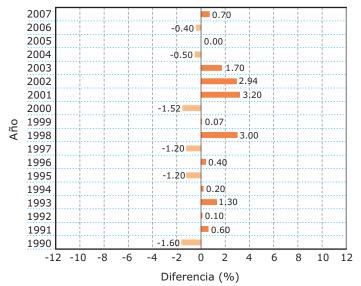
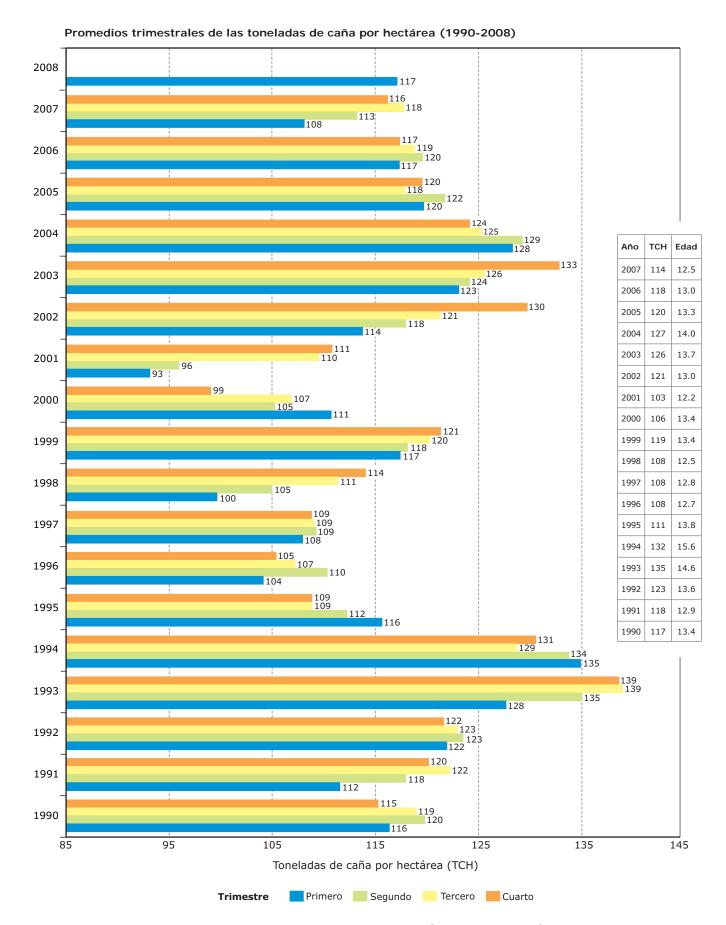


Figura 1. Diferencia porcentual entre el promedio anual de TCH y los promedios acumulados al trimestre.



Promedios trimestrales de las toneladas de caña por hectárea en el valle del río Cauca, Colombia. Figura 2.

Cuadro 1. Porcentaje de área cosechada en plantilla por año, promedio anual de la edad de corte y promedio anual y por trimestre de las toneladas de caña producidas por hectárea (TCH) entre 1990 y 2007 en el valle del río Cauca, Colombia.

			Promedio de toneladas de caña por hectárea* (TCH)			
Año	Área cosechada en plantilla (%)	Edad de corte* (meses)	Anual	Primer trimestre del año actual	Cuarto trimestre del año anterior	
1990	-	-	117	-	115	
1991	20.0	12.9	118	112	120	
1992	21.3	13.6	123	122	122	
1993	23.3	14.6	135	128	139	
1994	21.1	15.6	132	135	131	
1995	17.3	13.8	111	116	109	
1996	20.6	12.7	108	104	105	
1997	17.6	12.8	108	108	109	
1998	21.0	12.5	108	100	114	
1999	18.8	13.4	119	117	121	
2000	12.6	13.4	106	111	99	
2001	11.6	12.2	103	93	111	
2002	24.2	13.0	121	114	130	
2003	16.5	13.7	126	123	133	
2004	13.2	14.0	127	128	124	
2005	10.1	13.3	120	120	120	
2006	11.2	13.0	118	117	117	
2007	11.5	12.5	114	108	-	

^{*} Desviación estándar (promedio) para edad de corte=1.6 y para TCH=27.6

Planteamiento de la hipótesis

Con la hipótesis se afirma que las TCH promedio anual dependen de la relación entre las TCH del primer trimestre del año en análisis y el cuarto trimestre del año anterior. Con esta premisa se analizaron los casos o años de cumplimiento de la hipótesis durante el período de observación (1990-2007).

Los porcentajes de cumplimiento oscilaron entre 58% y 94.6%, de manera que para el conjunto de la industria la hipótesis se cumplió en el 88% de los casos (Cuadro 2). La variabilidad de los resultados entre ingenios obedece a un conjunto de factores que inciden en el resultado final, cuyas relaciones no se tienen en cuenta en el presente análisis.



Cuadro 2. Porcentaje de casos en que se cumplió la hipótesis, por ingenio.

Ingenio	Casos o años de observación ¹ (No.)	Casos de cumplimiento (%)	
Carmelita	11	58.0	
Castilla	16	94.6	
Central Tumaco	16	70.6	
Incauca	16	70.6	
La Cabaña	16	88.2	
Manuelita	16	82.4	
Mayagüez	16	64.7	
Pichichí	16	76.5	
Providencia	16	81.0	
Riopaila	16	82.0	
Risaralda	16	64.7	
Sancarlos	16	76.5	

Los datos del Ingenio Carmelita corresponden al período 1995-2007 y los datos de los demás ingenios, al período 1990-2007.

Con el presente análisis se incursiona en la propuesta de un método estadístico para la estimación de las toneladas de caña por hectárea de un año, en ciclos de producción de por lo menos dos años continuos y cosecha en todos los trimestres. Una ecuación de regresión calculada con la base de datos de 17 años de producción es la herramienta propuesta para la estimación, con resultados que pueden ser útiles para un ingenio, grupos de ingenios o toda la industria.

Análisis de regresión de los datos y propuesta de ecuación

Para el análisis de regresión se usaron los datos de toda la industria considerando el promedio anual de TCH como variable dependiente y, los promedios del cuarto trimestre del año anterior y el primer trimestre del año en curso como variables independientes.

La ecuación de regresión es la siguiente $(R^2 = 0.83)$:

TCH = 34 - 0.364*TCH4AN +1.1*TCH1AA (0.007)(0.053)(0.00001)

Donde

TCH: Toneladas de caña por hectárea, promedio

del año actual

TCH4AN: Promedio de TCH en el cuarto trimestre

del año anterior

TCH1AA: Promedio de TCH en el primer trimestre

del año actual

Debajo de la ecuación, los números entre paréntesis muestran la significancia estadística de cada coeficiente de regresión, menor o igual a 6% en todos los casos, resultados que garantizan la validez de los coeficientes.

Las diferencias entre el valor pronosticado y el valor observado oscilaron entre 0.1 TCH y 6.9 TCH, por exceso o por defecto. En el modelo no se analizan las causas de las variaciones debidas a otros factores de producción del cultivo diferentes de los explícitos, y el pronóstico está sujeto únicamente a la relación con los trimestres indicados.

Estimación del promedio de TCH en 2008

Utilizando la ecuación de regresión se estimó que este año el tonelaje puede estar alrededor de las 120.7 TCH, dados el promedio de 116.2 TCH registrado entre octubre y diciembre de 2007 y de 117.1 TCH, en el primer trimestre de 2008. En otras palabras, se espera que el tonelaje promedio acumulado de toda la industria sea mayor o igual en 2008 con respecto a 2007, pues en el primer trimestre de 2008 se superó el promedio del cuarto trimestre del año anterior.

Comentarios generales

Se comprobó que la ecuación de regresión propuesta para estimar el promedio de las toneladas de caña por hectárea de un año en particular, sin explicaciones acerca de los factores que inciden en el resultado, es válida para apoyar los análisis prospectivos de la producción de caña de azúcar en el valle del río Cauca.

La afirmación se basa en el análisis de los datos suministrados a Cenicaña por doce ingenios en el período 1990-2007, que en el 88% de los años o casos de observación fue acertado con respecto al tonelaje estimado, con diferencias que oscilaron entre 0.1 TCH y 6.9 TCH en comparación con los valores reales.

Las proyecciones se definen de acuerdo con los resultados en el primer trimestre del año analizado y el cuarto trimestre del año anterior. El valor estimado se conoce cuando ha transcurrido el 25% del año (primer trimestre) y el 75% del tiempo está disponible para obtener el resultado final (segundo trimestre al cuarto). Desde el primer trimestre se puede saber si se van cumplir las metas de producción.

El análisis de regresión para estimar los resultados de 2008 se hizo para toda la industria. El análisis es viable también para un ingenio o un grupo de ingenios; sólo se requieren los datos suficientes.

Bibliografía consultada

Behar, G.R. 1990. Métodos para la validación de los supuestos del modelo de regresión. P.29-80. En: Memorias del Primer Simposio de Estadística, Análisis de Regresión. Bogotá, Colombia. Mayo 31-junio 2, 1990. Universidad Nacional, Bogotá, Colombia.

Brocklebank, J.; Dickey, D. 1986. SAS System for Forescasting Time Series, Cary, NC, USA. 240 p.

Freund, R.; Littell, R. 1986. SAS System for Regression. Cary, NC, USA. 164 p.















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 Nº 3BN-110 Cali, Colombia

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. <jivictoria@cenicana.org>

> Tarifa postal reducida No. 2008 -129 Servicios Postales Nacionales S.A. Vence 31 dic. 2008

W W W . 4 - 7 2 . c o m . c o

La RED POSTAL DE COLOMBIA

Linea de Atención al Cliente Nacional
01 8000 111210