



cenicaña

2012

Informe Anual



35 años

Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia

www.cenicana.org



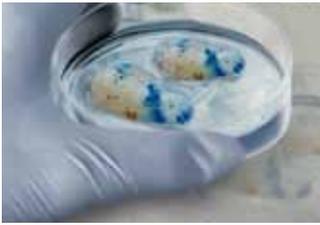
2012

Informe Anual

35 años

Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia

www.cenicana.org

**Carátula**

Tejido embriogénico de CC 85-92 con coloración azul que indica la inserción del gen reportero Gus mediante *Agrobacterium tumefaciens* como método de transferencia de genes de importancia agronómica en la caña de azúcar (Fotografía: Hugo Arley Jaimes Quiñónez).

Estación experimental de Cenicaña (Fotografía: Marcela Cadavid Ordóñez)

Publicación Cenicaña

ISSN 0120-5854

Cita bibliográfica

Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia. Cali. 2013.
Informe Anual 2012. Cali, Cenicaña. 132 p.

Producción editorial

Servicio de Cooperación Técnica y Transferencia de Tecnología. Cenicaña.

Tiraje

800 ejemplares

Dirección postal

Calle 58 norte No. 3BN-110
Cali, Valle del Cauca, Colombia

Estación experimental

San Antonio de los Caballeros
Vía Cali–Florida km 26
Tel: (57–2) 687 66 11
Fax: (57–2) 260 78 53
www.cenicana.org
buzon@cenicana.org

Nota:

La mención de productos comerciales en esta publicación tiene solamente el propósito de ilustrar a los lectores acerca de las pruebas realizadas y en ningún caso compromete a Cenicaña con los fabricantes, quienes no están autorizados para usar los resultados con fines promocionales ni publicitarios.



Cocolí, *Theristicus caudatus*.

Junta Directiva 2012–2014

Juan José Lülle Suárez
Presidente

Nohra Pérez Castillo
Secretaria

Principales

Juan José Lülle Suárez
Presidente
Incauca S.A.

Alfonso Ocampo Gaviría
Presidente
Riopaila Castilla S.A.

Luis Fernando Piza Bermúdez
Gerente de campo y proveedores de caña
Ingenio Manuelita S.A.

Andrés Rebolledo Cobo
Gerente general
Ingenio Pichichí S.A.

Luis Fernando Londoño Capurro
Presidente
Asocaña

Rodrigo Villegas Tascón
Representante de los cultivadores
afiliados a Asocaña

Guido Mauricio López Ochoa
Presidente Junta Directiva
Procaña

Suplentes

Gonzalo Ortiz Aristizábal
Gerente general
Ingenio Providencia S.A.

Guillermo Ramírez Chávez
Vicepresidente de operaciones agrícolas
Riopaila Castilla S.A.

Germán Jaramillo Villegas
Asesor directivo
Ingenio La Cabaña S.A.

César Augusto Arango Isaza
Gerente general
Ingenio Risaralda S.A.

Mauricio Irigorri Rizo
Gerente general
Ingenio Mayagüez S.A.

Bernardo Silva Castro
Representante de los cultivadores
afiliados a Asocaña

Carlos Hernando Azcárate Tascón
Vicepresidente Junta Directiva
Procaña

Comités de la Junta

Comité Ejecutivo

Presidente
Luis Fernando Londoño Capurro
Presidente
Asocaña

Comité de Programas

Presidente
Gustavo Medina Vargas
Director División de campo, cosecha y
maquinaria agrícola. Ingenio La Cabaña S.A.



cenicaña

Una contribución
de los ingenios azucareros
y los cultivadores de caña
de azúcar al desarrollo
de Colombia



Estación experimental de Cenicaña
en San Antonio de los Caballeros

Nuestros valores

Coherencia, integridad, lealtad, respeto y responsabilidad.

Misión

Contribuir al desarrollo, la competitividad y la sostenibilidad del sector agroindustrial de la caña de azúcar de Colombia, mediante la generación de conocimiento y la innovación tecnológica, a través de la investigación, la transferencia de tecnología y la prestación de servicios especializados, con base en un sistema integrado de gestión, para que el sector sobresalga en el mejoramiento socioeconómico y en la conservación ambiental de las zonas productoras de caña de azúcar.

Visión

Ser un Centro de excelencia en investigación e innovación a nivel mundial, generador de tecnologías que hagan competitivo el sector agroindustrial de la caña de azúcar de Colombia, reconocido por sus donantes como una inversión rentable, por su personal como un sitio ideal para trabajar y desarrollarse, por la comunidad científica como un centro creativo y de calidad y por la sociedad como una entidad valiosa.

Comités de Investigación

Comité de campo

Presidente

Gustavo Medina Vargas

Director División de campo, cosecha y maquinaria agrícola. Ingenio La Cabaña S.A.

Comité de cosecha

Presidente

Raúl Buenaventura Cobo

Gerente de cosecha
Ingenio Mayagüez S.A..

Comité de fábrica

Presidente

Mauricio Rojas R.

Gerente de fábrica.
Ingenio Mayagüez S.A.

Cenicaña 2012

Álvaro Amaya Estévez

Director general

Nohra Pérez Castillo

Directora administrativa

Jorge Ignacio Victoria Kafure

Director Programa de variedades

Javier Alí Carbonell González

Director Programa de agronomía

Nicolás Javier Gil Zapata

Director Programa de procesos de fábrica

Nohra Pérez Castillo

Jefe (E) Servicio de análisis económico y estadístico

Camilo H. Isaacs Echeverri

Jefe Servicio de cooperación técnica y transferencia de tecnología

Adriana Arenas Calderón

Jefe Servicio de información y documentación de la caña de azúcar de Colombia

Einar Anderson Acuña

Jefe Servicio de tecnología informática

Luis Eduardo González Buriticá

Superintendente

Superintendencia de la Estación experimental

“ **A** lo largo de sus 35 años Cenicaña ha logrado que los cultivadores se mantengan al día en técnicas de campo, que innoven con variedades y aprendan de las experiencias de otros cañicultores que son valiosísimas ”

Josefina Barona, productora de caña de azúcar

.....

“ **L**a estrategia de la Agricultura Específica por Sitio, complementada con el desarrollo de nuevas variedades, es, sin duda, el mayor aporte de Cenicaña al sector agroindustrial de la caña de azúcar ”

César Arango, gerente Ingenio Risaralda

.....

“ **E**n variedades el aporte ha sido supremamente grande en todos estos años de trabajo. Pero se debe reconocer que en cuanto a fábrica su gestión ha sido indispensable, sobre todo para aquellos ingenios pequeños que no tenemos alcohol ”

Andrés Rebolledo, gerente Ingenio Pichichí

.....



Estación experimental de Cenicaña
en San Antonio de los Caballeros

Contenido

Informe anual 2012

Adopción de tecnología: reto del sector para el mejoramiento de su productividad	viii
Cenicaña: 35 años haciendo ciencia productiva	xiv
El clima en el valle del río Cauca	1
Producción de caña y azúcar	7
Adopción de variedades	15
Análisis de productividad y rentabilidad	20
CATE. Corte de caña, alce, transporte y entrega en fábrica	24
Programa de variedades	32
Programa de agronomía	42
Programa de procesos de fábrica	56
Servicio de análisis económico y estadístico	64
Servicio de cooperación técnica y transferencia de tecnología	70
Servicio de tecnología informática	80
Servicio de información y documentación	82
Superintendencia de la Estación Experimental	84
Nuestros servicios	85
Una tarde en Cenicaña	86
Apéndice	91
Referencias bibliográficas	107
Acrónimos, siglas y abreviaturas	109

Adopción de tecnología: reto del sector para el mejoramiento de su productividad



Álvaro Amaya Estévez
Director general de Cenicaña

El liderazgo en productividad que a escala mundial exhibe la industria azucarera colombiana se sustenta en el desarrollo y adopción de nuevas tecnologías que permiten optimizar todos sus procesos para lograr en ellos la máxima eficiencia. En tal sentido, nuestra industria azucarera debe continuar y reforzar su política de incentivar la investigación y la innovación en el sector para lograr las metas de productividad, sostenibilidad y competitividad fijadas para el año 2030.

Entorno

La competitividad de la agroindustria azucarera, como cualquier otra agroindustria, depende de diversos factores, entre ellos el clima, la tecnología, los precios, la tasa de cambio, las exportaciones, las importaciones; la mayoría de ellos ajenos a su control.

Los efectos adversos del clima en la agroindustria azucarera han sido más pronunciados en los últimos años por la presentación atípica y la mayor frecuencia de los fenómenos El Niño y La Niña. Lo anterior se reflejó en 2012 en un menor crecimiento del cultivo, en menor realización de las labores agrícolas y menor renovación de los campos. Con respecto al año anterior, en el 2012 la producción de caña se redujo en 17 toneladas por hectárea y la producción de azúcar, en 1.5 toneladas por hectárea. La mejora de 0.4 unidades porcentuales en el rendimiento en azúcar no fue suficiente para compensar las menores producciones de caña.

En estas circunstancias, para afrontar con mayores posibilidades de éxito los efectos adversos del clima y del entorno macroeconómico es fundamental la unidad del sector azucarero para el logro de los objetivos comunes de mejorar la productividad y la eficiencia en los procesos con base en el fomento y apoyo de la investigación y la adopción de nuevas tecnologías.



Informe del Director General

El reto: adopción de tecnología

El sector agroindustrial de la caña de azúcar de Colombia ha realizado valiosas inversiones en el desarrollo tecnológico. A lo largo de los treinta y cinco años de existencia de Cenicaña los ingenios y cultivadores han contribuido financieramente al sostenimiento del Centro, participado en la definición de prioridades y adoptado las tecnologías que consideran de interés. El reto inmediato es lograr mayor cobertura en la adopción de las nuevas variedades y tecnologías derivadas de la investigación que han sido validadas por Cenicaña, los ingenios y los cultivadores.

Las nuevas variedades seleccionadas para ambientes específicos, sembradas en los sitios indicados y con un manejo agronómico de agricultura específica por sitio en las labores de adecuación y levantamiento del cultivo, el riego y el uso eficiente de los fertilizantes, pueden generar en el corto plazo un avance importante en los indicadores de productividad y rentabilidad del sector.

La interacción de Cenicaña con los ingenios y cultivadores para promover la adopción de las nuevas tecnologías ha sido permanente a través de los comités de investigación, los GTT, las publicaciones y la información disponible en nuestra página web. Para complementar estas actividades e incentivar la adopción, Cenicaña propuso al sector el Programa de asistencia técnica y el Plan de semilleros y multiplicación de las nuevas variedades.

El Programa de Asistencia Técnica (PAT) considera el fortalecimiento de la asistencia técnica que los ingenios prestan hoy a sus proveedores de caña e incluye la definición del plan para la renovación de los campos con las nuevas variedades y la capacitación de los asistentes técnicos como facilitadores de la transferencia de tecnología para dar apoyo en el proceso de adopción al personal técnico y de campo, con mayor cobertura en las áreas de manejo directo de los ingenios y las áreas de los proveedores de caña.

La iniciativa se encuentra en desarrollo, y es responsabilidad de cada ingenio la contratación directa de los asistentes técnicos o extensionistas requeridos. Esta vinculación directa al ingenio del personal técnico que requiere el programa refleja su acogida y el interés y compromiso para llevarlo a buen término. La coordinación del programa está a cargo de Cenicaña.

Con respecto al Plan de semilleros y multiplicación de las nuevas variedades, durante 2012 se inició la multiplicación de las variedades que en el corto plazo reemplazarán a la variedad CC 85-92. Para tal efecto se produjeron las plantas de las nuevas variedades que los ingenios no tenían disponibles en sus semilleros. La meta es que cada ingenio disponga de la semilla de las variedades que se adaptan a sus zonas agroecológicas, y que el ingenio las suministre a sus proveedores.

Cenicaña continuará prestando el servicio de diagnóstico del estado sanitario de los semilleros, con el fin de tener fuentes sanas de semilla para las plantaciones comerciales.

La información que los lectores encontrarán en el presente informe sobre los avances de los programas de investigación en variedades, agronomía y procesos de fábrica, en los proyectos del CATE y los servicios de apoyo en el 2012 contiene resultados que contribuyen a tomar la mejor decisión y a reducir los riesgos de su adopción.

Día de campo sobre tecnologías de riego con productores de caña del Ingenio Providencia que participan en la Red de Grupos de Transferencia de Tecnología (GTT).



Mayor productividad con nuevas variedades y agricultura específica por sitio

Los ingenios y cultivadores de caña cuentan hoy con tecnologías de campo y procesos industriales cada vez más eficientes.

La materia prima, caña y sacarosa, se producen en el campo, pero la incorporación de los desarrollos en el mejoramiento de la cosecha, molienda y elaboración del azúcar contribuyen a mejorar los resultados de lo que se produce en el campo.

Existe la tendencia, afortunadamente cada vez menor, a considerar que los beneficios de una nueva variedad pueden por sí solos representar la solución inmediata al mejoramiento de la productividad. Sin embargo, la ubicación de la variedad y su manejo agronómico de acuerdo con las zonas agroecológicas en que mejor se adapta son fundamentales en este propósito, y en ello Cenicaña brinda información y apoyo para tomar la mejor decisión.

Para adoptar una nueva variedad el sector considera que debe mostrar resultados de varios años y en áreas grandes. El proceso de selección de una variedad demora en el Centro de 10 a 12 años, es decir, las variedades finalistas de este proceso han experimentado las fluctuaciones de diferentes condiciones climáticas.

Aun así, subsiste la aversión al riesgo de sembrarlas dado que no se tienen resultados del cultivo en áreas comerciales extensas. Al respecto, hay que subrayar que la confianza para adoptar una nueva variedad debe basarse más en la respuesta en productividad en la zona agroecológica donde mejor se adapte, y se le debe dar menos relevancia a la extensión sembrada con ella. Este es el enfoque de la agricultura específica por sitio.

En los últimos tres años ocurrieron precipitaciones excesivas en el área sembrada con caña, oportunidad para conocer la respuesta de las nuevas variedades ante excesos de humedad. La producción promedio de caña por hectárea de las nuevas variedades (CC 93-4418, CC 92-2804, CC 93-4181, CC 01-1228, CC 93-3826, CC 97-7170, CC 01-1940, CC 92-2198) cosechadas en un área de 31,200 hectáreas en los años 2010, 2011 y 2012 fue superior en 12 toneladas a la producción promedio en los mismos años en el área sembrada con el resto de variedades, donde predomina la CC 85-92. Así mismo, la producción de azúcar por hectárea de las nuevas variedades fue superior en 1.5 toneladas. La renovación que ocurra en 2013 con las nuevas variedades en las zonas donde tienen mejor adaptación contribuirá a mejorar la productividad.

La productividad será mayor si se adoptan las tecnologías recomendadas para el uso eficiente del agua, tales como el balance hídrico, el control administrativo del riego y el riego con caudal reducido, y se reduce el número de labores agrícolas en la renovación y manejo agronómico de las socas. El beneficio puede ser aun mayor con el mejoramiento de los procesos industriales, los cuales han mostrado avances relevantes en todas sus líneas, en el consumo de energía y en la reducción de los efectos ambientales.

Evaluación externa

De acuerdo con lo aprobado en nuestra Junta Directiva, al final de 2012 se llevó a cabo la evaluación externa del Centro por un grupo de expertos internacionales. En ella participaron los doctores Mike Cox, director del Programa de Variedades del BSES de Australia; Benjamin Legendre, director del Instituto de Investigación del Azúcar de la Universidad de Louisiana; Richard Flavell, director científico del Instituto de Genética Molecular y Mejoramiento de Cultivos para Energía (Ceres), de California; Abraham Singels, investigador en agronomía del Instituto de Investigación de la Caña de Azúcar de Suráfrica; y Álvaro Meléndez, exfuncionario de Hoechst-Bayer-Novartis y experto en innovación y mercadeo.

El grupo de expertos invitados interactuó durante una semana con el personal directivo y de investigación de Cenicaña, con los directivos de los ingenios y con los cultivadores. Al final de la evaluación presentaron su informe a la Junta Directiva y a los directivos de la industria azucarera. Posteriormente el director general de Cenicaña informó los hechos más sobresalientes de la evaluación en el Comité de Programas y en los comités de investigación del Centro.

El concepto general de los evaluadores resalta la fortaleza del sector al invertir en forma continua en el desarrollo tecnológico en Cenicaña. Mencionan que el sector cuenta con un Centro bien estructurado en sus programas de investigación, con investigadores competentes, con proyección y visión de futuro, que desarrollan su trabajo de acuerdo con las necesidades de los ingenios y cultivadores. Las observaciones al desarrollo técnico de los programas de investigación en variedades, agronomía y procesos de fábrica destacaron sus fortalezas y puntualizaron aspectos metodológicos de su desarrollo y operación en el corto, mediano y largo plazo. Las recomendaciones de corto plazo se están implementando según las prioridades y recursos del Centro.



El equipo de investigación del Programa de Agronomía de Cenicaña durante la jornada de evaluación externa con Abraham Singels.

El éxito de un centro de investigación se fundamenta en el conocimiento y las competencias de sus investigadores. A lo largo de los 35 años de labores de Cenicaña varios de sus investigadores se han jubilado y otros están por hacerlo. En los últimos años el Centro se ha fortalecido con el ingreso de siete investigadores con nivel de doctorado y uno de maestría en las disciplinas de suelos, biotecnología, mejoramiento genético, fitopatología y fisiología. Este grupo de investigadores, junto con otros que están en proceso de selección, representan una contribución importante a la investigación actual y futura del Centro.

Gestión de calidad

El desarrollo de la investigación se basa en el método científico, es decir, a partir de la evaluación de una hipótesis que busca la solución de una necesidad tecnológica se realiza la experimentación, se efectúan las verificaciones, se genera información, se analiza y surgen acciones de mejoramiento o la necesidad de más investigación. La apertura a nuevas formas de actuar o de ejecutar los procesos amplía la posibilidad de éxito en cualquier proyecto, bien sea de investigación, de producción o de servicio al cliente. Esta es una de las contribuciones de un proceso de certificación que conlleva actualizar procesos y fortalecer la cultura de la planeación, seguimiento y ajuste de los procesos que conducen al mejoramiento continuo.

De acuerdo con lo anterior, Cenicaña inició un proceso de certificación de los servicios que presta tanto a sus clientes internos como a los ingenios y cultivadores. Al final de 2012 los auditores del Icontec realizaron la visita a Cenicaña y recomendaron al instituto concederle la certificación en la norma NTC ISO 9001:2008 para los servicios de análisis de caña, análisis de suelos y tejido foliar, multiplicación y propagación de variedades, diagnóstico de enfermedades, inspección fitopatológica en campo y laboratorio, y el servicio de información y documentación de la caña de azúcar. La expectativa es recibir la certificación en 2013.

Relevo en la Dirección administrativa

Luego de treinta y tres años de labores en Cenicaña se retiró la doctora Nohra Pérez Castillo, quien ejerció el cargo de directora administrativa. El sector azucarero y el centro de investigación agradecen la labor de la doctora Nohra durante su permanencia en el cargo. Su paso por Cenicaña se inició al lado del doctor Armando Samper, y junto con él dieron dinamismo a la operación y ejecución de las acciones definidas por la Junta Directiva para la consolidación del Centro tanto en su planta física como en la búsqueda del personal de investigación. Participó igualmente en la estructuración de los programas y servicios de Cenicaña y en el manejo de sus recursos. Actuó como secretaria general de la Junta Directiva y como encargada de la Dirección general en varias ocasiones. En el desempeño de sus funciones contribuyó a los avances de Cenicaña, secundó la gestión del anterior director, doctor James Cock, y fue igualmente un apoyo permanente del actual director general. Deseamos a la doctora Pérez un futuro de descanso con salud y disfrute de su tiempo con sus hijos Ricardo y Carolina. A partir de enero asumirá el cargo el ingeniero industrial Einar Anderson, quien se desempeñaba como jefe del Servicio de tecnología informática de Cenicaña. ●

Cenicaña

35 años haciendo ciencia productiva

En el 2012, Cenicaña cumplió 35 años dedicados a mejorar los niveles de competitividad de la agroindustria de la caña de azúcar en Colombia.

Nuevas variedades para mejorar la productividad y rentabilidad de las plantaciones, la práctica de Agricultura Específica por Sitio para alcanzar los máximos rendimientos potenciales de la caña de azúcar en el valle geográfico del río Cauca y novedosas tecnologías y sistemas que hacen más eficientes las labores agroindustriales son algunas de las contribuciones de Cenicaña al sector.

Gracias a estas, en el 2012 las variedades Cenicaña Colombia (CC) ocupaban el 89% del total del área destinada a este cultivo, mientras que en 1997 éstas se extendían en el 13% de las hectáreas dedicadas a la caña de azúcar en la región.

En el desarrollo de esas labores de investigación surgió la variedad CC 85-92, que desde 1999 ha sido la más cultivada en la región, cuando ocupó el 23% del área total destinada a la caña, y desde entonces ha incrementado el rendimiento del primer semestre en 0.34 unidades en promedio.

Igualmente, el impacto debido a la adopción de tecnologías por parte de los cultivadores es evidente. Hasta hace dos décadas, por ciclo de cultivo se hacían entre 8 y 12 riegos; hoy se realizan hasta seis riegos por año y se ha reportado una disminución de hasta el 50% del volumen de agua utilizado por los cultivadores.

Pero treinta y cinco años de labores no se resumen en unas cuantas cifras, más aun cuando la ciencia ofrece resultados a mediano y largo plazo; ni tampoco es sólo la historia de una institución, cuando se debe mirar la evolución de todo un Sector.

Con ocasión de su trigésimo quinto aniversario, Cenicaña hizo una recopilación de 35 hechos que han marcado su historia y recogió testimonios que dan fe del trabajo mancomunado de ingenios, cultivadores y científicos por hacer ciencia productiva.



Laboratorio de Biotecnología.



cenicaña

Centro de Investigación
de la Caña de Azúcar
de Colombia

35 hechos en la historia de Cenicaña



1977

El 2 de agosto la Comisión Nacional Azucarera aprueba el proyecto de estatutos elaborado por Asocaña para la creación de Cenicaña. La Asamblea de Constitución de la entidad se realiza en Cali el 6 de septiembre y designan como Director encargado a Guillermo Ramírez Romero, gerente general del ingenio Central Castilla.

1979

Se nombra a los directores de los programas de Variedades y de Agronomía y al Director de Investigación. De manera simultánea, se firma un convenio con SASA para asesoría técnica de la estación experimental de caña de azúcar de Suráfrica y contar con materiales de caña en los procesos de producción de variedades. Se acondiciona la estación Cuarentenaria Cerrada en Tibaitatá y se inician las primeras actividades de campo.



1978

Toma posesión como Presidente de la Junta y Director General del Centro el doctor Armando Samper Gnecco. Ese año se ponen en marcha diferentes comités bajo la coordinación de Victaliano Izquierdo, funcionario de Asocaña, para determinar las prioridades del Centro de acuerdo con las necesidades del sector.

1978

Se firma la escritura del lote de 60 hectáreas, ubicado en el municipio de Florida, adquirido mediante compra al ingenio central Castilla para establecer la Estación Experimental como sede de Cenicaña.

35 hechos en la historia de Cenicaña

1980

Se inicia la construcción de la Estación Experimental de Cenicaña, una vez aprobado el diseño presentado por el arquitecto Carlos Silva Scarpetta.



1981

Comienza el proceso de selección para producción de variedades de Cenicaña a partir de semilla sexual. Con la aparición de enfermedades como el carbón y la roya se organiza el área de fitopatología y se promueve el cambio de la variedad CP 57-603, sembrada en más de 65,000 hectáreas y con alta susceptibilidad al carbón de la caña.

1986

Se reorganiza el Servicio de Cooperación Técnica y Transferencia para facilitar la utilización de los resultados de las investigaciones de Cenicaña por parte de los ingenios y cultivadores.



1987

Se siembran en prueba regional en siete sitios las primeras diez y seis variedades CC obtenidas por Cenicaña, correspondientes a las selecciones iniciadas en 1982 y 1983.



1982

El 17 de julio el ministro de Agricultura, Luis Fernando Londoño Capurro, inaugura la Estación Experimental de Cenicaña en San Antonio de los Caballeros, municipio de Florida.



1983

Se establece el servicio de análisis de suelos y tejidos, que se prestaría directamente a los aportantes de Cenicaña o a entidades cooperadoras.

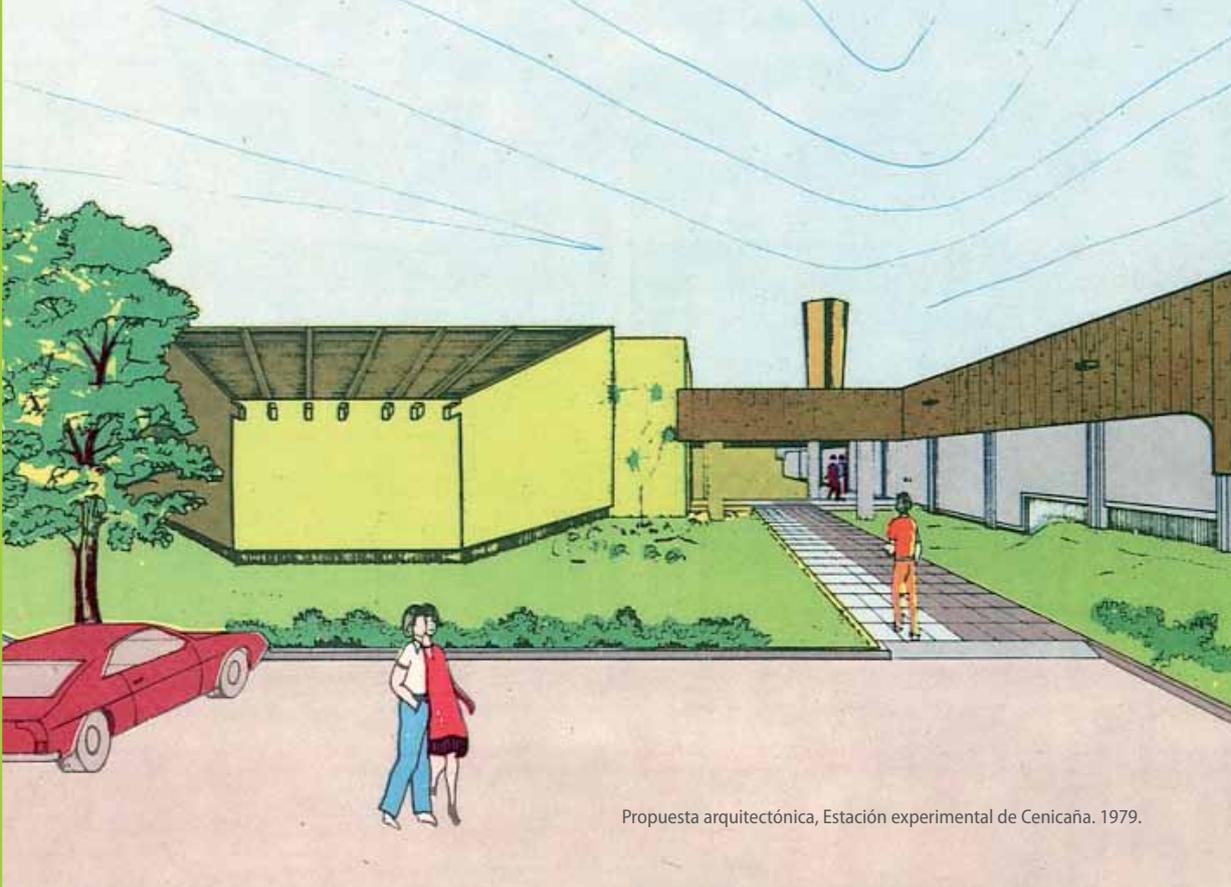


1983

En noviembre concluye la primera aproximación de la zonificación agroclimática del Valle del Cauca para racionalizar los sitios donde el Centro realiza experimentos cooperativos.

1991

Cenicaña realiza un ejercicio de planeación estratégica para asegurar que sus actividades apoyan a la agroindustria. El plan reconoció la necesidad de conocer y utilizar nuevas técnicas como la biotecnología, desarrollar nueva maquinaria, cosechar la caña de azúcar sin quemar e incrementar la transferencia de tecnología.



Propuesta arquitectónica, Estación experimental de Cenicaña. 1979.

1992

Se crea el Programa de Fábrica y se contrata a la firma Ted Whayman y Asociados, de Australia, para adelantar la primera fase del proyecto de estandarización de los sistemas de medición de las fábricas para comparar su desempeño a nivel local e internacional. También establece un acuerdo con el Instituto de Investigaciones Azucareras, SRI, de Australia, para dar asistencia y orientación al Programa.

1992

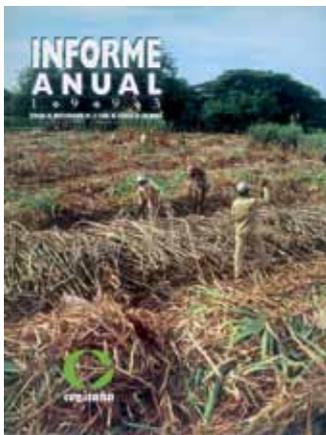
Se identifican los suelos con características físicas homogéneas y se realiza la primera clasificación por grupos de manejo con el propósito de establecer el manejo agronómico para cada uno.

1992

Por primera vez una variedad obtenida en Cenicaña, la CC 84-75, alcanza la categoría de variedad comercial con un área sembrada equivalente al 2.54% de las hectáreas totales sembradas por la agroindustria.

1993

En agosto entra en funcionamiento la Red Meteorológica Automatizada, conformada por doce estaciones de campo -once en predios de los ingenios y una en Cenicaña-, dos estaciones repetidoras y una estación base.



1994

Cenicaña registra la aparición en el Valle del Cauca de la enfermedad de la Escaldadura de la Hoja. Gracias a los controles que se implementaron, hoy la incidencia de la enfermedad en la región es baja.

1995

Cenicaña lidera el establecimiento de áreas piloto en predios de los productores como una estrategia para transferir las nuevas tecnologías y acelerar su adopción.



“**C**enicaña es uno de los principales centros de investigación de caña de azúcar del mundo; indudablemente, el desarrollo de la caña de azúcar en el Valle del Cauca y en Colombia ha sido gracias a Cenicaña. El Centro ha sido baluarte del desarrollo de la industria azucarera, si no fuera así, aún estaríamos con la CP 57-603, llena de enfermedades ”

Jairo Isaacs, productor de caña, ex gerente Ingenio Carmelita



1996

Se concentran los esfuerzos de investigación en cinco macroproyectos: Producción de alta sacarosa Estable, Caña verde, Reducción de las pérdidas de sacarosa, Modelos de decisión y Mercadeo de tecnología.

2001

Cenicaña, en desarrollo de un proyecto presentado a Colciencias para cofinanciación y en colaboración con los departamentos de calidad de los ingenios azucareros, logra avances significativos en estandarización de los sistemas de medición en las fábricas: publica y distribuye un manual de procedimientos analíticos, se establecen diseños de equipos y sistemas de muestreo para jugo diluido, bagazo y azúcar, entre otros, e implementa el uso de la espectroscopia de infrarrojo cercano.

2001

Se crean los Grupos de Transferencia Tecnológica, GTT, con proveedores del Ingenio Risaralda como experiencia piloto, proyecto que generó en Chile excelentes resultados a los productores.

1998

Cenicaña se vincula al Consorcio Internacional de Biotecnología de la Caña de Azúcar. Inicia la evaluación de fragmentos de ADN aparentemente ligados con genes que controlan la sacarosa.

1999

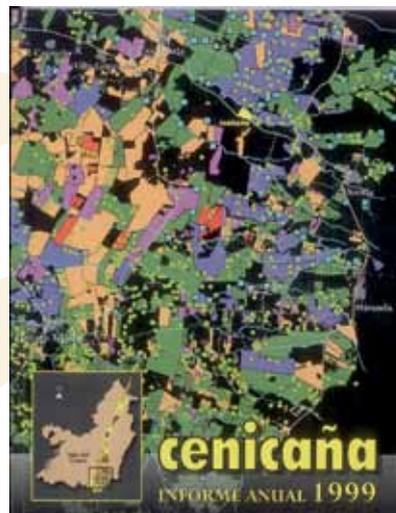
La variedad CC 85-92, resultado del programa de mejoramiento genético del Centro, es la más sembrada en los campos del valle del río Cauca y la más productiva de todas las cosechadas. Se obtiene el registro de obtentor de las variedades CC 85-92, CC 84-75, CC 85-68.

2001

Concluye la tercera aproximación de la zonificación agroecológica para el cultivo de la caña en la región.

2002

Inicia la ejecución del proyecto de agricultura específica por sitio, AEPS, y se avanza en el desarrollo de herramientas de análisis para uso en web. Ese año, por 25 años de labores, la Gobernación del Valle le otorga al Centro la Orden al Mérito Científico en el grado de Caballero.







Surcada de alta precisión con equipos de autogüía.

Nueva torre meteorológica (37 metros de altura)
para monitorear la capa superficial de la atmósfera
con sensores a diferentes niveles, ubicada en la
Estación experimental de Cenicaja.

Una contribución de los ingenios azucareros y los cultivadores de caña de azúcar al desarrollo de Colombia



El clima en el valle del río Cauca

Condiciones Niño-Niña en el océano Pacífico tropical

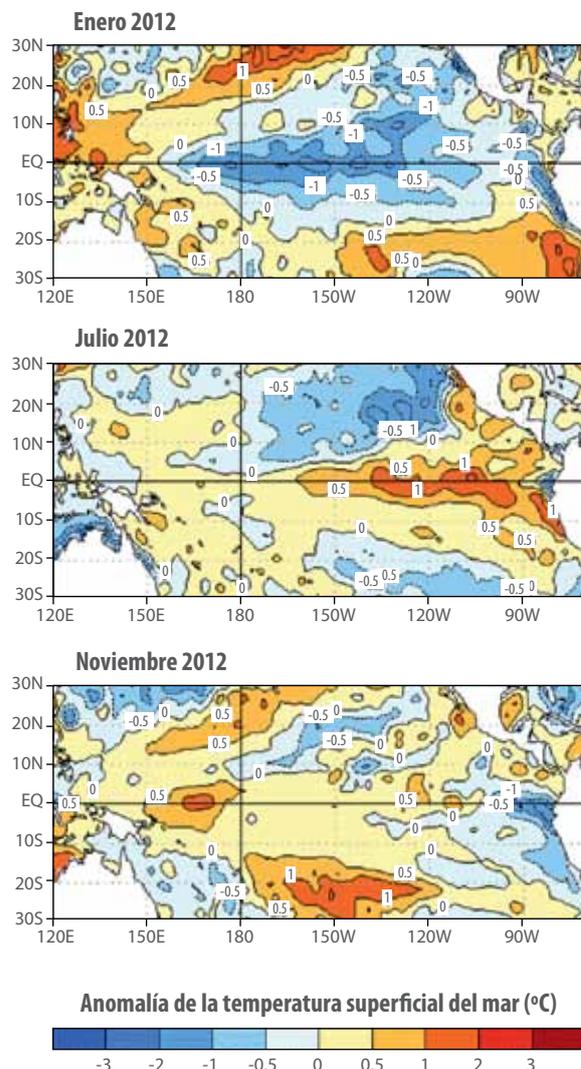
El año 2012 se inició bajo la influencia del fenómeno La Niña, el cual tuvo lugar en el océano Pacífico tropical entre septiembre de 2011 y marzo de 2012, con la particularidad de que, según registros históricos de más de sesenta años, ha sido el único en presentarse luego de otro fenómeno La Niña, sin que mediase entre ambos un fenómeno El Niño.

En abril de 2012 el océano Pacífico tropical mostraba condiciones normales y su temperatura en la superficie aumentaba rápidamente, lo que dio pie a que algunas agencias internacionales expertas en la materia vieran como bastante probable la aparición de El Niño. Sin embargo, extrañamente, las anomalías positivas de la temperatura superficial del mar aparecieron primero en el extremo oriental del océano Pacífico tropical y fueron avanzando hacia el occidente, contrario a como se calientan las aguas superficiales de esta cuenca oceánica cuando se está iniciando El Niño que, en este caso, nunca se formó.

En octubre los núcleos de aguas cálidas en el océano Pacífico tropical empezaron a debilitarse y prácticamente desaparecieron en diciembre, cuando, de forma contrastante, se presentaron núcleos dispersos de aguas superficiales un poco más frías de lo normal para esta época del año; así, el año terminó con condiciones normales en el océano Pacífico tropical.

Las condiciones térmicas de la superficie del océano Pacífico tropical para tres periodos de 2012 pueden observarse en la **Figura 1**.

Figura 1. Anomalía media mensual de la temperatura superficial del océano Pacífico tropical.



Fuente: NOAA.

Comportamiento del clima durante 2012

Nivel mensual

Enero y febrero y parcialmente marzo y abril mostraron valores extremos de algunas variables climatológicas: valores altos o muy altos de precipitación, días con lluvia y humedad relativa, así como valores muy bajos de radiación solar, evaporación, temperaturas media y máxima y oscilación de temperatura.

Por el contrario, los meses de junio, julio y septiembre registraron valores altos o muy altos de radiación solar, evaporación, temperaturas media y máxima y oscilación de temperatura, así como valores bajos o muy bajos de precipitación, días con lluvia y humedad relativa.

Nivel trimestral

El clima en el valle del río Cauca durante el primer trimestre de 2012 fue influenciado, sobre todo en enero, por el fenómeno La Niña, el cual empezaba a debilitarse y en abril había desaparecido. En este periodo las variables climatológicas mostraron el comportamiento típico de incidencia de un evento La Niña en la región: valores de radiación solar, evaporación, temperatura media y máxima y oscilación de temperatura por debajo o muy por debajo de los valores normales para la época y, por el contrario, valores de precipitación, número de días con lluvia y humedad relativa del aire por encima o muy por encima de los valores medios multianuales.

A pesar de que en el océano Pacífico tropical reinaron condiciones normales desde abril hasta diciembre (con un leve calentamiento de las aguas superficiales de septiembre a noviembre), las diferentes variables climáticas en el valle del río Cauca presentaron a partir de mayo y hasta diciembre el comportamiento típico que tiene lugar bajo la influencia de un fenómeno El Niño: valores de radiación solar, evaporación, temperatura media, temperatura máxima y oscilación de temperatura altos o muy altos y valores de precipitación, número de días con lluvia y humedad relativa del aire bajos o muy bajos.

En este sentido, las variables atmosféricas del primer y tercer trimestre fueron muy contrastantes entre sí; mientras que las del segundo y cuarto trimestre fueron similares, con valores intermedios respecto a los observados en el primer y tercer trimestre.



Particularidades del clima en 2012

Luego de analizar y comparar entre sí los valores anuales de las diferentes variables climatológicas registrados durante más de 19 años por las estaciones de la Red Meteorológica Automatizada (RMA) de la agroindustria colombiana de la caña de azúcar (34 actualmente), dentro del periodo 1994-2012 podemos catalogar el año 2012 en el valle del río Cauca de la siguiente manera (ver Comparativo, **Cuadro 1 y Figuras 2 a 4**):

COMPARATIVO 2012 versus 1994-2012

Variables climatológicas (valor medio anual)	Año 2012	Climatológico 1994-2012
Humedad relativa más baja de los últimos 19 años	77%	80%
Segunda mayor temperatura máxima media	30.1 °C	29.6 °C
Segunda mayor oscilación media diaria de temperatura	11.4 °C	10.8 °C
Cuarto menor valor de temperatura mínima media	18.7 °C	18.8 °C
Quinta mayor evaporación	1682 mm	1623 mm
Sexta mayor temperatura media del aire	23.3 °C	23.1 °C
Sexta menor radiación solar media diaria	406 cal/(cm ² xdía)	411 cal/(cm ² xdía)
Sexto menor número de días con precipitación	166 días	180 días
Año de valores intermedios para las variables:		
Precipitación	1200 mm	1291 mm
Temperatura máxima absoluta	36.5 °C	39.2 °C, año 1997
Temperatura mínima absoluta	13.3 °C	12.3 °C, año 2011

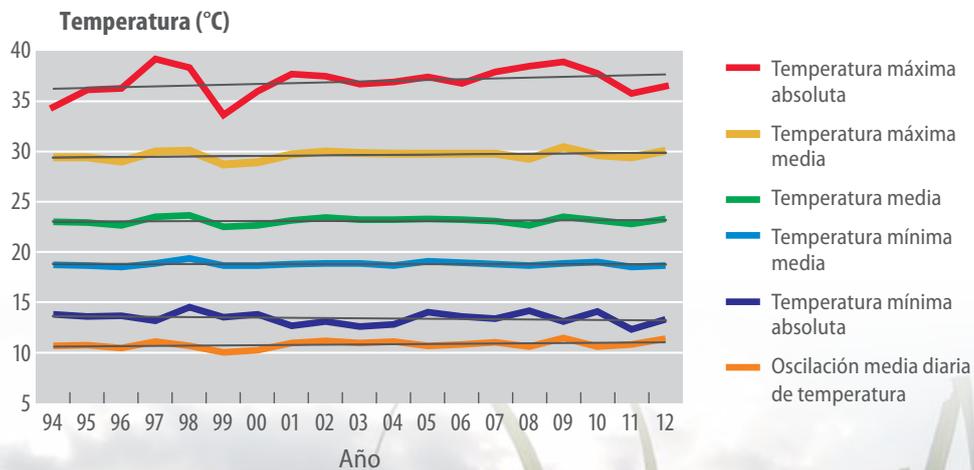
Ver comparativo multianual de todos los años (1994-2012) en el **Apéndice, página 92**.



Cuadro 1. Condiciones climáticas en el valle del río Cauca. Resumen de valores medios y extremos. Años 2011 y 2012 versus año climatológico del periodo 1994-2012.

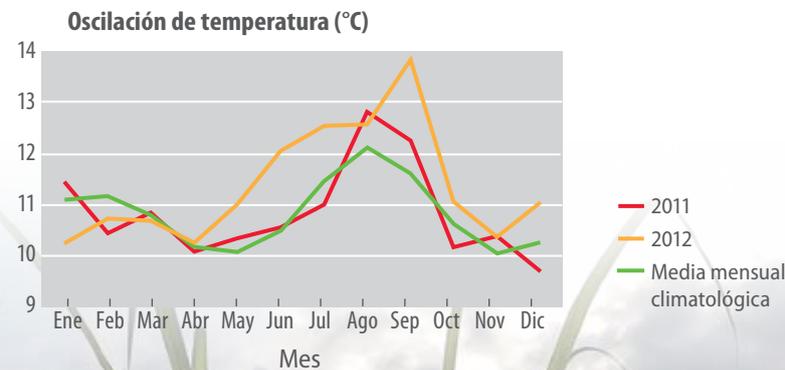
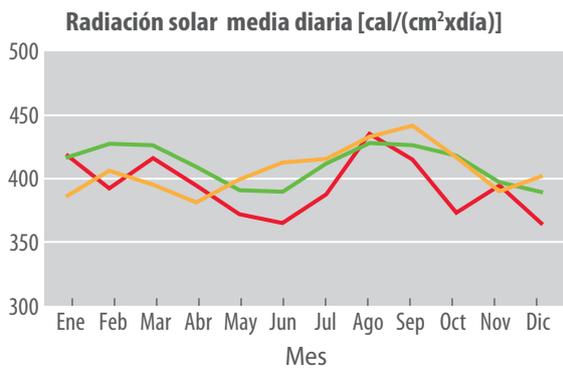
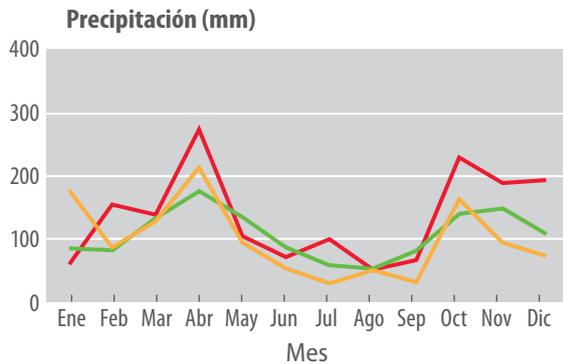
Variable climatológica	Semestre 1			Semestre 2			Año		
	2011	2012	Clima	2011	2012	Clima	2011	2012	Clima
Temperatura mínima absoluta (°C)	14.2	14.4	12.8	12.3	13.3	12.3	12.3	13.3	12.3
Temperatura mínima media (°C)	18.7	18.8	19.0	18.3	18.5	18.6	18.5	18.7	18.8
Temperatura media del aire (°C)	22.8	23.1	23.2	22.7	23.4	23.0	22.8	23.3	23.1
Temperatura máxima media (°C)	29.4	29.7	29.6	29.4	30.5	29.6	29.4	30.1	29.6
Temperatura máxima absoluta (°C)	35.0	36.5	36.9	35.8	36.5	39.2	35.8	36.5	39.2
Oscilación media diaria de temperatura (°C)	10.6	10.8	10.6	11.0	11.9	11.0	10.8	11.4	10.8
Humedad relativa media (%)	81	80	80	80	75	79	81	77	80
Precipitación (mm)	805	755	701	832	445	591	1637	1200	1291
Días con precipitación (No.)	104	96	93	101	70	88	204	166	180
Evaporación (mm)	763	786	792	795	894	831	1158	1682	1623
Radiación solar media diaria [cal/(cm ² x día)]	393	397	410	395	416	412	394	406	411

Figura 2. Temperatura del aire. Valores medios y extremos anuales versus medias mensuales climatológicas del periodo 1994-2012.



Fuente: Cenicaña. Red Meteorológica Automatizada (RMA). Treinta y cuatro estaciones en el valle del río Cauca.

Figura 3. Precipitación atmosférica, radiación solar media diaria y oscilación media diaria de temperatura. Valores mensuales años 2011 y 2012 versus medias mensuales climatológicas 1994-2012.



“Cenicana es un excelente ejemplo de lo que es la articulación del sector académico con el sector productivo, además de ser un muy buen modelo de investigación aplicada en el área de la agroindustria azucarera. En estos 35 años se ha consolidado como un centro de investigación de excelencia, especializado en el sector agroindustrial azucarero, digno de mostrar a nivel nacional e internacional”

Carolina Isaza, Vicerrectora de Investigaciones Univalle

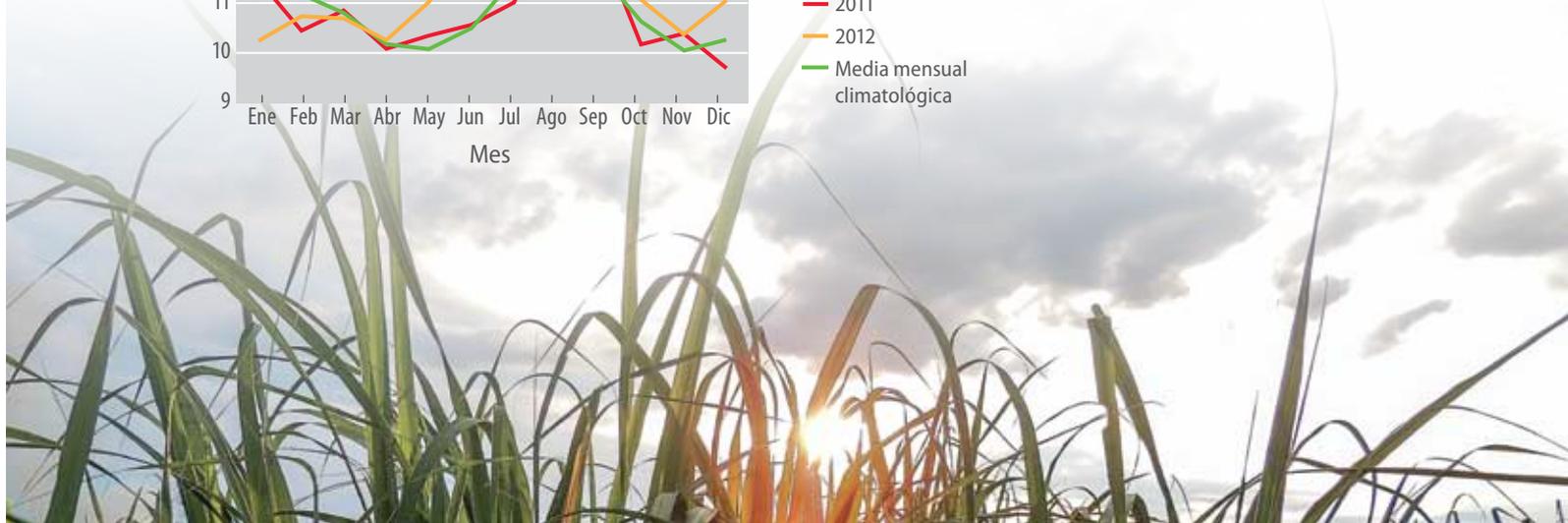
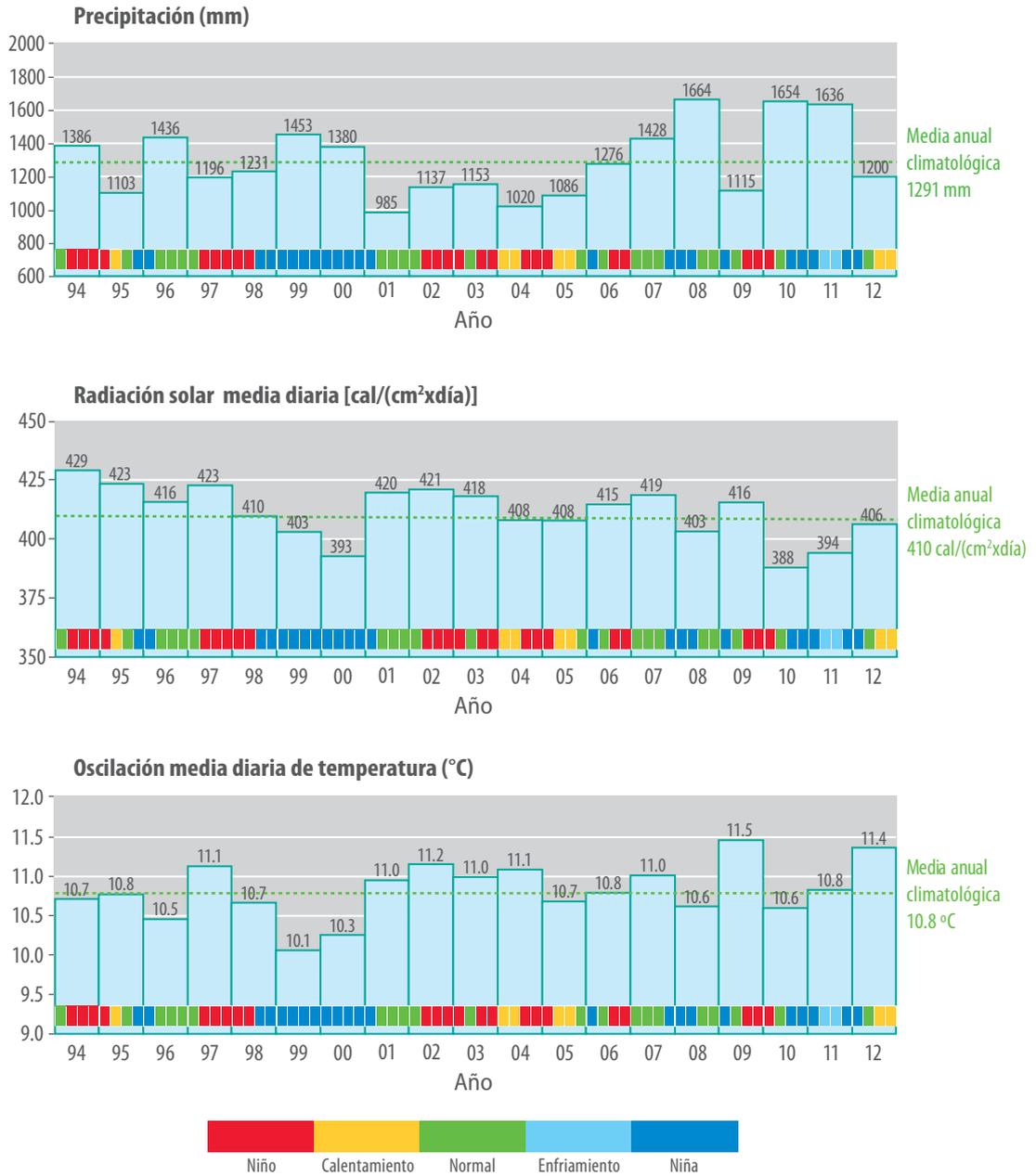


Figura 4. Precipitación atmosférica, radiación solar media diaria y oscilación media diaria de temperatura. Promedios valle del río Cauca. Valores anuales del periodo 1994-2012 *versus* eventos Niño - Niña.



Fuente: Cenicaña. Red Meteorológica Automatizada (RMA). Treinta y cuatro estaciones en el valle del río Cauca. ●

Año 2012

Producción de caña y azúcar

Acerca de los datos

Los datos utilizados en este análisis descriptivo de productividad han sido tomados de los registros de los lotes cosechados por los ingenios azucareros Carmelita, Central Tumaco, Incauca, La Cabaña, María Luisa, Manuelita, Mayagüez, Pichichí, Providencia, Riopaila Castilla (dos plantas), Risaralda y Sancarlos, en tierras propias y tierras de productores y proveedores de caña de azúcar en el valle del río Cauca.

Los resultados de campo y los totales de caña molida y azúcar producido se basan en datos de los trece ingenios, y los demás resultados industriales, en doce ingenios, cinco de ellos con producción dual de azúcar y etanol (Incauca, Manuelita, Mayagüez, Providencia y Risaralda).

De acuerdo con el análisis comparativo entre los años 2011 y 2012, los resultados generales muestran que el último año hubo diferencias negativas en once indicadores de los veinte analizados y diferencias positivas en los otros nueve; aumentaron respecto a 2011 el número de corte, la fibra industrial en caña, el rendimiento comercial de azúcar y el rendimiento real con base en 99.7% pol.

En cuanto al comportamiento del clima, el año 2012 se caracterizó por condiciones externas normales. En el valle del río Cauca, donde la precipitación alcanzó 1200 mm (-26.6% que en 2011), el primer semestre fue 58.9% menos lluvioso que el segundo semestre. Los valores medios diarios de oscilación de temperatura y radiación solar fueron mayores en 2012, con diferencias de 0.53 °C y 3.1%, respectivamente, en comparación con el año anterior. Así, el clima normal de 2012 favoreció la oportunidad de las labores en el campo y muy probablemente su calidad.

Análisis descriptivo

El resumen de los indicadores de productividad de la agroindustria entre enero y diciembre de 2011 y 2012 se presenta en el **Cuadro 2**. Del análisis se concluye lo siguiente:

- Al 31 de diciembre de 2012 había en el valle del río Cauca 227,748 hectáreas sembradas con caña de azúcar para la producción de azúcar y etanol, de las cuales 207,193 hectáreas fueron cosechadas a lo largo del año.
- La caña de azúcar estaba distribuida en 27,128 suertes (lotes) y al momento de la cosecha tenía en promedio 12.80 meses de edad y 5.6 cortes. El 88.2% del área cosechada correspondía a las variedades CC 85-92, CC 84-75 y CC 93-4418.

Cuadro 2. Indicadores de productividad. Sector azucarero colombiano. Años 2011 y 2012, y periodo 1993-2012.

Indicador	Trimestres 2012				Enero-Diciembre			Diferencia 2012-2011 % - °C	Desviación estándar 2012
	Primero	Segundo	Tercero	Cuarto	2011	2012	2003-2012		
Campo (datos de trece ingenios) ¹									
Área neta sembrada en caña (ha)	-	-	-	-	223,905	227,748	-	1.7	-
Área cosechada (ha)	50,269	43,170	63,226	50,528	185,545	207,193	1,836,081	11.7	-
Número de suertes cosechadas	6827	6370	8134	5797	25,461	27,128	234,668	6.5	-
Edad de corte (meses)	13.6	12.9	12.4	12.3	13.9	12.8	13.4	-7.9	1.7
Número de corte	5.4	5.8	5.4	6.0	5.4	5.6	5.0	3.7	4.0
Ton de caña por hectárea (TCH)	111.5	107.4	100.5	97.1	121.5	103.9	118.3	-14.5	25.8
Ton de caña por hectárea mes (TCHM)	8.4	8.5	8.2	7.9	8.9	8.2	9.0	-7.9	1.9
Ton de azúcar por hectárea (TAH)	12.5	12.3	12.5	11.3	13.7	12.2	13.8	-10.9	3.1
Ton de azúcar por hectárea mes (TAHM)	0.94	0.98	1.02	0.92	1.00	0.97	1.04	-3.0	0.24
Rendimiento comercial (%) ²	11.3	11.5	12.5	11.6	11.3	11.7	11.6	3.5	1.2
Fábrica (datos de doce ingenios) ³									
Toneladas totales de caña molida ⁴	5,710,056	4,603,842	6,153,931	4,231,350	22,603,499	20,699,179	209,326,922	-8.4	-
Toneladas totales de azúcar producido ⁵	643,928	534,072	784,170	500,712	2,573,650	2,462,883	24,281,923	-4.3	-
Rendimiento real con base en 99.7% Pol ⁶	11.38	11.59	12.70	11.71	11.37	11.89	11.73	4.6	-
Fibra % caña	15.49	15.33	15.36	15.79	15.39	15.48	14.96	0.60	-
Sacarosa aparente % caña	12.97	13.23	14.30	13.31	13.01	13.49	13.37	3.7	-
Pérdidas sacarosa en bagazo % sacarosa caña	4.25	4.10	3.86	4.16	4.19	4.08	4.08	-2.6	-
Pérdidas sacarosa en cachaza % sacarosa caña	0.65	0.59	0.40	0.63	0.64	0.56	0.68	-12.5	-
Pérdidas sacarosa indeterminadas % sacarosa caña	1.11	1.45	0.98	1.10	1.54	1.15	1.52	-25.4	-
Pérdidas sacarosa en miel final % sacarosa caña	6.39	6.46	6.25	6.30	6.43	6.34	6.17	-1.34	-
Litros de etanol (miles)	90,978	83,424	100,415	94,945	336,953	369,762	-	9,7	-
Clima (datos de 34 estaciones RMA) ⁷									
Precipitación (mm)	393	362	114	331	1636	1200	-	-26,6	-
Oscilación media diaria de la temperatura (°C)	10.6	11.1	13.0	10.8	10.8	11.4	-	0.53 °C	-
Radiación solar media diaria (cal/cm ² xdía)	396	398	431	400	394	406	-	3.1	-
Condición climática externa	Niña	Normal	Normal	Normal	Niña	Normal	-	-	-

- Ingenios Carmelita, Central Tumaco, Incauca, La Cabaña, María Luisa, Manuelita, Mayagüez, Pichichí, Providencia, Riopaila Castilla (dos plantas), Risaralda y Sancarlos.
- Rendimiento comercial: Porcentaje (%) de azúcar (en peso) recuperado por tonelada de caña molida. Resultado promedio ponderado por las toneladas totales de caña molida. Ver numeral 4 en este pie de cuadro.
- Todas las cifras de fábrica corresponden a promedios ponderados con respecto a las toneladas totales de caña molida reportadas por doce ingenios que participan en el Sistema de Intercambio de Información Estandarizada Inter Ingenios: Carmelita, Incauca, La Cabaña, María Luisa, Manuelita, Mayagüez, Pichichí, Providencia, Riopaila Castilla (dos plantas), Risaralda y Sancarlos.
- Toneladas totales de caña molida: Comprende la caña en existencia en patios más la caña que entra durante el periodo menos el saldo en patios al finalizar el periodo (existencias + caña entrada – saldo patios).
- Toneladas totales de azúcar producido: Suma de las toneladas totales de las diferentes clases de azúcar producido.
- Rendimiento real: Porcentaje (%) de azúcar neto (en peso) obtenido por tonelada de caña molida, en el cual el azúcar neto corresponde al azúcar elaborado y empacado más la diferencia de los inventarios anterior y actual del azúcar de los materiales en proceso en el periodo considerado (mieles, masas, magmas, meladuras y jugos). Este índice convierte todos los tipos de azúcares a una misma base de contenido de Pol 99.7°, el cual corresponde al tipo de azúcar de mayor producción en el sector, el azúcar blanco.
- RMA: Red Meteorológica Automatizada de la agroindustria colombiana de la caña de azúcar.

Valores medios multianuales 1994-2012	Precipitación (mm)	Radiación solar media diaria (cal/cm ² xdía)	Oscilación media diaria de la temperatura (°C)
Primer trimestre	287	419	11.0
Segundo trimestre	382	392	10.3
Tercer trimestre	194	416	11.7
Cuarto trimestre	382	397	10.3

- Los ingenios molieron un total de 20'699,179 toneladas de caña y produjeron 2'482,883 toneladas de azúcar. La producción total de etanol fue de 369'762,000 litros.
- Los siguientes indicadores disminuyeron en 2012 con respecto a 2011 (las diferencias se presentan entre paréntesis): edad de cosecha (-1.1 meses), toneladas de caña y azúcar por hectárea (-17.6 TCH y -1.5 TAH), toneladas de caña y azúcar por hectárea y mes (-0.7 TCHM y -0.03 TAHM), toneladas de totales de caña molida y azúcar producido (-1'904,320 t de caña y -110,767 t de azúcar), porcentaje de pérdidas de sacarosa en bagazo (-0.11 unidades), porcentaje de pérdidas de sacarosa en cachaza (-0.08 unidades), porcentaje de pérdidas de sacarosa indeterminadas (-0.39 unidades) y porcentaje de pérdidas de sacarosa en miel final (-0.09 unidades).
- Los indicadores que aumentaron en 2012 con respecto a 2011 fueron: área cosechada (21,648 ha), número de suertes cosechadas (1667 suertes), número de cortes (0.2 cortes), porcentaje de rendimiento comercial de azúcar (0.4 unidades), porcentaje de rendimiento real de azúcar con base en 99.7% pol (0.52 unidades) y porcentaje de sacarosa en caña (0.48 unidades).

Observaciones

El descenso de la producción total de caña y azúcar se debió a la disminución del tonelaje de caña por hectárea. Entre los factores que influyeron en la disminución del tonelaje se cuentan la edad de cosecha, que desde agosto estuvo por debajo de 12.4 meses, y la lluvia abundante de 2011 (1636 mm), que causó inundaciones y tuvo efecto en el suelo, en la oportunidad y calidad de las labores y en el cultivo (**Figura 5**).

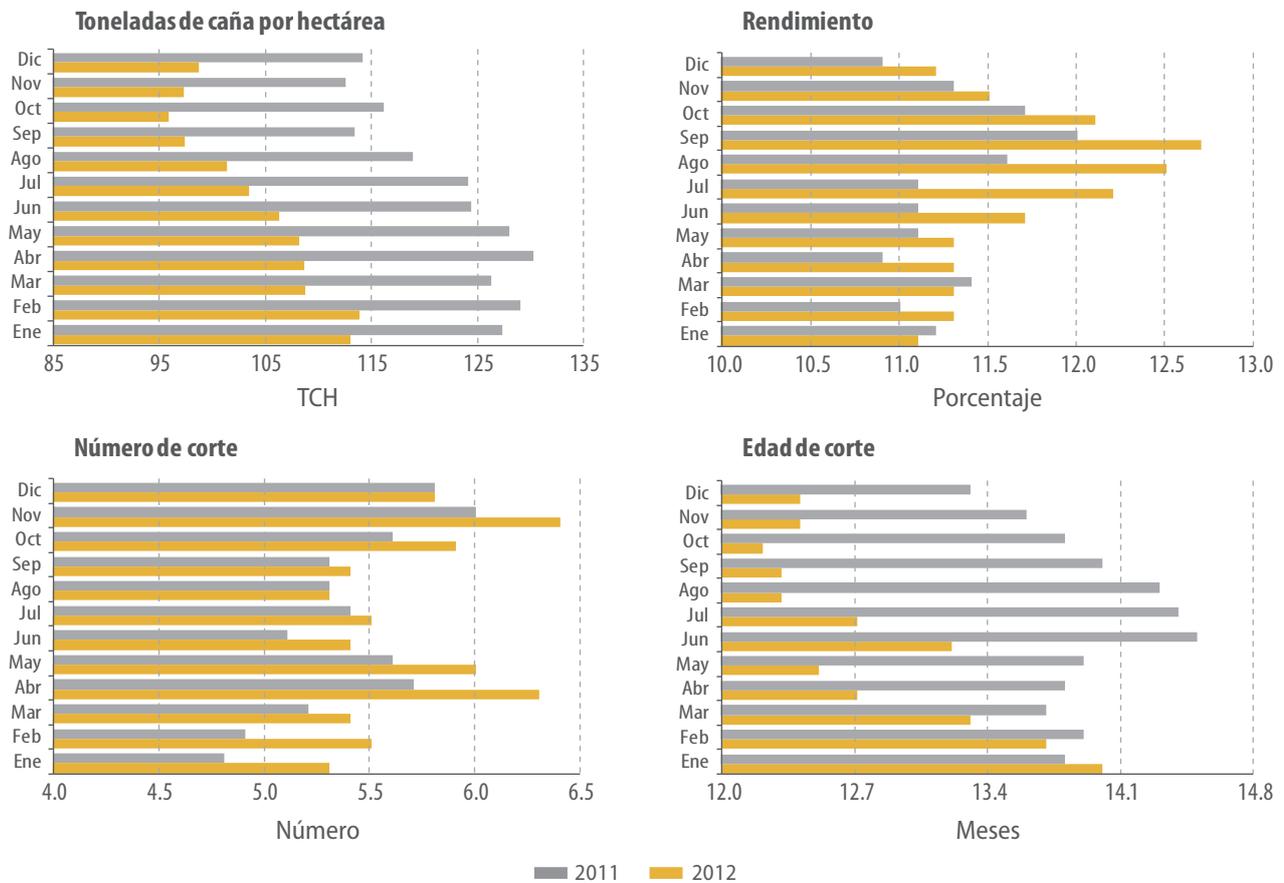
El porcentaje de rendimiento comercial en azúcar tuvo, por el contrario, un repunte fuerte con respecto a 2010 y 2011. A partir del segundo trimestre de 2012 las condiciones del clima fueron favorables y casi todos los meses, excepto en enero y marzo, el rendimiento fue superior en comparación con 2011 (Figura 5).

El descenso en toneladas de caña y azúcar por hectárea y mes y toneladas de azúcar por hectárea (TCHM, TAHM y TAH) estuvo más asociado con la disminución del tonelaje de caña por hectárea (TCH); el rendimiento comercial de 11.7% impidió que el descenso en la producción total de azúcar fuera mayor.

La disminución en TCH, TCHM, TAH y TAHM no fue exclusiva de los ambientes con más limitaciones, como las zonas húmedas de la parte plana del valle del río Cauca y las zonas de piedemonte. También hubo descensos de los indicadores en las zonas del ambiente seco-semiseco, como se muestra en el **Cuadro 3**. Los análisis realizados por Cenicaña señalan que la productividad tiende a ser similar en los ambientes seco-semiseco y húmedo del valle del río Cauca cuando el clima del ambiente seco-semiseco en el ciclo de cultivo anterior se caracteriza por precipitación abundante y el del ambiente húmedo, por precipitación escasa.

De acuerdo con los modelos de pronóstico, mientras las edades de cosecha se mantengan por debajo de 13 meses se espera que en 2013 las TCH tengan una recuperación lenta, con un promedio anual muy similar al obtenido en 2012. La recuperación de la productividad se podría acelerar aumentando la edad de la caña que será cosechada.

Figura 5. Indicadores de la productividad de campo de la agroindustria azucarera colombiana en 2011 y 2012. Datos de trece ingenios.



Cuadro 3. Productividad de la caña de azúcar en tres ambientes de cultivo en el valle del río Cauca, Colombia. Valores promedio \pm desviación estándar de los años 2011 y 2012.

Variable	Ambiente seco-semiseco		Ambiente húmedo		Ambiente de piedemonte	
	2011	2012	2011	2012	2011	2012
Edad (meses)	14 \pm 1.8	12.9 \pm 1.7	13.6 \pm 1.9	12.4 \pm 1.5	13.8 \pm 1.7	12.8 \pm 1.4
Corte (No.)	5.7 \pm 3.9	6.1 \pm 4.1	5.2 \pm 3.7	5.6 \pm 3.8	4.2 \pm 2.9	4.5 \pm 3.0
TCH	128.5 \pm 26.1	109.5 \pm 23.7	107.9 \pm 27.6	90.6 \pm 23.2	108 \pm 26.6	91.2 \pm 22.8
TCHM	9.3 \pm 1.7	8.6 \pm 1.8	8.1 \pm 1.9	7.4 \pm 1.8	7.9 \pm 1.8	7.2 \pm 1.7
TAH	14.6 \pm 3.1	12.9 \pm 2.9	12.2 \pm 2.9	10.7 \pm 2.7	12.6 \pm 3.3	11.2 \pm 2.8
TAHM	1.06 \pm 0.21	1.02 \pm 0.23	0.91 \pm 0.21	0.88 \pm 0.22	0.93 \pm 0.24	0.88 \pm 0.22
Rto (%)	11.4 \pm 1.1	11.8 \pm 1.2	11.3 \pm 1.1	11.8 \pm 1.2	11.7 \pm 1.2	12.2 \pm 1.3

En relación con los procesos fabriles, además de los datos reportados en el Cuadro 2, las observaciones indican que entre 2011 y 2012 la mayor extracción de sacarosa en los molinos se reflejó en la reducción de las pérdidas de sacarosa en bagazo, que en promedio fueron de 4.08%. Las pérdidas de sacarosa en cachaza también se redujeron en 2012, lo cual estuvo asociado con la disminución en el contenido de sólidos insolubles. Finalmente, la eficiencia en recuperación de sacarosa en la fábrica aumentó de 87.20 kg de sacarosa recuperados por cada 100 kg de sacarosa en caña (en 2011) a 87.90 kg (en 2012). El mayor contenido de sacarosa % caña, así como el mayor rendimiento asociado con el incremento en sacarosa y las recuperaciones en fábrica, contribuyeron a que la reducción en producción de azúcar fuera más baja que la observada en las toneladas de caña procesada.

La comparación de los indicadores de fábrica en 2012 con los promedios del periodo 2003 – 2012 muestra que los ingenios han reducido las pérdidas de sacarosa indeterminadas, en bagazo y cachaza, a pesar del incremento en el contenido de fibra industrial % caña y el aumento de los no azúcares en el proceso, variables asociadas con el aumento de los residuos agrícolas de cosecha en la caña para molienda.

Variedades de caña de azúcar

Las variedades más cosechadas en 2012 fueron: CC 85-92 (74.6% del área total cosechada), CC 84-75 (9.7%) y CC 93-4418 (3.9%). Esta distribución implica una fuerte influencia de la CC 85-92 en los resultados de productividad. Este año la variedad CC 93-4418 ocupó el tercer lugar en el área cosechada y desplazó a la V 71-51 (**Cuadro 4**).

El censo de variedades al 31 de diciembre de 2012 mostró el 83.7% del área sembrada con las variedades Cenicaña Colombia CC 85-92, CC 93-4418, CC 84-75 y CC 01-1940. En comparación con la misma fecha del año anterior, el área con CC 85-92 y CC 84-75 disminuyó 3.6 unidades porcentuales y 1.5 unidades, respectivamente, y con CC 93-4418 y CC 01-1940 aumentó 4.3 unidades y 1.7 unidades (**Cuadro 5**). Del grupo de variedades destacadas en el Cuadro 5, otras que también crecieron en área fueron CC 93-4181, CC 01-1228 y CC 98-72; las demás tuvieron disminución o no presentaron cambios.

La productividad de treinta variedades CC en 15 zonas agroecológicas, 42% del área cosechada en el valle del río Cauca, se presenta en el **Apéndice, página 94**. En 14 zonas agroecológicas se alcanzaron resultados de productividad superiores con variedades diferentes a la CC 85-92 y la CC 84-75. Las variedades que se destacaron con mayor frecuencia fueron CC 93-4418, CC 93-4181, CC 93-3895, CC 92-2198, CC 01-1940 y CC 01-1228.

Para complementar la información acerca de las variedades se presentan los resultados mediante curvas de isomargen donde se muestra el índice de margen operacional (IMO) (**Figura 6**). El 100% del IMO se refiere al promedio de la utilidad operacional de todas las suertes cosechadas por la industria, con el supuesto de que todas corresponden a tierras propias de los ingenios; fue calculado con base en el precio ponderado del azúcar (promedio del sector a diciembre de 2012). Los costos de campo no incluyen el costo de la tierra; corresponden a todos los costos directos de adecuación, preparación, siembra y levantamiento del cultivo.

Cuadro 4. Participación de las variedades comerciales y semicomerciales en el área cosechada.
 Datos de trece ingenios, 2011 y 2012.

Variedad	Participación en el área cosechada (%)	
	2011	2012
CC 85-92	75.1	74.6
CC 84-75	10.9	9.7
CC 93-4418	2.4	3.9
V 71-51	2.5	2.2
PR 61-632	1.5	1.6
Miscelánea	1.4	1.4
CC 93-3826	0.7	0.9
CC 93-4181	0.6	0.8
CC 92-2198	0.7	0.8
CC 93-3895	1.0	0.7
CC 92-2804	0.4	0.5
MZC 74-275	0.6	0.5
CC 01-1228	0.04	0.4
CC 01-1940	0.01	0.3
RD 75-11	0.3	0.2
CC 87-434	0.2	0.1
Otras	1.6	1.3

Cuadro 5. Participación de las variedades comerciales y semicomerciales en el área sembrada.
 Datos de trece ingenios, 2011 y 2012.

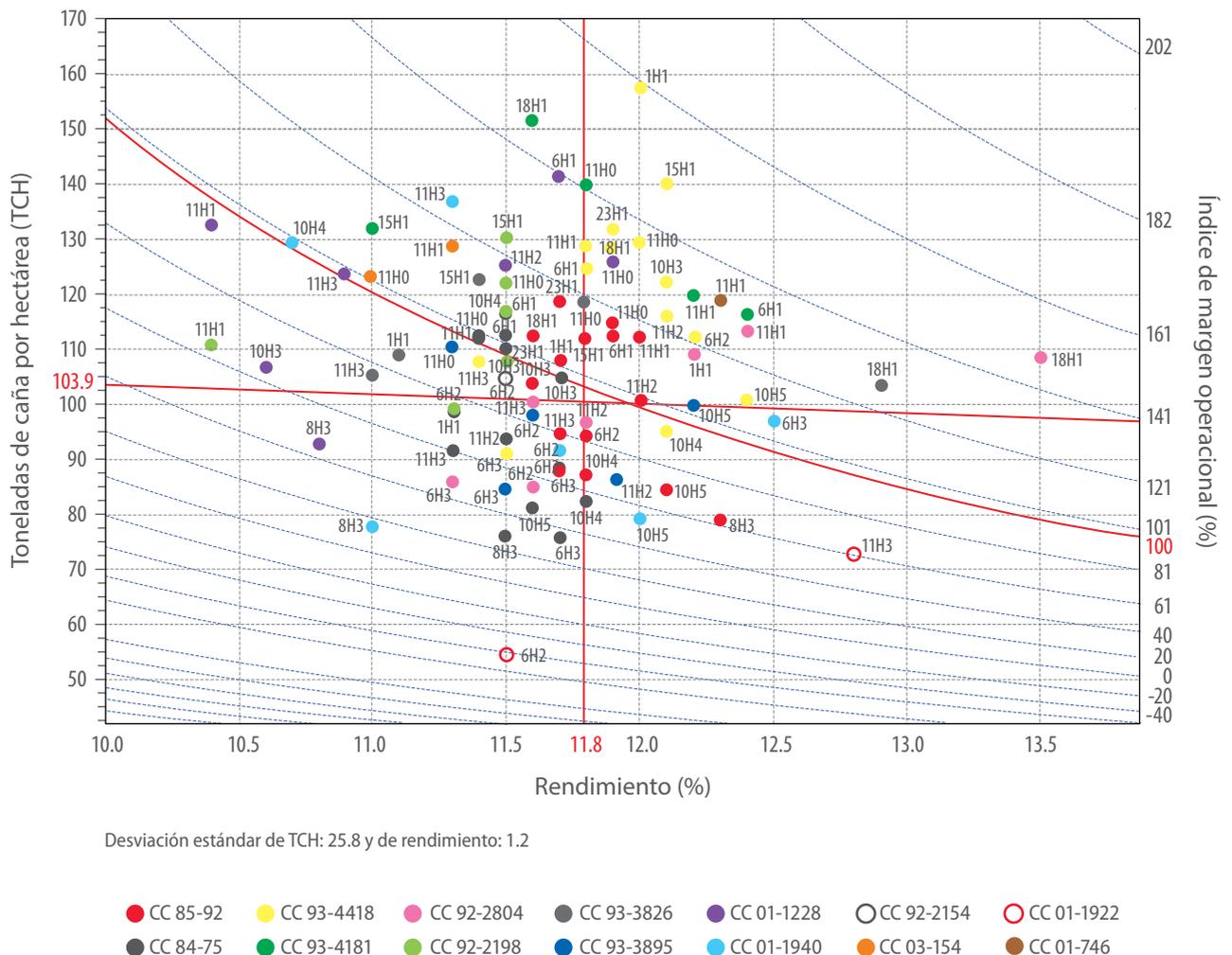
Variedad	Participación en el área sembrada (%)	
	2011	2012
CC 85-92	70.0	66.4
CC 93-4418	3.6	7.9
CC 84-75	8.9	7.4
CC 01-1940	0.3	2.0
V 71-51	2.0	1.9
Miscelánea	1.5	1.5
PR 61-632	1.2	1.1
CC 93-4181	0.8	0.9
CC 01-1228	0.2	0.9
CC 93-3826	0.8	0.8
CC 92-2198	0.7	0.7
SP 71-6949	0.0	0.5
CC 93-3895	0.7	0.5
CC 98-72	0.1	0.4
CC 92-2804	0.5	0.4
MZC 74-275	0.5	0.4
Otras	1.5	1.7
Renovación	6.4	4.8
Total	100.0	100.0

Semillero de la variedad CC 01-1940 en el Ingenio Risaralda.



Los valores más altos de IMO se consiguieron en las zonas 1H1, 18H1, 6H1, 11H0, 15H1 y 11H1, que corresponden a zonas secas y de alta fertilidad; las variedades destacadas fueron CC 93-4418, CC 92-2804 y CC 93-4181. Los valores más bajos de IMO se presentaron en las zonas 6H2, 11H3, 8H3 y 10H3, que son zonas húmedas con menor productividad que las semisecas. Las variedades cosechadas con esos valores bajos fueron CC 01-1922, CC 01-1940 y CC 92-2804; de este grupo, la variedad CC 01-1940 fue la de mayor productividad y margen operacional. En el 70% de los casos incluidos en la Figura 6 se consiguió un IMO superior al promedio de la industria. ●

Figura 6. Índice de margen operacional obtenido con catorce variedades según la zona agroecológica. Datos de trece genios. Colombia, 2012.

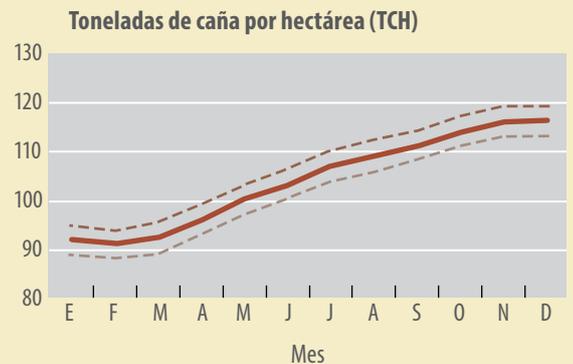


Pronósticos de productividad para 2013

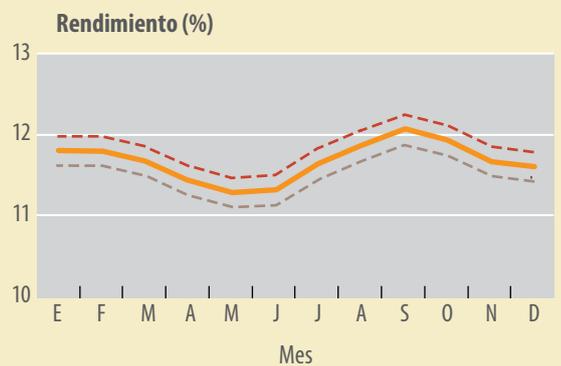
En la **Figura 7** se presentan los pronósticos de TCH y rendimiento para 2013, obtenidos mediante los modelos estadísticos propuestos por Cenicaña en 2010 y aplicados en los dos últimos años con buenos resultados. Los supuestos utilizados en esta ocasión son: condición climática externa (normal) y edad de cosecha (13 meses). Los pronósticos indican que:

- La productividad en TCH seguirá bajando en los meses de enero y febrero de 2013 y comenzará a mostrar incrementos a partir de marzo y hasta diciembre. La magnitud de esta tendencia ascendente dependerá del manejo de la edad de cosecha. La tendencia de incremento del tonelaje obedece a las condiciones climáticas presentes durante la mayor parte del 2012. Cabe anotar que si el clima del primer semestre de 2013 es normal (como está pronosticado), entonces el TCH en el primer semestre de 2014 será mayor que en 2013.
- La productividad en términos de rendimiento (toneladas de azúcar por tonelada de caña, en porcentaje) conservará la estacionalidad histórica, según la cual el rendimiento es menor en el primer semestre con respecto al segundo semestre. En general, el rendimiento puede aumentar si las condiciones climáticas de tiempo normal cambian y se presentan condiciones Niño. ●

Figura 7. Pronóstico del promedio mensual de TCH y rendimiento en azúcar para el año 2013.



— TCH estimado — Límite inferior — Límite superior



— RDTO estimado — Límite inferior — Límite superior



Las curvas de isoproductividad de la **Figura 9** muestran el promedio de tonelaje de azúcar por hectárea y mes (TAHM) de las variedades con mayor productividad que CC 85-92 durante 2012, con excepción de CC 01-1940 y MZC 74-275 que fueron incluidas por considerarlas de interés y punto de referencia. La **Figura 10** refleja la variación de productividad de la CC 01-1940 según la zona agroecológica donde la variedad fue cosechada en 2012.

Figura 9. Variedades que superaron en TAHM a la CC 85-92 durante 2012.

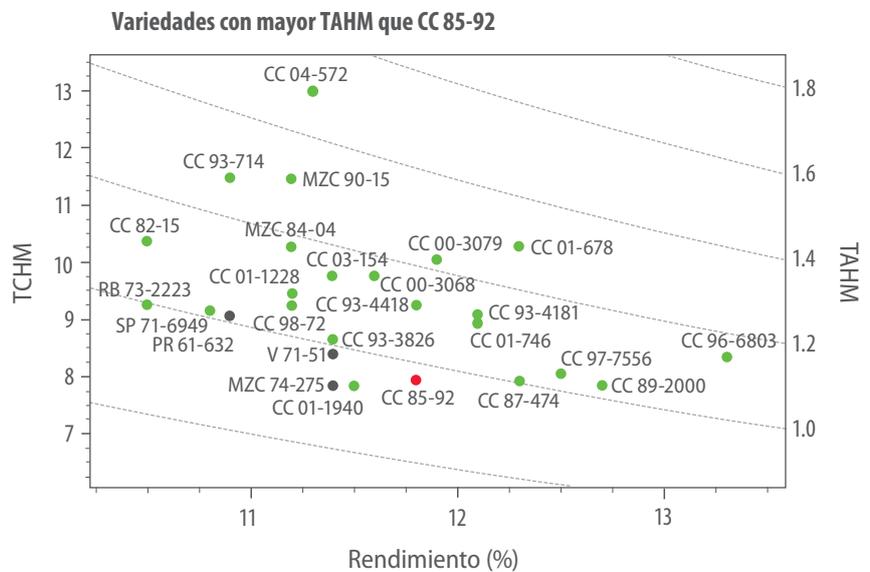
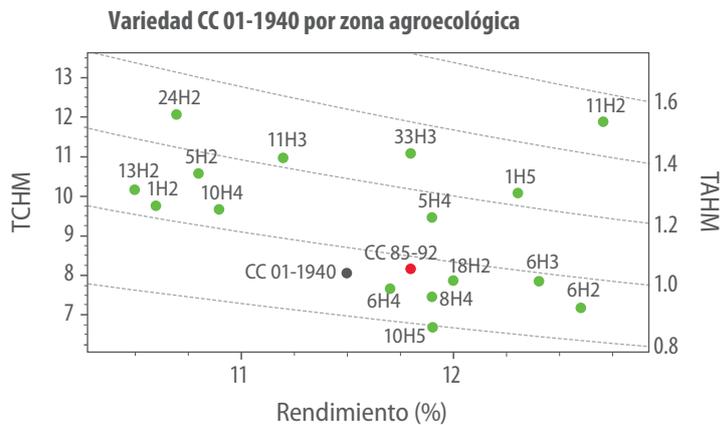


Figura 10. Variedad CC 01-1940 en diferentes zonas agroecológicas donde fue cosechada durante 2012.



CC 93-4418



Progenitores: Mex 64-1487 x MZC 74-275
Registro ICA: AO 5955.

Variedad seleccionada para zonas secas-semisecas de la parte plana del valle del río Cauca. De preferencia H0, H1 y H2.

La germinación es excelente, aunque un poco lenta al principio. Es erecta y de crecimiento vigoroso, con un macollamiento entre 12-15 tallos por cepa. La floración es nula o escasa.

Resistente a las enfermedades de carbón, roya café, roya naranja, mosaico, hoja amarilla, raquitismo de la soca y escaldadura de la hoja. Intermedia a barrenadores del tallo, *Diatraea spp.*, y susceptible al pulgón amarillo, *Sipha flava*.

Productividad media ponderada en cinco zonas agroecológicas, durante 2012:

Zona agroecológica	TCH	Rto (%)	TAHM
6H1	124.7	11.8	1.140
11H0	129.4	12.0	1.230
11H1	128.7	11.8	1.190
11H2	116.0	12.1	1.080
6H2	111.3	12.1	0.955

Productividad en TAHM alta y estable a través de los cortes.

Zonas agroecológicas donde CC 93-4418 es superior en TAH respecto a CC 85-92 (significancia <0.25):

6H2, 6H3, 7H1, 8H2, 10H4, 11H1, 11H2, 11H3, 13H2, 14H5, 15H1, 22H0, 22H1, 23H0, 23H1 y 31H2.

En 2012 Cenicaña produjo 56,816 plantas de la variedad para el establecimiento de semilleros.

En la siembra comercial con esquejes, los mejores porcentajes de germinación se consiguen con una buena preparación del suelo, semilla sana entre 7 y 9 meses de edad, no más de 4 días transcurridos entre el corte de la semilla y la siembra, siembra a 5 cm de profundidad y suministro oportuno de riego.

Variedad identificada como susceptible al anegamiento.

En condiciones de exceso de humedad, con una precipitación cercana a 2320 mm, evaporación de 1725 mm y nivel freático entre 30-60 cm durante el ciclo de cultivo, se han registrado pérdidas hasta de 80 TCH.

Área sembrada con CC 93-4418
en el valle del río Cauca, diciembre 2012

18,067
HECTÁREAS

CC 01-1940



Progenitores: CCSP 89-1997 X ?
Registro ICA: en trámite. Expediente radicado el 23 de noviembre de 2010.

Variedad seleccionada para zonas húmedas de la parte plana del valle del río Cauca. De preferencia H3 y H4.

La germinación es excelente. Es de crecimiento vigoroso, con un macollamiento entre 9–13 tallos por cepa. La floración es nula o escasa.

Resistente a las enfermedades de carbón, roya café, roya naranja y mosaico. Moderadamente susceptible a barrenadores del tallo, *Diatraea* spp.

Productividad media ponderada en cinco zonas agroecológicas, durante 2012:

Zona agroecológica	TCH	Rto (%)	TAHM
5H3	122.3	11.8	1.148
6H3	96.9	12.7	0.990
10H4	129.2	10.9	1.054
11H3	136.8	11.3	1.264
33H3	130.8	11.8	1.311

Zonas agroecológicas donde CC 01-1940 es superior en TAHM respecto a CC 85-92 (significancia <0.25):

10H4, 11H2, 11H3, 1H2, 1H5, 5H4, 6H2 y 8H4.

La variedad es igual que CC 85-92 en las zonas agroecológicas:

10H5, 13H2, 18H1, 18H2, 24H2, 31H2, 33H3, 4H3, 6H3, 6H4, 8H3 y 9H3.

En 2012 Cenicaña produjo 103,728 plantas de la variedad para el establecimiento de semilleros.

En la siembra comercial con esquejes, los mejores porcentajes de germinación se consiguen con una buena preparación del suelo, semilla sana entre 7 y 9 meses de edad, no más de 4 días transcurridos entre el corte de la semilla y la siembra, siembra a 5 cm de profundidad y suministro oportuno de riego o siembra en el lomo cuando se trate de suelos con exceso de humedad.

Variedad identificada como tolerante al anegamiento.

Área sembrada con CC 01-1940
en el valle del río Cauca, diciembre 2012

4,526
HECTÁREAS

Experimentación en marcha con las variedades CC 93-4418 y CC 01-1940

- **Validación participativa de tecnología con enfoque de AEPS.** Se ha validado el uso de las variedades CC 93-4418 en zonas agroecológicas secas-semisecas (6H1, 11H0 y 11H1) y CC 01-1940 en zonas húmedas (10H4 y 5H5). En todos los casos, con estas variedades y manejo de AEPS se ha obtenido mayor productividad y rentabilidad con respecto a la variedad CC 85-92 y manejo convencional.
- **Función de respuesta de la caña al agua.** Continúa la experimentación con CC 93-4418 para completar la función de respuesta de la variedad al agua durante un ciclo normal de lluvias. El exceso de agua durante los ciclos de plantilla y segunda soca causó pérdidas en el tonelaje de caña por hectárea y mes con respecto a la primera soca que creció con balance de humedad deficitario.
- **Fertirriego con caudal reducido.** En zonas planas, la respuesta de la variedad CC 93-4418 fue igual cuando se aplicó fertirriego con caudal reducido (dosis entre 62.5% y 67% de la fertilización convencional, líquida y manual) que cuando se hizo fertilización convencional, tanto en plantilla como en primera soca.
- **Maduración natural y respuesta a los maduradores.** Resultados experimentales acerca de la respuesta de la variedad CC 93-4418 a las aplicaciones de madurador utilizando la CC 85-92 como variedad testigo (100% de la dosis) muestran que durante el proceso de maduración natural el contenido de sacarosa de CC 93-4418 fue mayor en valores que oscilaron entre 0.3 y 1.3 unidades porcentuales, y que la respuesta al madurador fue similar entre variedades cuando la CC 93-4418 recibió un 67% más de la dosis aplicada al testigo.
- **Modelos de pronósticos de producción.** Junto con otras cuatro variedades, la CC 93-4418 hace parte del grupo de materiales utilizados en la modelación de pronósticos de producción que se lleva a cabo para obtener información con un horizonte entre ocho y nueve meses antes de la cosecha.
- **Transformación genética con *Agrobacterium tumefaciens*.** Las variedades CC 93-4418 y CC 01-1940 han sido establecidas in vitro para la inducción de callo embriogénico, a fin de utilizarlas en transformación genética.
- **Aislamiento y caracterización de genes asociados con tolerancia al estrés por déficit y exceso hídrico.** Se inició la comparación del transcriptoma (conjunto de genes que se expresa en una condición específica) de las variedades CC 93-4418 y CC 01-1940 (variedad susceptible al anegamiento y variedad tolerante, respectivamente), con el objetivo de identificar genes y marcadores moleculares asociados a características agronómicas relacionadas con la tolerancia de la caña de azúcar al estrés causado por déficit o exceso hídrico.
- **Fijación biológica de nitrógeno como fuente alternativa para la fertilización nitrogenada.** Las variedades CC 93-4418 y CC 01-1940 fueron sembradas en varias zonas agroecológicas para buscar y caracterizar cepas de bacterias diazotróficas asociadas con ellas, que puedan ser utilizadas como biofertilizantes. La caracterización molecular de las cepas fijadoras de nitrógeno más eficientes permitirá conocer si existen cepas específicas para cada variedad.
- **Cuantificación del crecimiento, absorción de la radiación y producción de biomasa en caña de azúcar.** Se dará inicio a la experimentación con la variedad CC 93-4418 y diferentes láminas de riego. ●

Visión 2019

Análisis de productividad y rentabilidad

Incrementos de productividad y proyección estratégica en ambientes seco-semiseco, húmedo y de piedemonte

Con el propósito de avanzar en la búsqueda de estrategias adicionales para el cumplimiento de las proyecciones en productividad para el 2014, 2019 y 2030, se procesaron datos comerciales en tres ambientes de cultivo característicos del valle del río Cauca, teniendo en cuenta la ocurrencia de la condición climática externa (nomal, Niña o Niño). En tonelaje de caña por hectárea y rendimiento de azúcar, las proyecciones son: 125.3 TCH y 12.3% (en 2014), 134.3 TCH y 12.9% (en 2019) y 153.1 TCH y 14.2% (en 2030).

Se encontró que para pasar de 116 TCH, promedio actual de una década, a 133 TCH, es necesario aumentar el promedio de la productividad en TCH de 120 a 137 en ambiente seco-semiseco, de 104 a 123 en ambiente húmedo y de 100 a 120 en ambiente de piedemonte, es decir, un incremento aproximado del 15%. Lo anterior es posible porque el ejercicio se realizó teniendo cuenta la situación actual y la proyección que considera como potencial el percentil 75, valor correspondiente al promedio de las nuevas variedades. En el caso del rendimiento en azúcar, para aumentar de 11.6%, promedio actual de una década, a 12.4%, es necesario pasar en promedio de 11.6% a 12.4% en ambiente seco-semiseco, de 11.4% a 12.2% en ambiente húmedo y de 11.8% a 12.6% en ambiente de piedemonte, es decir, un incremento aproximado del 7%. Se considera como potencial el percentil 75. Estas proyecciones de TCH y rendimiento corresponden a la actual distribución varietal. Si el ejercicio se hace con la propuesta de las nuevas variedades, los resultados son más altos.



Impacto de las nuevas variedades de caña de azúcar en la rentabilidad

Se utilizó el método de simulación Montecarlo con un grupo de 17 variedades de caña de azúcar sugeridas por el Programa de Variedades de Cenicaña para la siembra en las zonas agroecológicas que caracterizan los ambientes seco-semiseco, húmedo y de piedemonte en el valle del río Cauca, a fin de estimar el impacto de la sustitución varietal en la rentabilidad y la productividad y determinar la probabilidad de obtener los resultados.

Los datos corresponden a registros comerciales del periodo 2010 – 2012 que fueron procesados para analizar la situación actual y la proyección con base en la nueva propuesta de distribución varietal.

De acuerdo con los resultados, la productividad en TCH presenta incrementos de 10.5% en toda la agroindustria, que corresponden a aumentos de 11.5% en las zonas del ambiente seco-semiseco, 6.2% en ambiente húmedo y 22.4% en el piedemonte. En rendimiento los incrementos son de 1.6% para toda la agroindustria, 1.9% en ambiente seco-semiseco, 0.9% en húmedo y 2.3% en piedemonte. Respecto al tonelaje de azúcar por hectárea (TAH), las proyecciones señalan incrementos de 12.4% en el sector, 13.6% en ambiente seco-semiseco, 7.23% en húmedo y 25.2% en piedemonte. Finalmente, en la utilidad neta se proyectan aumentos de 12.1% para todo el sector, con 12.4% en zonas secas-semisecas, 9.3% en zonas húmedas y 24.7% en zonas de piedemonte.

La probabilidad de obtener una utilidad neta superior a 300,000 pesos es de 65% para el total de la industria, 72% para ambiente seco-semiseco, 55% para húmedo y 72% para piedemonte. Los resultados muestran buenas probabilidades de lograr incrementos significativos en la productividad y la rentabilidad de la caña de azúcar con la siembra de las nuevas variedades. ●

CC 01-1940



6H0	3H4	8H4	17H3
7H0	5H3	8H5	17H4
7H1	5H4	9H3	18H3
11H2	5H5	10H4	
14H1	6H3	10H5	
18H2	6H4	11H3	
22H0	8H3	11H4	

CC 92-2804



1H1	8H2	5H3	10H3
1H2	21H2	17H3	18H3

CC 84-75



15H0	3H3	17H3	6H1
	5H3	18H3	22H0

CC 01-1228



3H4	11H0
5H5	11H1
10H4	11H2
10H5	

CC 01-746



11H2

CC 93-3826



1H1	6H3	11H4	6H1
13H2	8H3		22H0

CC 92-2188



5H4	8H4	11H3	17H4
8H3	8H5	11H4	

CC 89-2000



10H3

CC 99-2461



22H0

“Todo cluster necesita varios pilares. Uno es el gremial, que el sector lo tiene a través de Asocaña; otro es el de comercialización, a través de Ciamsa; y el de investigación y de seguimiento y control, lo representa Cenicaña. Lo alcanzado con las variedades, lo hecho desde agronomía con la investigación en aguas, en suelos y nutrición; o la transferencia de tecnología que dio un vuelco muy grande en el 2000 al poner todo en la web, ha sido fundamental para nuestro desarrollo ”

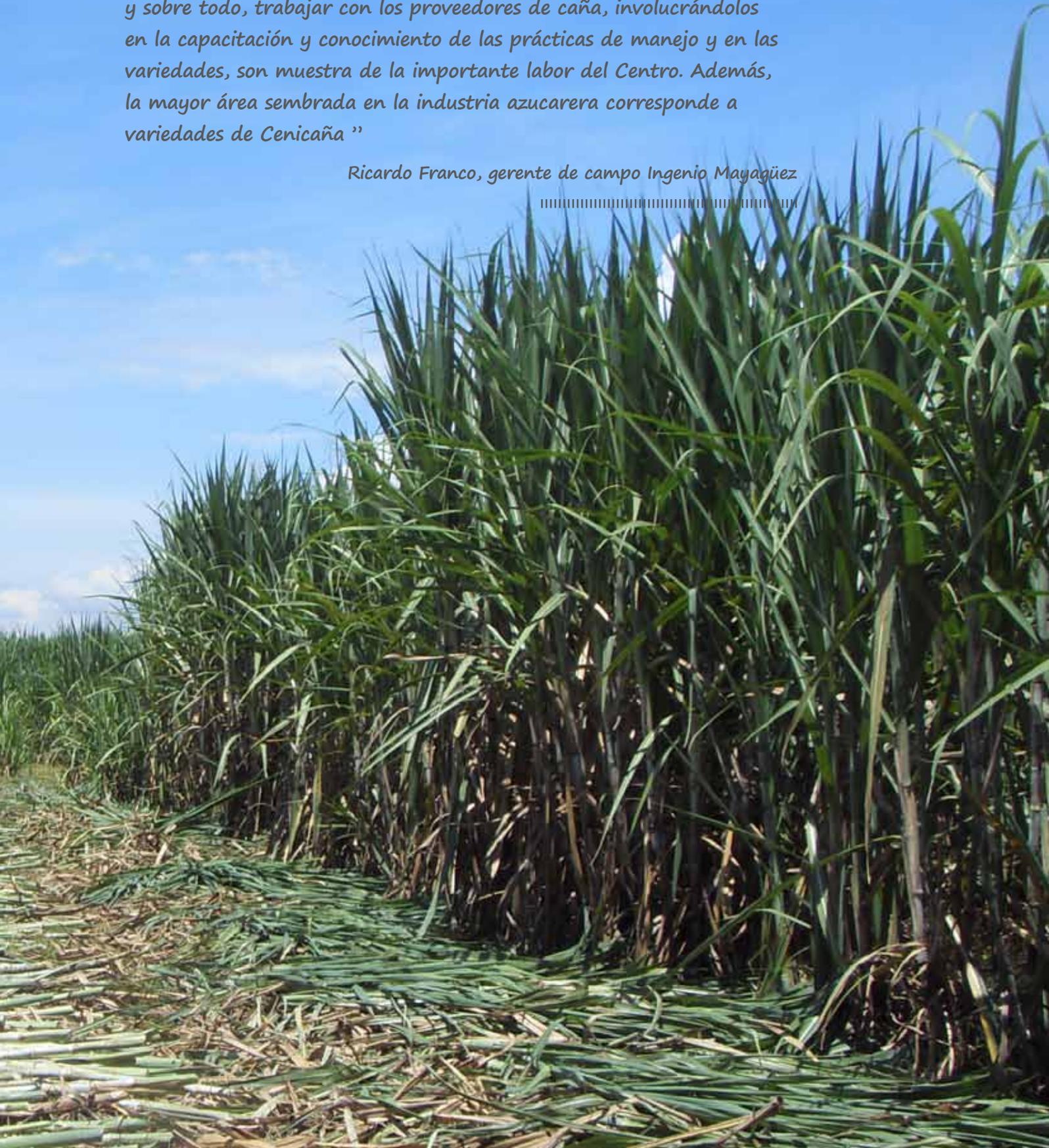
Gustavo Medina, gerente de campo Ingenio La Cabaña

.....



“ **L**a innovación tecnológica en muchas prácticas agronómicas, y sobre todo, trabajar con los proveedores de caña, involucrándolos en la capacitación y conocimiento de las prácticas de manejo y en las variedades, son muestra de la importante labor del Centro. Además, la mayor área sembrada en la industria azucarera corresponde a variedades de Cenicaña ”

Ricardo Franco, gerente de campo Ingenio Mayagüez



CATE: Corte de caña, alce, transporte y entrega en fábrica

El objetivo general de los proyectos relacionados con el sistema CATE es mejorar los estándares tecnológicos y la logística del sistema para disminuir los costos de producción y obtener mejoras económicas en el sector productivo.

- 25 Resultados de la gestión
- 26 Transporte y recepción de caña
- 28 Logística del sistema CATE
- 30 Campo y cosecha





Vagones de recolección de caña y vagones de transporte de mínimo peso

Una contribución de los ingenios azucareros y los cultivadores de caña de azúcar al desarrollo de Colombia

Resultados de la gestión

Reducir los costos del proceso en 12% es la meta de los proyectos del sistema CATE. Los resultados obtenidos en seis años de investigación y gestión tecnológica (2006-2012) contribuyen a mejorar los estándares tecnológicos y la logística de la cosecha realizada por los ingenios azucareros del valle del río Cauca:

- El uso de vagones de autovolteo halados por tractores de 175 HP reduce en 1% el costo del proceso CATE en corte mecanizado con respecto a la operación de cadeneo con vagones HD 20000. Otras ventajas relacionadas con los vagones de autovolteo se refieren al menor tráfico, menor impacto sobre las cepas y sostenibilidad de la producción.
- El uso de vagones de mínimo peso de descarga alta o descarga lateral tipo 24000 reduce entre 3% y 4% el costo de la cosecha y el transporte, frente a la operación con vagones HD 20000.
- La disminución de 10% en la tara del tren de vagones de transporte reduce en 5% el consumo de combustible.
- El sistema de descarga lateral con vagones DL 24000 reduce en 59% el consumo de energía específica por tonelada de caña descargada (KJ/t) con respecto al sistema con grúa hilo.
- La instalación de tensores en los vagones de transporte DL24000 tiene efecto positivo en la seguridad y contribuye en la reducción de los costos de mantenimiento por menor desgaste de muelles.
- Un análisis de simulación señala que el uso de vagones tipo esqueleto y grúa con grab para el trasbordo de caña larga a vagones de transporte de mínimo peso puede disminuir en 3% el costo del proceso CATE en el evento de cosechar el 50% la caña larga con este sistema.

Transporte y recepción de caña

Este componente de los proyectos CATE busca mejorar los estándares tecnológicos y la eficiencia del transporte y la recepción de caña en las fábricas. Durante 2012 la estrategia se centró en el seguimiento de indicadores logísticos asociados con la operación de vagones de mínimo peso y su impacto en la disminución en los costos de transporte, y en la evaluación de vagones prototipo de autovolteo de 8.5 t y 12 t, utilizados para el trasbordo de caña troceada a los vagones de transporte de mínimo peso.

Vagones de transporte de mínimo peso: datos de operación y costos

En ciclos operativos de cosecha en los ingenios Incauca y Providencia, en el seguimiento de implementación de los vagones de descarga lateral con capacidad de 24 toneladas y bajo peso estructural se presentaron valores de carga entre 24 – 25 t de caña troceada por vagón. La evaluación económica de estos vagones mostró ventajas al aumentar 20% la caña transportada en comparación con los vagones HD 20000 (carga de 20 – 21 t) y disminución de consumo de combustible debido al peso reducido de los vagones. El costo del transporte de caña disminuyó en 9% en un ingenio y 11% en el otro, lo cual representa una reducción de los costos totales del CATE en 3% y 4%, respectivamente. De otra parte, en operaciones corrientes de cosecha y recepción de caña en los ingenios Manuelita y Riopaila Castilla (planta Castilla), durante el seguimiento de la operación de un vagón de descarga alta de bajo peso estructural se presentaron valores de carga entre 24 – 25 t de caña troceada por vagón. La ingeniería básica para la construcción de este vagón fue desarrollada por Cenicaña en cooperación con el fabricante del equipo.

Diseño de vagones de autovolteo de mínimo peso: evaluación mecánica y seguimiento logístico

En los ingenios Incauca y Providencia fueron evaluados tres prototipos de vagones de autovolteo de bajo peso estructural (**Figura 11**) en operaciones de cargue durante la cosecha mecanizada y trasbordo de la caña troceada a vagones de transporte DL24000. Las pruebas de desempeño durante el cargue y trasbordo involucraron mediciones de fuerza de tiro, análisis de estabilidad y medición de reacciones. Se continúa la medición de esfuerzos por medio de sensores de deformación (*strain gages*) instalados en zonas críticas de la estructura.

En el seguimiento de la operación con los vagones de 8.5 t (dos ejes) se determinó una tara de 6600 kg y una carga por eje de 7.3 t en promedio, con relaciones de peso caña/peso acero hasta de 1.31. Con el vagón de 12 t (tres ejes) la tara fue de 8200 kg y la carga por eje, de 6.7 t, con relaciones de peso caña/peso acero hasta de 1.52.

Para las evaluaciones de la logística de la operación se realizaron mediciones en 40 ciclos de cargue y trasbordo, en terreno seco y distancias de arrastre de los vagones de autovolteo entre 50 m y 800 m, a partir de las cuales se obtuvieron los tiempos promedio del comportamiento del ciclo operativo para cada condición.

Durante el seguimiento se evidenció que mejoró la práctica de trasbordo. Se presentó multiplicidad de la carga de los vagones de autovolteo con respecto a la capacidad de los vagones de transporte de modo que, para cada vagón DL24000, con vagones de 8.5 t se requirieron tres eventos de autovolteo y con vagones de 12 t, dos eventos. Aunque se encontró un aumento cercano al 3% en el costo de la operación de trasbordo con los vagones de 8.5 t, el tiempo por ciclo con estos equipos se redujo en comparación con el uso del vagón de autovolteo de 12 t de capacidad.

Figura 11. Prototipos de vagones de autovolteo. A y B: dos ejes y 8.5 toneladas de capacidad de carga. C: tres ejes y 12 toneladas de capacidad de carga.



Logística del sistema

El objetivo de las actividades es caracterizar la logística integral del sistema de corte, alce, transporte y entrega de caña en fábrica, definir indicadores relacionados con la operación y con ellos desarrollar modelos de simulación que contribuyan a definir y seleccionar opciones tecnológicas para la adopción de las mejores prácticas en el sector azucarero.

Durante 2012 comenzó el diseño de un accesorio de troceo en alzadoras convencionales, continuó el desarrollo de un sistema de alce y transporte de caña larga con vagones livianos y avanzó la evaluación de tracto-camiones utilizados como equipos motores en el transporte de caña.

Sistema de alce, trasbordo y transporte de caña larga con vagones de mínimo peso y alta densidad de carga

Reducir los costos del sistema CATE de caña larga proveniente del corte manual es el objetivo de esta propuesta que se desarrolla en asocio con el Ingenio Risaralda, en zonas de ambiente húmedo. El criterio principal de evaluación es el incremento de la densidad de carga en los equipos de recolección y transporte de caña. La logística del sistema propuesto consiste en usar una alzadora convencional para cargar la caña en vagones de mínimo peso (tipo esqueleto) en la suerte y luego, en la estación de trasbordo, descargar la caña a un vagón de transporte usando una grúa tipo mordaza o *grab*.

Cenicaña elaboró la ingeniería básica de un prototipo de vagón tipo esqueleto, con tara menor que 4 t y capacidad volumétrica de carga de 30 m³, y el Ingenio Risaralda contrató en 2012 la construcción de cuatro vagones basados en el prototipo (**Figura 12**).

Figura 12. Vagón de trasbordo de caña larga tipo esqueleto.



Los vagones disponibles se caracterizan por una tara de 4900 kg en promedio y capacidad volumétrica de 28 m³. La densidad de carga estimada se aproxima a 287 kg/m³ (8200 kg de caña larga por vagón) y la relación teórica peso caña/peso acero se estima en 1.67.

La simulación de la logística de operación con el prototipo con caña larga y en condiciones de alta humedad mostró que es posible reducir hasta 3% los costos del proceso CATE en comparación con los vagones de autovolteo que se utilizan frecuentemente en estas condiciones. Las pruebas en operaciones reales se llevarán a cabo durante 2013.

Ingeniería básica: condiciones operativas para el diseño de un accesorio de troceo en alzadoras de caña larga

En cooperación con el Ingenio Pichichí se está desarrollando un accesorio que pueda ser instalado en cualquier tipo de alzadora de caña larga y cuya función sea cortar los tallos antes de depositarlos en la canasta de un vagón convencional de transporte que ingresa al campo. El objetivo es aumentar la densidad de carga en el vagón de transporte, manteniendo las características operacionales de las alzadoras convencionales en cuanto a su capacidad de carga y velocidad de trabajo. Como parte del análisis para el diseño de la ingeniería básica del accesorio, durante 2012 se determinaron las condiciones operativas de un conjunto de motosierras que fueron instaladas en el brazo de una alzadora.

Conceptos básicos en la selección de equipos motores de transporte de caña

En el Ingenio Mayagüez continuaron las pruebas de dinamometría (fuerza de tiro y potencia requerida) y consumo de combustible en tracto-camiones. En 2011 se determinó el grado de exigencia del servicio para poder seleccionar adecuadamente estos equipos y garantizar que los costos de operación y mantenimiento del sistema sean competitivos. De las mediciones de fuerza de tiro ejercida por el vehículo y la potencia requerida se identificaron puntos de sobre-esfuerzo en los componentes mecánicos del equipo de transporte.

Con los resultados disponibles, durante 2012 se avanzó en el estudio teórico-experimental del sistema con diferentes configuraciones de tracto-camiones. Se analizó el comportamiento de la implementación de cajas de velocidades de 15 y 18 cambios, la influencia de la variación de la relación de transmisión en el tándem trasero y su posterior selección teniendo en cuenta el valor de GCWR, que representa la carga máxima desplazada por el equipo: pesos de carga transportada, peso del trailer, peso del vehículo, peso del combustible y peso del conductor. Además, se realizó un análisis de sensibilidad en el cual se pudo observar el efecto de la variación de estos parámetros en términos de torque máximo entregado y velocidad de desplazamiento máxima alcanzada. Esta evaluación se complementará con estudios sobre consumo de combustible para cada configuración.

Campo y cosecha

Como parte del proyecto sobre diseño de campo, Cenicaña evalúa la productividad de la caña de azúcar en relación con la distancia entre surcos, para lo cual ha establecido experimentos en diferentes zonas agroecológicas de los ambientes seco-semiseco, húmedo y de piedemonte en el valle del río Cauca. Los supuestos de la experimentación consideran que en las zonas planas la cosecha será mecanizada (semizafra en las húmedas) y en el piedemonte, semi-mecanizada (corte manual y alce mecanizado).

En la zona agroecológica 6H1, plana y seca, estableció un experimento por tres cortes con la variedad CC 01-1228 para evaluar la productividad y las operaciones de cosecha con los siguientes arreglos de distancia entre surcos: parcelas de 12 surcos sencillos a distancias de 1.5 m, 1.65 m, 1.75 m y 1.85 m; surcos dobles con separación de 0.4 m y distancia entre pares de 1.75 m y 1.85 m, y surcos triples con separación de 0.2 m y distancia de 1.85 m. El ancho de los callejones es de 4 m. Para la cosecha de la plantilla se utilizaron una cosechadora (trocha de 1.9 m y ancho de oruga de 43 cm), tractores (trocha de 2.23 m y ancho de sección de llanta tracto-cañera de 59 cm) y vagones de autovolteo (trocha de 2.13 m y ancho de sección de 59 cm).

En esta zona 6H1 los surcos sencillos favorecieron la productividad y, en contraste, los arreglos de surcos dobles y triples la disminuyeron; se registraron diferencias negativas cercanas al 20% en promedio en los surcos dobles y triples en comparación con los surcos sencillos. El uso de vagones de autovolteo con tractores articulados de tamaño medio y el ancho de los callejones de 4 m hicieron que la longitud del pisoteo directo en las cabeceras alcanzara sólo 2.7 m, promedio del experimento. El pisoteo de las cepas ocurrió con mayor intensidad en los tratamientos de surcos sencillos con distancias de 1.50 m y 1.65 m, donde los registros fueron de 100% y 45%, debido a que las trochas del tractor y del vagón de autovolteo no se ajustaron a esas distancias. En las parcelas con surcos espaciados a 1.75 m o más, donde las trochas de los equipos se ajustaron a las distancias entre surcos, el pisoteo de las cepas varió entre 0 – 100% debido a la proximidad que debía mantener el operario del vagón con respecto a la cosechadora para realizar desplazamientos laterales con el fin de mejorar la distribución de la caña en la canasta; también hubo situaciones de pérdida de dirección de la cosechadora por la dificultad que tuvo el operario para seguir la línea de cosecha, especialmente en los surcos triples. El pisoteo directo de cabeceras y cepas se debió principalmente a las dimensiones de los equipos y aspectos relacionados con el diseño de campo, como el ancho de los callejones y el ancho de la cepa, así como también a la forma de operación de los equipos y los cuidados del operario.

El tiempo de operación de los equipos y los tiempos perdidos durante la operación se incrementaron en los tratamientos de surcos dobles y triples con respecto a los surcos sencillos; los tiempos perdidos llegaron a tener incrementos hasta del 300% y el tiempo de operación en el surco triple, incrementos hasta del 46%. ●

Programa de variedades

El objetivo general del Programa es obtener variedades que expresen su potencial genético en ambientes específicos y que mejoren la productividad y rentabilidad de las plantaciones comerciales de caña de azúcar en el valle del río Cauca.

- 33 Mejoramiento genético
- 36 Biotecnología
- 37 Fitopatología
- 38 Entomología





Tejido embriogénico de CC 85-92

Una contribución de los ingenios azucareros y los cultivadores de caña de azúcar al desarrollo de Colombia

Mejoramiento genético

En 2012 se obtuvo semilla de 566 cruzamientos, 100 de ellos realizados el año anterior en la Estación de Hibridación del Centro de Investigación y Desarrollo de la Caña de Azúcar en Tapachula (México) y 466 realizados este año en la Estación Experimental de Cenicaña en San Antonio de los Caballeros (Colombia). Como progenitores fueron utilizadas las variedades de los grupos élite conformados según los objetivos de mejoramiento en el valle del río Cauca.

En total se lograron 84 cruzamientos para el desarrollo de variedades en zonas húmedas, 122 en zonas secas-semisecas, dos en zonas de piedemonte, 68 cruzamientos para la formación de grupos heteróticos, 133 para el proceso de formación de poblaciones y 57 para la selección recurrente por sacarosa.

Durante una temporada de cruzamientos se realizan hasta cuatro polinizaciones de un mismo cruzamiento para asegurar la cantidad de semilla necesaria. Este año se realizaron 1201 polinizaciones, mientras que en el año anterior fueron 762. El incremento se debió en parte a la mayor cantidad de tallos inducidos a florecer en las seis nuevas casas de fotoperiodo, los cuales se utilizaron para realizar 227 polinizaciones.

Selección y obtención de variedades

El proceso se lleva a cabo en el valle del río Cauca, en zonas agroecológicas representativas de los ambientes secos-semisecos, húmedos y de piedemonte caracterizados en la región. Además de los criterios agronómicos, de productividad y rentabilidad, los clones en evaluación (estados I, II, III y prueba regional) son seleccionados por su resistencia a las enfermedades de carbón (*Ustilado scitaminea Sydow*), roya café (*Puccinia melanocephala* H. & P. Syd.), roya naranja (*Puccinia kuehnii* Butl.) y mosaico común de la caña de azúcar (SCMV).

Variedades para ambientes secos-semisecos

Estado III–2006. Las evaluaciones de la plantilla y la primera soca de 54 variedades en experimentación se hicieron entre diciembre de 2009 y junio de 2012 en los ingenios Providencia y Sancarlos, zona agroecológica 6H1, incluidos los testigos comerciales CC 85-92 y MZC 74-275 y treinta y tres variedades CC de la serie 2006, así como tres variedades CC 04 (serie 2004), cinco CC 05, diez introducidas de Australia y una de Brasil.

Los resultados en términos del porcentaje de sacarosa en la caña y el tonelaje de caña y azúcar por hectárea (TCH y TAH) a través de ingenios y cortes muestran que:

- La media de sacarosa (% caña) fue 14.6% (rango entre 11.6 – 16.0%) y sobresalieron CC 06-278, CC 06-396, Q 195, Q186, CC 05-338 y CC 06-216 por superar significativamente al testigo CC 85-92 (14.3%) entre 8% y 12%. Las variedades más estables a través de los cortes fueron CC 06-278, CC 06-216, CC 05-338, CC 06-51, Q195 y Q186.
- La media de TCH fue 127 t (rango entre 85 – 158 t). Se destacaron las variedades Q 157, Q 196, CC 06-352, CC 06-324 y CC 06-4 por superar significativamente a la variedad CC 85-92 (135 TCH) entre 10% y 17% más toneladas de caña. Las variedades más estables en TCH fueron CC 06-324, CC 06-4, CC 06-352, CC 04-195, CC 06-81, Q196 y Q157.
- La media de TSH fue 18.4 t (rango entre 13.1 – 23.5 t) y se destacaron las variedades Q 157, CC 06-396, Q 196, CC 06-4, Q191, CC 06-324 y CC 06-277 por superar significativamente entre 8% y 22% más toneladas de sacarosa por hectárea a la variedad CC 85-92 (19.3 TSH). Las más estables en TSH fueron CC 06-04, CC 06-81, Q196 y Q157.
- Con base en el análisis de la información fueron seleccionadas diez variedades para llevar a prueba regional: CC 04-195, CC 06-4, CC 06-81, CC 06-116, CC06-123, CC 06-246, CC 06-277, CC 06-281, CC 06-324 y CC 06-396, superiores al testigo CC 85-92 en sacarosa y TCH.

Variedades para ambientes húmedos

Prueba regional–2001. La prueba se lleva a cabo en siete ingenios donde se están evaluando cinco variedades y el testigo CC 85-92. En tres ingenios donde se completaron tres cortes se destaca la variedad CC 01-1940, que durante 2012 se ubicó entre las cuatro variedades principales sembradas por la agroindustria azucarera del valle del río Cauca, con 4526 hectáreas sembradas.

Los resultados experimentales de la prueba regional muestran que en el Ingenio Risaralda (zona agroecológica 8H5) la CC 01-1940 fue inferior al testigo CC 85-92 en TCH e igual TSH. En el Ingenio La Cabaña (zona 10H4) la CC 01-1940 produjo 117 TCH, valor estadísticamente superior a las 81 toneladas obtenidas con CC 85-92. En TSH superó estadísticamente al testigo (13.0 TSH) al obtener 19.2 TSH. En Riopaila Castilla (planta Castilla, zona agroecológica 6H4) la CC 01-1940 superó estadísticamente a la CC 85-92 tanto en TCH como en TSH; presentó 18.4 TSH frente a 14.2 TSH de CC 85-92.

Prueba regional–2005-06. La evaluación se realiza en los ingenios Incauca (zona agroecológica 5H5) y La Cabaña (zona 4H3). Con base en los resultados de dos cortes en la zona 5H5 y un corte en la zona 4H3 se observa que la mejor variedad es la CC 06-791 y en segundo lugar la CC 05-940.

En la zona agroecológica 4H3 (plantilla) el contenido de sacarosa (% caña) del testigo CC 85-92 (12.6%) fue superado por las variedades CC 01-1940 (1.7 unidades porcentuales), CC 05-940 (2.6) y CC 99-2422 (1.3), mientras que en TCH y TSH todas fueron estadísticamente iguales al testigo.

En la zona 5H5, en la primera soca, en TSH el testigo CC 85-92 (12.1%) fue superado por CC 06-791 (32% más TSH) y CC 05-948 (12%); se destacó también la variedad CC 05-940, estadísticamente igual al testigo en TSH.

Variedades para ambientes de piedemonte

Prueba regional–1984-2004. Luego de completar las evaluaciones por tres cortes (plantilla y dos socas) en los ingenios Incauca (zona agroecológica 33H3), Providencia (22H0) y Riopaila Castilla (planta Castilla, zona 29H0), se destacaron por TSH superiores al testigo CC 85-92 (13.4 TSH) las variedades SP 71-6949 (18% más TSH), RB 73-2223 (14%), CC 91-1606 (12%), CC 99-2461 (10%) y CC 98-577 (10%). Todas ellas presentaron buena estabilidad agronómica y baja interacción con el ambiente.

El análisis combinado de los tres ingenios por tres cortes con todas las variedades (32, incluido el testigo) resultó en una media de sacarosa (% caña) de 14.2% (rango entre 12.5 – 15.7%), TCH de 96 t (rango entre 83 – 119 t) y TSH de 15.3 t (rango entre 11.8 – 15.8 t). La variedad testigo CC 85-92 tuvo un rendimiento de 14.9% de sacarosa, 96 de TCH y 13.4 de TSH.

Multiplicación, seguimiento y adopción de variedades

La multiplicación, seguimiento y adopción de variedades tiene como objetivo producir información amplia y suficiente para la toma de decisiones e incrementar la adopción varietal por parte de los cultivadores, ingenios y proveedores. Durante 2012 se completó la siembra de 15 parcelas experimentales en ambiente seco-semiseco, en las zonas agroecológicas 11H2, 18H2, 7H0, 23H0, 6H1, 15H1, 18H1, 5H2, 11H1, 23H1, 4H1, 4H2, 11H0 y 18H0. También se establecieron los semilleros requeridos para los experimentos en los ambientes húmedo y de piedemonte, que serán sembrados en su totalidad durante 2013.

Los primeros resultados de la parcela principal en la zona agroecológica 11H0 demostraron que existen diferencias significativas entre variedades; el testigo CC 85-92 fue superado por todas las variedades en los dos manejos agronómicos (convencional y AEPS®) y todas las variables relacionadas con la agronomía, productividad y rentabilidad. Sobresalieron las variedades CC 97-7170, CC 01-678 y CC 93-4181. No se presentaron diferencias significativas entre los manejos agronómicos en productividad y rentabilidad; sin embargo, en términos económicos, las variedades con manejo de AEPS fueron más rentables en contratos de manejo directo (50/50 y 58 kg/t de caña).

de genes en otras especies de plantas, como es el caso del modelo *Arabidopsis thaliana*, arroz y sorgo. En la actualidad se trabaja en la comparación del transcriptoma (conjunto de genes que se expresa en una condición específica) de variedades previamente identificadas por Cenicaña como eficientes en el uso de agua, como lo son CC 93-7711 y SP 71-6949 en el caso de la sequía y CC 01-1940 en el caso del anegamiento, y variedades identificadas como no eficientes en el uso de agua, como MZC 74-275 para sequía y CC 93-4418 para anegamiento. El objetivo es identificar genes implicados con la tolerancia al estrés hídrico.

Para este propósito se han construido 24 librerías de cDNA, a partir de tejido foliar, usando metodologías de secuenciación de segunda generación. Los análisis realizados han permitido identificar un conjunto de genes que podrían alterar su función durante las situaciones de estrés y de manera exclusiva en variedades tolerantes, y que por tanto podrían ser de interés para la investigación. En el desarrollo del proyecto se ha logrado establecer una plataforma de investigación en bioinformática, la cual es indispensable en la organización de datos producidos mediante secuenciamiento de segunda generación y la identificación de genes diferencialmente expresados y asociados con características de interés.

Fitopatología

Manejo de estaciones de cuarentena

Al finalizar 2012, en la Estación de Cuarentena Cerrada había once variedades listas para evaluación en laboratorio, una de Mauricio (M 261/78), una de México (MEX 69-430), una de Brasil (CTC 4) y ocho de Australia (Q 176, Q 184, Q 205, Q 206, Q 209, Q 210, Q 211 y Q 215). De acuerdo con los resultados del laboratorio, estas variedades pasarían al proceso de limpieza sanitaria para ser enviadas a la Estación de Cuarentena Abierta.

En la Estación de Cuarentena Abierta, este año se recibieron cinco variedades, cuatro de Australia (Q 227, Q 229, Q 230 y Q 216) y una de Brasil (CTC 5). Otras seis variedades fueron seleccionadas por su sanidad y características fenotípicas: cuatro de Australia (Q 155, Q 204, Q 212 y Q 213) y dos de México (LTMEX 93-636 y ITV 92-1424). Estas variedades pasarán a evaluación en Estado III junto con las correspondientes variedades CC.

Manejo sanitario de la caña de azúcar

Además de las evaluaciones sanitarias en los diferentes experimentos de selección de variedades, pruebas regionales, semilleros y pruebas de adopción en zonas de los ambientes seco-semiseco, húmedo y de piedemonte, se realizaron 19 inspecciones fitopatológicas en predios de ingenios y proveedores, en las cuales se detectó principalmente roya café. En relación con esta enfermedad, no hubo diferencia significativa en reacción e incidencia cuando se aplicó el fungicida ciproconazole y cuando no se aplicó, como tampoco se registraron diferencias en TCH y sacarosa % caña con CC 85-92 con roya café. Sólo hubo diferencia significativa en TCH a favor de la aplicación del fungicida en la variedad CC 01-1884, susceptible a roya naranja. No se encontraron diferencias entre la aplicación o no del fungicida en la producción de las diferentes variedades.

Multiplicación varietal con semilla libre de patógenos

Durante el año 2012 se registró la producción de 589,945 plantas y la entrega de 399,352 a los ingenios Manuelita, Pichichí, Riopaila Castilla (planta Castilla), La Cabaña, Sancarlos, Incauca, Risaralda y Carmelita, la hacienda Oriente S.A. y la hacienda San José. Entre las variedades más solicitadas se cuentan CC 01-1940 (103,728 plantas), CC 93-4418 (56,816), CC 93-4181 (34,319), CC 01-1228 (21,096) y SP 71-6949 (23,250 plantas). Así mismo fueron entregados 695 paquetes de esquejes de las variedades CC 01-1940, CC 01-1817, CC 01-1922, CC 01-678, CC 85-92, CC 92-2804, CC 93-4181 y CC 93-4418.

Servicio de diagnóstico de patógenos y producción de antisueros

Para el diagnóstico de RSD, LSD y SCYLV se realizaron 7590 análisis por solicitud de ingenios y proveedores de caña. El diagnóstico de RSD y LSD se realizó por TBIA, para determinar la incidencia de cada enfermedad, que fue 0.3% para RSD y 0.6% para LSD, resultados que están por debajo del 1% desde el año 2003. El diagnóstico de SCYLV se realizó mediante RT-PCR convencional, con resultados expresados cualitativamente de acuerdo con la presencia o ausencia del virus. De las 1777 muestras evaluadas para SCYLV, 162 resultaron con presencia del virus, es decir un 9%, cifra significativamente baja en relación con el total de muestras evaluadas.

Entomología

En general, el área de entomología continúa con la labor de caracterización de las variedades de caña con respecto a su nivel de resistencia al ataque de las principales plagas de la caña presentes en el valle del río Cauca, como los barrenadores del tallo *Diatraea* spp. y el salivazo *Aeneolamia varia*, con el fin de que los agricultores puedan mantener la sanidad vegetal de sus campos en forma eficiente. Además, ha trabajado en la detección de otras plagas que se presenten como potencialmente dañinas para el cultivo, y dedica esfuerzos en el mejoramiento y propuesta de nuevas alternativas de manejo integral.

Diatraea saccharalis y *D. indigenella*

Durante el último año se dio continuidad al diagnóstico del nivel de daño de estos barrenadores del tallo y se hizo el seguimiento a la liberación de sus parasitoides, con base en la recolección de información de los ingenios azucareros, según la cual el promedio de daño por *Diatraea* en 2011 fue 1.2% de entrenudos barrenados, cifra inferior al nivel máximo propuesto por Cenicaña, de 2.5%.

Con el fin de explorar alternativas al manejo integral de los barrenadores *Diatraea* spp., que puedan complementar y mejorar el control realizado hasta ahora con insectos parasitoides, se realizaron ensayos en laboratorio para evaluar el potencial de mortalidad causado por diferentes cepas de microorganismos entomopatógenos sobre larvas de *D. saccharalis*. Dos hongos, *Beauveria bassiana* (cepa Stenoma) y *Metarhizium anisopliae* (cepa CCMa 0906), y un nematodo, *Heterorhditis bacteriophora*, mostraron las mortalidades más altas tanto en larva como en el estado de pupa de la plaga. En diciembre de 2012 las tres cepas estaban en proceso de prueba en condiciones de campo.

Larvas de *Diatraea saccharalis* atacadas por *Beauveria bassiana* (cepa *Stenoma*), *Metarhizium anisopliae* (cepa *A. varia*) y *Heterorhabditis bacteriophora*.



B. bassiana (cepa *Stenoma*)



M. anisopliae (cepa *A. Varia*)



Heterorhabditis bacteriophora

Diatraea tabernella: nueva especie en el Valle del Cauca

En octubre de 2012, en las inmediaciones del municipio de Cartago (Valle del Cauca), se detectaron larvas del barrenador del tallo *Diatraea* que no correspondían con las características morfológicas de las larvas de *D. saccharalis* o *D. indigenella*, que son las especies registradas hasta ahora en el valle del río Cauca.

Luego de una observación más detallada de los diferentes estados biológicos del insecto y contando con la cooperación de un taxónomo especializado en este grupo de insectos en los Estados Unidos, la especie fue identificada como *Diatraea tabernella* Dyar, y constituye el primer registro de este insecto en la región.

De acuerdo con la importancia de esta plaga, *D. tabernella*, en zonas cañeras de Panamá y Costa Rica, donde el insecto puede reducir hasta un 15% la producción de azúcar, se realizó una labor de divulgación del hallazgo y sus implicaciones, en encuentros del Comité de sanidad vegetal y el Comité de investigación de campo, y en días de campo con agricultores en los ingenios Risaralda y Riopaila. En dichas reuniones se hizo énfasis en la importancia de canalizar esfuerzos para determinar la distribución del insecto en la región y estudiar las medidas de manejo.

También se ha coordinando con el ICA la divulgación de esta información a los funcionarios encargados de la sanidad vegetal de caña panelera, con el objetivo de conocer acerca de la distribución de *D. tabernella* en otras zonas del país.



Daño en caña de 1.6 meses de edad (A) por una larva de *Diatraea tabernella* (B) recolectada en la hacienda la Holanda del Ingenio Risaralda.

Manejo integral del salivazo *Aeneolamia varia*

En las condiciones del valle del río Cauca se detectó que *A. varia* muestra hasta 11 picos poblacionales por ciclo del cultivo de la caña. Estos picos poblacionales aparecieron distanciados entre ellos 40 días en promedio, observación que coincide con lo encontrado acerca de la biología de este insecto en invernadero. Se encontró que existe un efecto de la fenología del cultivo de la caña con respecto a la abundancia de la plaga, cuyas poblaciones son superiores en edades tempranas de la caña y descienden a partir de los seis meses de desarrollo y a medida que avanza la edad del cultivo. Tal situación no ocurrió en el caso de la abundancia poblacional del salivazo en pastura de *Brachiaria*, donde la distribución de la plaga fue más regular a lo largo del ciclo de observaciones.

De forma complementaria, en la búsqueda de fuentes de resistencia varietal al salivazo, *A. varia*, se han evaluado en invernadero 313 variedades, de las cuales 285 han resultado susceptibles, y 28, resistentes. La variedad CC 85-92 ha sido caracterizada como susceptible y la CC 92-2188 como resistente, razón por la cual se constituirán en los testigos para los ensayos por establecer en 2013. Es pertinente anotar que el manejo integral de este salivazo realizado hasta ahora en campos con CC 85-92 ha evitado que la plaga cause problemas mayores en la producción de esta variedad.

Así, con el objetivo de validar los resultados obtenidos en el control del salivazo utilizando hongos y nematodos entomopatógenos, se realizaron evaluaciones en campos comerciales. Se determinó que la cepa de *M. anisopliae* CCMA 0906 causó mortalidades entre 30 – 60% en el estado de ninfa de *A. varia* a los 13 días después de la aplicación y con una dosis de 2 kilos por hectárea. Los planes incluyen la aplicación de la cepa de *M. anisopliae* CeMa 9236 y de las cepas de los nematodos *Heterorhabditis* sp. (CCH 31) y *H. bacteriophora*.

Colección e identificación de artrópodos plaga y organismos benéficos del cultivo de la caña

Durante 2012 Cenicaña realizó el registro de un total de 43 especies, entre plagas y benéficos, en su colección entomológica, que contiene además información en base de datos y registro fotográfico. Asimismo, este año abrió la colección demostrativa acerca de las plagas más importantes del cultivo de la caña en el valle del río Cauca, con el montaje en gabinetes donde se ilustran las características y alternativas de manejo de los barrenadores del tallo, *Diatraea* spp. y el salivazo, *A. varia*. La colección demostrativa se complementará con información acerca de los picudos de la caña, *Rhynchophorus palmarum* y *Metamasius hemipterus*, y el gusano cabrito, *Caligo illiuneus*. ●



“Muy pocos sectores en Colombia cuentan con un centro de investigación del tamaño e importancia como el que tiene el sector azucarero colombiano. Uno de los mayores aportes ha sido la entrega de variedades de caña de azúcar de alta productividad, desarrolladas para nuestras condiciones. El rol de Cenicaña es esencial para que la agroindustria de la caña de azúcar sea una fuente de generación de riqueza y bienestar para la región y el país ”

Gonzalo Ortiz, gerente Ingenio Providencia

|||||

“Cenicaña como centro de investigación está muy bien enfocado y los resultados hablan por sí solos: las variedades. Allí ha centrado su investigación y ese debe seguir siendo su principal reto. Uno de ellos es seguir buscando variedades para el sur con alta concentración de sacarosa ”

*Fernando Holguín,
productor de caña de azúcar,
ex gerente de campo Ingenio Mayagüez*

|||||

Programa de agronomía

El objetivo general del Programa es mejorar la productividad, la rentabilidad y la calidad de la caña de azúcar mediante el desarrollo de tecnología requerida para el manejo del cultivo, preservando los recursos naturales.

- 43 Manejo de aguas
- 45 Nutrición y fertilización
- 46 Fisiología vegetal
- 47 Factores que afectan la productividad
- 49 Maduración de la caña de azúcar
- 50 Geomática
- 52 Meteorología y climatología





Programación del riego, aplicación y control

Una contribución de los ingenios azucareros y los cultivadores de caña de azúcar al desarrollo de Colombia

Manejo de aguas

Riego con caudal reducido

El riego de la caña de azúcar con caudal reducido es una opción en el piedemonte. Desde el comienzo de la investigación en el año 2006 y hasta el año 2012 el sistema ha sido adoptado en cerca de 800 ha, en predios pertenecientes a los ingenios Riopaila Castilla, Manuelita, La Cabaña, Mayagüez y Carmelita. Los experimentos han mostrado incrementos de producción entre el 23% y el 42% con respecto al testigo sin riego y hasta del 10% con relación al riego por aspersión.

En zonas planas (pendiente menor que 1%) y suelos de textura fina continúa la evaluación del riego con caudal reducido mediante experimentos y ensayos comerciales en algo más de 600 ha. El sistema ha presentado consumos de agua similares al riego por gravedad con tubería de ventanas y riego por surco alterno, pero con resultados favorables en cuanto al manejo del agua al no presentarse ninguna pérdida de agua al final del surco. Las evaluaciones continúan en el año 2013 con el fin de establecer los criterios a tener en cuenta para el establecimiento del sistema.

El riego con caudal reducido ha presentado limitaciones para su uso en suelos gruesos, o en suelos finos con vetas de arena o pedregosas; en estos casos el sistema ha sido transformado a riego por goteo mediante la instalación de filtros de anillos y la conexión de cintas de goteo al elevador, modificación que se encuentra actualmente en evaluación (**Figura 13**).

En los ingenios La Cabaña y Riopaila Castilla, donde se evalúa el fertirriego con caudal reducido, dosis entre el 62.5% y 67% de la aplicada de forma convencional (líquida y manual) no han disminuido la productividad de las variedades CC 84-75 y CC 93-4418, en plantilla y primera soca.

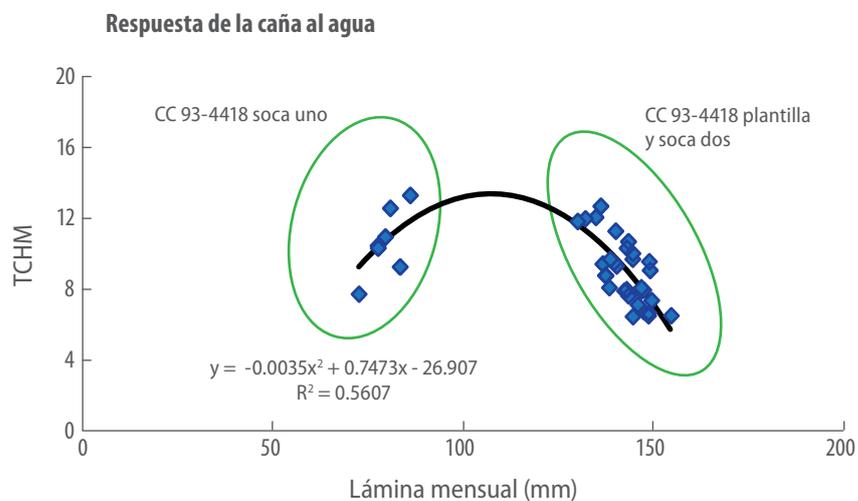
Figura 13. Adaptación del riego con caudal reducido al riego por goteo. Ingenio Manuelita, hacienda La Cabaña.



Respuesta de la variedad CC 93-4418 al agua

Se cosechó la segunda soca de la variedad CC 93-4418, la cual se desarrolló en condiciones de excesos de humedad con una precipitación de 2319 mm, una evaporación de 1726 mm y niveles freáticos superficiales entre 30 cm y 60 cm, durante el ciclo de cultivo. La producción en términos de toneladas de caña por hectárea y mes (TCHM) fue baja, similar a lo obtenido durante la plantilla que estuvo en condiciones similares de precipitación y niveles freáticos (**Figura 14**). Estos resultados confirman que la variedad CC 93-4418 no expresa su potencial de productividad al presentarse condiciones diferentes de humedad para las cuales ha sido recomendada (H0, H1 y H2). Este experimento continuará con el fin de obtener datos durante un ciclo normal de lluvias, que completen la función de respuesta de la variedad en la región de máxima productividad.

Figura 14. Función de producción, variedad CC 93-4418, tres cortes.



Nutrición y fertilización

Fijación biológica de nitrógeno como fuente alternativa para la fertilización nitrogenada

Existen en la naturaleza organismos con capacidad de fijar nitrógeno, y específicamente en las raíces de la caña de azúcar existen microorganismos que realizan esta tarea, lo que permitiría el desarrollo del cultivo con uso mínimo de abonos nitrogenados. Cenicaña lleva a cabo un proyecto de investigación con el objetivo de aislar y caracterizar bacterias diazotróficas de los géneros *Azospirillum* spp., *Azotobacter* spp. y *Gluconacetobacter* spp. asociadas con la caña de azúcar, para la evaluación de su potencial de uso como biofertilizantes.

Hasta el momento, en las variedades CC 85-92, CC 84-75, CC 93-4418 y CC 01-1940 sembradas en zonas agroecológicas de los ambientes húmedo y seco-semiseco del valle de río Cauca se han obtenido 25 aislamientos presuntivos de los tres géneros bacterianos de interés: trece de *Azotobacter* spp., siete de *Azospirillum* spp. y cinco de *Gluconacetobacter* spp.

Una vez terminados los procesos de muestreo y aislamiento se evaluará *in vitro* la capacidad fijadora de nitrógeno de los aislamientos a fin de seleccionar los más eficientes para su posterior caracterización molecular, con lo cual se podrá conocer si existen aislamientos específicos para cada variedad o si, por el contrario, las bacterias aisladas se asocian a todas las variedades. Posteriormente, se evaluará en invernadero el efecto de la inoculación de bacterias fijadoras de N en el desarrollo de las variedades comerciales más importantes cultivadas en la actualidad.

Efecto de la aplicación de compost en la productividad

Siete ingenios del sector azucarero colombiano tienen plantas de producción de compost. Cenicaña evalúa diferentes dosis para conocer el efecto de las aplicaciones de compost en la productividad, la eficiencia de uso de los fertilizantes aplicados al cultivo y la calidad del suelo.

Utilizando el compost producido en el Ingenio Risaralda se ha observado un efecto positivo hasta de 22% en TCH y 31% en TAH con la dosis de 5 t/ha en suelos húmedos. Se aplicaron 5, 10, 15 y 20 t/ha de compost en plantilla y 2 t/ha como dosis de mantenimiento en las socas. No se observó efecto por reemplazar parte del fertilizante por compost, al menos durante los primeros tres cortes; en el cuarto corte se notó disminución de la productividad en los tratamientos con la dosis de 5 t/ha con respecto a las dosis mayores. Actualmente se está evaluando el quinto corte.

Al analizar estadísticamente la información de la base de datos de producción del Ingenio se encontró que las aplicaciones de compost en áreas comerciales con suelos húmedos (similares a los usados en la evaluación experimental) estuvieron asociadas con aumentos de 18 TCH en promedio. Se estableció un ensayo complementario en tierras de un proveedor de caña, donde se probaron dos tratamientos, 5 t/ha de compost y sin aplicación de compost, y se encontró que el tratamiento con compost produjo 6 TCH más que el tratamiento sin aplicación.



Fisiología vegetal

Cenicaña restableció en 2012 la investigación en fisiología vegetal. La primera actividad del área se centró en definir su plan de investigación a partir del cual se formularon objetivos en el marco de cuatro líneas de investigación, a través de las cuales busca apoyar la gestión de los programas del Centro en relación con el conocimiento de los procesos de crecimiento y desarrollo del cultivo, interceptación de la radiación solar, producción y distribución de biomasa y sacarosa y modelación del cultivo con profundización en el estudio de parámetros morfo-fisiológicos y climáticos.

En el corto plazo, la investigación en fisiología se involucrará en proyectos acerca de la cuantificación del crecimiento, absorción de la radiación y producción de biomasa en la variedad CC 93-4418 con diferentes láminas de riego, el efecto de los

arreglos de siembra en la producción de biomasa de la variedad CC 01-1228, la influencia de la compactación del suelo sobre el comportamiento de la raíz de la caña de azúcar evaluada en rizotrones, la determinación de las curvas de absorción de nutrientes y su relación con la producción de biomasa en la caña de azúcar, y la caracterización ecofisiológica de algunas de las variedades actualmente más importantes para el sector cañicultor.

Los objetivos en el mediano–largo plazo estarán orientados a: (1) Determinar los factores que rigen la viabilidad y crecimiento de las yemas para establecer índices de comportamiento; (2) Establecer el patrón de crecimiento y desarrollo de raíces y los factores que afectan su comportamiento; (3) Cuantificar el crecimiento del cultivo de la caña de azúcar a través de medidas directas e indirectas; (4) Describir y calificar las etapas de desarrollo del cultivo de caña de azúcar con base en la temperatura ambiental y el tiempo térmico; (5) Describir la dinámica del crecimiento de las hojas para establecer la filotaxia, el plastocrón y su historia de vida; (6) Construir un diagrama de producción y duración de macollos y tallos; (7) Describir la dinámica de la expansión foliar del cultivo para establecer índices de área foliar crítico y óptimo; (8) Evaluar la disposición espacial del dosel en términos del número de hojas, área foliar y ángulo foliar; (9) Medir la fotosíntesis total, la respiración y la fotosíntesis neta (sacarosa) a través de diferentes densidades de flujo de fotones y variaciones en la conductividad estomática; (10) Determinar la tasa de asimilación de sacarosa, su movimiento y sitios de almacenamiento; (11) Medir la actividad relativa de las diferentes enzimas que intervienen en la síntesis y degradación de la sacarosa; (12) Evaluar tanto los factores naturales como los inducidos que limitan la producción óptima de biomasa y sacarosa; y (13) Estimar un modelo de producción de biomasa y sacarosa a partir de parámetros morfofisiológicos y climáticos.

Efecto de los residuos de la cosecha en verde en algunas características físicas del suelo

Durante 2012 se evaluó el efecto de los residuos de cosecha en las propiedades físicas del suelo, en doce cortes del experimento establecido en 1999 para tal fin en la Estación Experimental de Cenicaña. Las propiedades físicas del suelo (densidad aparente, porosidad, estabilidad de agregados, capacidad de campo, curvas de retención de humedad y resistencia mecánica) fueron evaluadas a dos profundidades (0 – 20 cm y 20 – 40 cm) en dos suelos, de texturas arcillosa (Ar) y franco-arcillosa (F-Ar), con tres esquemas de manejo de los residuos: remoción total, carga sencilla de residuos y carga doble.

El efecto negativo de la remoción total de residuos se notó con mayor intensidad en la textura franco-arcillosa (liviana) que en la arcillosa (pesada). En el suelo franco-arcilloso, el retiro de los residuos aumentó en 0.17 g/cm^3 la densidad aparente y disminuyó en 6.5% la porosidad y en 5.5% el contenido de humedad a capacidad de campo. En la textura arcillosa aumentó en 0.06 g/cm^3 la densidad aparente y disminuyó en 2.23% la porosidad y en 1.5% el contenido de humedad a capacidad de campo. No se observaron diferencias de estas características entre las dos profundidades evaluadas. Tampoco se observó efecto en la estabilidad de los agregados por el mantenimiento o la remoción de los residuos en ninguna de las texturas y profundidades evaluadas, ni hubo cambios detectables en la resistencia del suelo a la penetración por el mantenimiento o la remoción de los residuos. Con respecto a las curvas de retención de humedad, se observó que la remoción total de residuos afectó negativamente la capacidad de almacenamiento del agua en el suelo en la textura liviana, al disminuir la lámina aprovechable entre 6 – 10 mm en los primeros 20 cm de profundidad. Los resultados permiten concluir que la capacidad de retención de humedad es uno de los parámetros físicos del suelo que más se pueden afectar negativamente por la remoción de los residuos de cosecha, especialmente en suelos de textura liviana.

Factores que afectan la productividad

Efectos de la compactación y el clima

Para cuantificar los efectos de la compactación del suelo en la productividad de caña, en 2007 se estableció un experimento que completó cinco cortes durante 2012. En estos cinco años de investigación han sucedido tres fenómenos La Niña y un fenómeno El Niño, lo cual ha permitido estudiar también los efectos del clima en la productividad.

Los resultados obtenidos muestran que en la plantilla y la primera soca el efecto de la compactación del suelo redujo la productividad entre 7 - 24 t/ha, pero en general se obtuvieron buenas productividades promedio de 165 - 160 t/ha, que correspondieron a una condición Niña y a condiciones normales para la plantilla y la primera soca, respectivamente.

En la segunda soca, la disminución por los efectos de la compactación del suelo estuvo entre 14 - 25 t/ha, pero además se presentó una condición Niña que causó una caída drástica de alrededor de 44 t/ha en todos los tratamientos.

Posteriormente, se presentó de nuevo una Niña que permitió que la productividad en la tercera soca se recuperara en alrededor de 34 t/ha, y finalmente otra Niña que nuevamente disminuyó la productividad en 35 t/ha, porque en este sitio, que corresponde a una zona semiseca, una Niña aislada favorece la productividad pero dos Niñas seguidas la perjudican. En los dos últimos cortes no hubo efecto de los tratamientos de compactación del suelo; fue mucho más dominante el efecto del clima.

En el valle del río Cauca el clima tiene una gran influencia en la productividad, la cual debemos entender y cuantificar para diseñar mejores estrategias de manejo del cultivo que permitan, si no evitar, por lo menos aminorar los efectos negativos en el desarrollo y la producción.

Factores que afectan la germinación

Una buena germinación es requerimiento básico para el establecimiento del cultivo y para lograr buena producción de la caña de azúcar. En las siembras comerciales de caña en el valle del río Cauca es común que germine solamente entre el 55 - 65% del total de las yemas sembradas. Para determinar las causas principales por las cuales estos porcentajes de germinación son bajos, se realizaron once experimentos con el propósito de evaluar el efecto de algunos factores que afectan la germinación.

La mayoría de experimentos se realizaron en suelos Entic Haplusterts (Refugio), zona agroecológica 23H1 y Pachic Haplustolls (Palmira), zona agroecológica 11H1, y en ellos se evaluaron factores como: manejo de los paquetes de semilla en las variedades CC 85-92, CC 93-4418 y CC 01-1940, condición de humedad del suelo, profundidad de surco, profundidad de siembra, edad del semillero, localización de las yemas en el tallo, tiempo transcurrido entre el corte y la siembra, y calidad de la preparación del suelo.

En el Ingenio La Cabaña se realizó un experimento en el cual se evaluó la germinación de las variedades CC 85-92 y CC 01-1940, sembradas en el lomo y en el surco en un suelo húmedo de la consociación Typic Endoaquerts (Ballesteros), zona agroecológica 10H4. En uno de los experimentos realizados en la Estación Experimental de Cenicaña, se destapó la mitad de la semilla a los 45 días y la otra mitad a los 60 días después de la siembra, con el propósito de identificar los factores por los cuales las yemas no germinaron.

Los resultados confirmaron que para lograr los mejores porcentajes de germinación de la semilla es necesario hacer una buena preparación del suelo, utilizar semilla sana entre los 7 y los 9 meses de edad, no permitir que transcurran más de 4 días entre el corte de la semilla y la siembra, sembrar a 5 cm de profundidad, suministrar oportunamente el riego y sembrar en el lomo cuando se trate de suelos con exceso de humedad.

En términos generales, alrededor de un 30% de las yemas sembradas no germinaron, sin que se pudiera atribuir la causa a alguno de los factores estudiados. Con el experimento en el cual se destapó la semilla fue posible establecer que alrededor de un 10 - 15% de

las yemas que se sembraron, aparentemente sanas, no germinaron debido a pudrición, ataque de insectos o algún tipo de daño mecánico y, sorprendentemente, entre un 30 – 40% de las yemas no germinaron sin que se identificara alguna causa aparente. Estas yemas se denominaron yemas no viables (la viabilidad se refiere a la capacidad que debe tener una yema de germinar y desarrollar una planta normal en condiciones óptimas de siembra).

La no viabilidad de la semilla resultó ser el factor que más incidió en la germinación de la caña de azúcar y no el manejo de los paquetes, como tradicionalmente se ha creído.

Entre los objetivos de la investigación en fisiología vegetal está determinar los factores que rigen la viabilidad de las yemas para establecer índices que aseguren una brotación eficiente y un desarrollo óptimo.

Maduración de la caña de azúcar

Evaluación de maduradores

Con el propósito de contar con productos maduradores que permitan obtener altos contenidos de sacarosa al momento de la cosecha, que ofrezcan seguridad en la aplicación e incrementen la rentabilidad del cultivo, Cenicaña ha mantenido una evaluación permanente de productos que puedan cumplir la función de maduradores en caña de azúcar.

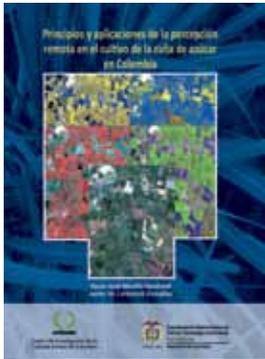
El BONUS® (antes Moddus®) es un producto sistémico que actúa como un retardador del crecimiento al inhibir temporalmente la biosíntesis del ácido giberélico, lo cual resulta en una disminución de la elongación celular y la longitud de los entrenudos superiores sin afectar la fotosíntesis de la planta y, como consecuencia, regula el gasto de sacarosa que la planta destina para crecimiento.

A comienzos de la década de 1990 Cenicaña evaluó el Moddus con buenos resultados como regulador de crecimiento, aunque el incremento en el contenido de sacarosa de la caña de azúcar fue ligeramente inferior al obtenido con el glifosato en la mayoría de los experimentos realizados. El alto costo del producto en ese tiempo limitó su uso como madurador a escala comercial. Las evaluaciones recientes del Bonus ratifican los resultados anteriores. Además señalan que para obtener incrementos en el contenido de sacarosa similares a los obtenidos con el glifosato SL en dosis de 0.8 – 1.0 L/ha, es necesario usar dosis de Bonus de 1.2 – 1.4 L/ha, pero con mayor efecto en el crecimiento de los tallos, lo cual debe ser tenido en cuenta para subir la altura de corte al momento de la cosecha y evitar repercusiones en la producción de caña.

Actualmente algunos ingenios están haciendo aplicaciones comerciales con Bonus, lo cual, junto con la investigación que adelanta Cenicaña, permitirá conocer mejor el manejo del producto para obtener resultados en la maduración de la caña y contar con un número mayor de productos disponibles para este fin.

Geomática

Principios y aplicaciones de la percepción remota en el cultivo de la caña de azúcar en Colombia



ISBN 978-958-8449-03-6
Cenicaña, 2012. 184 p.

En el primer semestre de 2012 Cenicaña publicó el libro *Principios y aplicaciones de la percepción remota en el cultivo de la caña de azúcar en Colombia*, producido en el marco del proyecto Monitoreo del cultivo de la caña de azúcar por medio de la percepción remota, desarrollado por Cenicaña y cofinanciado por Colciencias entre febrero de 2008 y febrero de 2011.

Este libro presenta un compendio del estado del arte sobre el uso de la percepción remota en la agricultura y particularmente en el cultivo de la caña de azúcar, acerca del cual ofrece recomendaciones para la aplicación y desarrollo de esta tecnología en Colombia. Escrito en un lenguaje sencillo y complementado con recursos gráficos explicativos, es un material diseñado para aquellas personas interesadas en conocer los fundamentos de la tecnología de percepción remota como introducción para su estudio, y para quienes emplean información geográfica y desean profundizar en el procesamiento de información espectral.

Texto completo en: www.cenicana.org/publicaciones/index.php

Estimación de la productividad con imágenes de satélite

Cenicaña apoya las iniciativas de los ingenios azucareros en relación con la estimación de la productividad de la caña de azúcar en el valle del río Cauca. En el Ingenio Risaralda, donde se cosecharon manualmente nueve áreas seleccionadas para el levantamiento de mapas de producción, lotes de 30 m x 30 m, se estimó la productividad en t/ha y se relacionó con los valores radiométricos de índice de vegetación obtenidos de imágenes Landsat. El análisis preliminar indica un coeficiente de determinación de $R^2=0.68$ entre el tonelaje registrado en campo y el índice mejorado de vegetación (EVI), este último una medida de la cobertura vegetal y su vigorosidad. Las evaluaciones en Risaralda continúan por el momento, para contar con una mayor cantidad de registros consistentes para análisis.

En Riopaila Castilla, donde elaboran mapas de producción con puntos de pesaje georreferenciados, con base en la información de cosecha de 32 ha en los años 2008, 2009 y 2010 se generaron mapas de distribución de TCH por año, los cuales fueron correlacionados con imágenes satelitales tomadas tres meses antes de cada fecha de corte de la caña. Se encontraron relaciones espaciales con un R^2 entre 0.6 y 0.9.

La edad de cultivo óptima para la estimación de la productividad a partir de las imágenes es un aspecto que debe determinarse para mejorar la confiabilidad del análisis. Los campos con cañas entre 4 y 8 meses de edad, que se encuentran en la etapa de rápido crecimiento, son los más apropiados para el efecto.

Comparación de suertes vecinas en el Servidor de Mapas

Como parte de la actualización permanente de las herramientas de consulta de la información geográfica a través del Servidor de Mapas, este año se puso a disposición de los usuarios web el servicio de comparación entre suertes vecinas (entre 200 – 2000 m a la redonda de la suerte de interés), con filtro por zona agroecológica, a través del cual se muestra, en un gráfico de barras, la diferencia porcentual en TCH, TCHM, TAH, TAHM y rendimiento en azúcar de las suertes cubiertas en la consulta respecto a la suerte de interés o referencia. El análisis tiene en cuenta criterios espaciales de distancia y vecindad de suertes cosechadas en periodos similares. Servidor de Mapas en http://www.cenicana.org/aeps/servidor_mapas.php

Cámara multiespectral

Cenicaña adquirió una cámara multiespectral para contar con imágenes del valle del río Cauca con mejor resolución espacial, espectral y temporal, pues las imágenes de satélite disponibles presentan un porcentaje alto de nubes. La cámara tiene seis lentes individuales para tomar imágenes en diferentes regiones espectrales. Una vez adaptada a una plataforma aérea como un ultraliviano, avioneta o aeromodelo, permitirá tener autonomía al momento de capturar imágenes en cualquier zona de interés. Las pruebas iniciales de adaptación han concluido con la corrección geométrica y radiométrica del dispositivo, lo cual permitirá la estimación de algunos parámetros biofísicos para la caña de azúcar, tales como el índice de área foliar y la clorofila, entre otros (**Figura 15**).

Figura 15. Cámara multiespectral y calibración radiométrica.



Meteorología y climatología

Incidencia del fenómeno ENOS (El Niño Oscilación del Sur) en la productividad de la caña de azúcar en el valle del río Cauca

El estudio acerca de la influencia del clima en la productividad de la caña de azúcar en el valle del río Cauca ha tenido un progreso constante. El conocimiento acerca de las condiciones oceánico-atmosféricas en la cuenca del Pacífico tropical y su efecto en los patrones climáticos de territorios continentales mejora continuamente y cada vez hay más sitios donde es posible prever situaciones adversas y, mediante alertas tempranas, evitar o minimizar su impacto en el ecosistema respectivo.

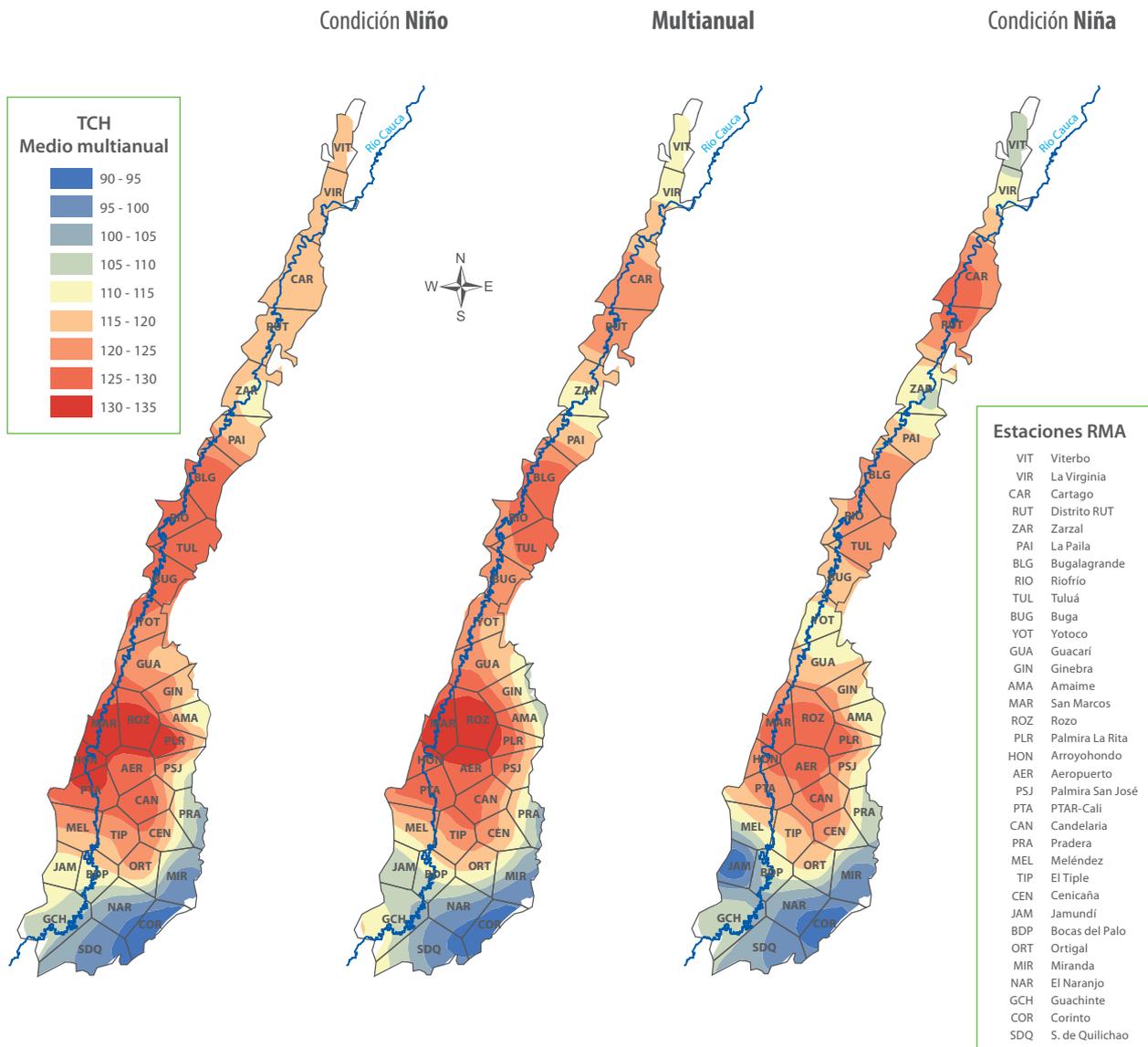
Cenicaña promueve en el sector productivo la adopción de la agricultura específica por sitio (AEPS®), en la cual la zonificación agroecológica tiene un papel fundamental. Las zonas agroecológicas identifican las características del suelo y el clima para el cultivo de la caña de azúcar en el valle del río Cauca. Las aproximaciones hechas para el conocimiento de los factores involucrados en la caracterización agroecológica del valle del río Cauca se actualizan de manera permanente con la validación de los hallazgos de nuevas investigaciones.

En el proceso de aproximación al conocimiento del clima en el valle del río Cauca, Cenicaña ha incorporado progresivamente los resultados de análisis espaciales y temporales del comportamiento de las variables atmosféricas registradas por las estaciones de la Red Meteorológica Automatizada de la agroindustria colombiana de la caña de azúcar (RMA), la cual opera desde 1993. En 2011, con datos de la RMA y técnicas estadísticas y de inteligencia artificial, el Centro identificó cinco zonas climáticas homólogas y determinó que su conformación y distribución espacial varía con la influencia de fenómenos El Niño y La Niña.

Durante 2012, como contribución al análisis de la influencia del clima en la productividad de la caña de azúcar, se identificaron cinco zonas homólogas de productividad, diferenciadas por rangos de valores de TCH, TAH y rendimiento. En estas zonas se observó una dinámica generalizada de incremento de la productividad por la incidencia de eventos Niño y disminución de ella por la incidencia de eventos Niña (**Figura 16**).

El análisis comparativo de los indicadores de condiciones climáticas regionales e indicadores de productividad del cultivo de caña de azúcar en el valle del río Cauca muestra que la productividad depende significativamente de las condiciones climáticas regionales. Las zonas homólogas de productividad identificadas en esta investigación muestran buena correspondencia espacial y temporal con las zonas climáticas homólogas. ●

Figura 16. Productividad (TCH) del cultivo de caña de azúcar en el valle del río Cauca, general multianual y en condiciones Niño y Niña.



“**A** nivel agrícola se destacan los aportes de Cenicaña en la investigación y desarrollo de nuevas variedades y diseño de prácticas de manejo que han permitido el aumento de la producción de caña. En la industria, el Centro ha facilitado que las fábricas se pongan al nivel de los más altos estándares mundiales de producción con las mejores eficiencias ”

*Jaime Cardona, gerente de fábrica
Ingenio Manuelita*



“**E**l Programa de fábrica de Cenicaña ha sido fundamental en cuanto a la capacitación de profesionales, muchos de los cuales hoy están vinculados a los ingenios, y en el desarrollo de investigaciones. Además, Cenicaña, a través de congresos o el mismo Comité de fábrica, ha posibilitado el intercambio y discusión de información valiosa para la industria azucarera ”

*Pedro Nel López, gerente de fábrica
Incauca*





Ingenio Sancarlos

“**E**l haber logrado el nivel más alto de productividad del mundo se debe en buena parte al trabajo de investigación y desarrollo de Cenicaña. Colombia ocupa el primer lugar en competitividad en caña de azúcar y en azúcar gracias al desarrollo de variedades de caña, de acuerdo con las zonas agroecológicas; además, las prácticas en el campo, los paquetes tecnológicos para cada una de estas zonas agroecológicas han sido decisivos, y en las fábricas e ingenios, la eficiencia ha mejorado en parte también por el apoyo brindado por el Centro”.

Luis Fernando Londoño,
presidente Asocaña



“**C**enicaña se distingue por dos aspectos fundamentales: por su disposición a colaborar con otros centros de investigación y por su labor en biotecnología. El director Alvaro Amaya y todo su equipo de trabajo han sido muy importantes para la Corporación Biotec. El principal reto del Centro está definitivamente ligado al desarrollo de nuevos productos con valor agregado, a partir de la caña de azúcar ”

Myriam Sánchez, directora
Corporación Biotec



Programa de procesos de fábrica

El objetivo general del Programa es contribuir al mejoramiento de los procesos fabriles que se desarrollan en el sector azucarero colombiano siguiendo los principios de la sostenibilidad ambiental, la optimización de la tecnología y la rentabilidad económica.

- 57 Uso racional de energía
- 60 Operaciones unitarias
- 62 Etanol
- 63 Aseguramiento de la información





Tecnología y asistencia técnica en procesos agroindustriales

Una contribución de los ingenios azucareros y los cultivadores de caña de azúcar al desarrollo de Colombia

Uso racional de energía

Las iniciativas de generación y uso eficiente de la energía en el sector azucarero colombiano han tenido una dinámica creciente asociada a la venta de excedentes a la red pública. Actualmente, en diez ingenios cogeneradores el sector azucarero produce 187 MW/hora.

Durante el último año Cenicaña continuó apoyando a los ingenios en la aplicación de la Resolución 005 de 2010 de la Comisión Reguladora de Energía y Gas, CREG, les entregó los criterios y las aplicaciones de software para el control del proceso de cogeneración y facilitó la gestión tecnológica, principalmente a través de evaluaciones acerca de las características de diseño de una caldera, la transferencia de calor en evaporadores y el consumo de agua en plantas de azúcar y etanol.

Además, Cenicaña puso en marcha un proyecto de gestión de mantenimiento, con el objetivo de reducir el tiempo perdido no programado en las fábricas. Las actividades comenzaron con la celebración del curso 'Gestión de activos con base en la norma PAS-55' (convenio Sena – Asocaña). A través de encuestas de autodiagnóstico se definirá el plan de trabajo en cada ingenio.

Cogeneración

Respondiendo al interés del sector azucarero colombiano por medir, registrar y reportar en forma continua los balances de energía del sistema de cogeneración, y para dar cumplimiento a la Resolución CREG 005 de 2010, Cenicaña acompañó a los ingenios durante las auditorías de la CREG acerca del REE (rendimiento eléctrico equivalente). En este proceso se definieron los protocolos para el registro de los datos y se entregaron en los ingenios dos herramientas de supervisión, control y gestión de los datos que diariamente se remiten a XM S.A. E.S.P., compañía que opera el Sistema Interconectado Nacional y administra el mercado de energía mayorista en Colombia.

La herramienta de diagnóstico del rendimiento eléctrico equivalente (© Cenicaña, 2012) se usa para calcular el REE en línea. Muestra en pantalla los parámetros utilizados para el cálculo del REE (energía eléctrica, energía primaria y calor útil) y permite su supervisión. Calcula la eficiencia de las calderas y estima el rubro de combustible utilizado. Además, entrega informes diarios del REE con registros del cálculo cada cinco minutos. La herramienta de administración está diseñada para el control de las variables operativas que determinan el cálculo del REE, facilitando su registro y la gestión de informes.



Calderas

Mediante aplicaciones de la dinámica computacional de fluidos, CFD (Ansys® v.13.0), Cenicaña realizó análisis de flujos y transferencia de calor en una caldera de cogeneración para estudiar el diseño propuesto por el fabricante a un ingenio del sector. Se hallaron desviaciones entre 1.0 – 2.6% en estas variables, entre los modelos de CFD y los valores medidos en calderas industriales. La mayor parte de las recomendaciones hechas por Cenicaña fueron adoptadas por el fabricante.

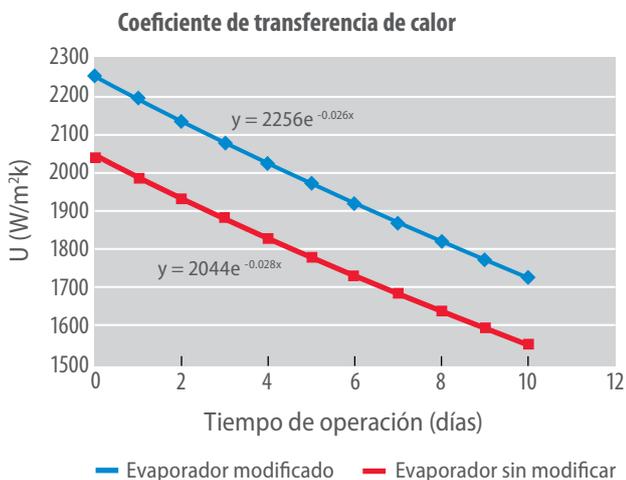
Evaporación

La evaluación del desempeño de un evaporador industrial de tercer efecto, modificado de acuerdo con los resultados experimentales obtenidos en el evaporador piloto de tubos de 3.6 m, demostró que luego de las modificaciones, que incluyeron dos entradas del vapor calefactor para mejorar su distribución, se incrementó el área de transferencia de calor en 50% y el coeficiente de transferencia de calor (W/m^2K) de 2044 a 2256 (**Figura 17**).

Finalizaron las experimentaciones con el evaporador piloto operando como cuarto efecto y se inició el análisis de los resultados.

En otro caso, en cooperación con un ingenio piloto, se desarrolló la ingeniería de detalle de un condensador tipo lluvia para una serie de evaporadores. El modelamiento monofásico mediante CFD fue aplicado en el diseño de la ingeniería básica y se presentó la propuesta está en análisis en el ingenio.

Figura 17. Coeficiente de transferencia de calor del evaporador convencional y del modificado.



Transformación pirolítica de biomasa

El enfoque de los ingenios azucareros como plantas productoras de energía ha llevado a considerar la biomasa cañera como una alternativa energética renovable. La ruta termoquímica de la pirólisis es una de las opciones para lograr un aprovechamiento energético de la biomasa. De acuerdo con los resultados principales en un micropirolizador piloto en operación continua, se determinó la influencia del tamaño de partícula, la temperatura del reactor y la temperatura del condensador en relación con la distribución final de los productos en estado sólido, líquido y gaseoso. El mayor porcentaje de bioaceite (24% en peso de la biomasa procesada) se obtuvo con partículas de 200 micras o menos, temperatura del agua del condensador de 10°C o menos y temperatura promedio del reactor de 510 °C ± 40 °C.

A partir de la información experimental y del modelo cinético de reacción aplicado a la biomasa, se determinó una eficiencia total del proceso de pirólisis en el micropirolizador del 33%. Para el cálculo de la eficiencia se tuvieron en cuenta las energías entrantes (térmica, eléctrica y la biomasa) y las contenidas en los productos (aceite, biochar y gas incondensable). Se adelantan las primeras experimentaciones en un equipo piloto con capacidad aproximada de 1 t/h, diseñado para procesar residuos de cosecha de caña en un rango amplio de tamaños.

Balance de agua en plantas de azúcar y etanol

Cenicaña coordina desde 2011 este proyecto, formulado con el objetivo de diagnosticar la eficiencia del uso del agua en la industria azucarera y proponer alternativas de mejora en los sistemas de consumo y recirculación de agua, que generen un impacto favorable para el sector azucarero tanto económico como energético y ambiental. A continuación se presenta un resumen de los avances principales durante 2012.

En un ingenio piloto, donde se aplicó el indicador de uso del recurso (I1) como la relación entre la cantidad de agua que ingresa a la estación de elaboración y la cantidad de sólidos totales que ingresa en el jugo diluido, se estudió el empleo del recurso como caudal de entrada a los condensadores barométricos. Mediante simulación de CFD se rediseñaron las tuberías principales de distribución de agua, con el fin de reducir las pérdidas de agua y conseguir mejor presión a la entrada de los condensadores. Este cambio, junto con la implementación de cristalizadores tipo continuo en el ingenio, resultó en una disminución de 20% en el indicador de uso del recurso, en comparación con el año anterior, cuando se operaron cristalizadores tipo *batch*. Con los cambios tecnológicos se logró un uso más eficiente del agua en la estación de elaboración.

En otro ingenio piloto continuó el desarrollo del sistema de control de la imbibición en línea, que permite optimizar el uso del agua aplicada en el proceso de extracción. En este ingenio se utilizó la ecuación obtenida por Cenicaña para el control de la imbibición, que relaciona el torque del molino, el nivel del chute de alimentación y la velocidad de operación con la tasa de fibra que pasa por el último molino. Los beneficios en el uso del agua estuvieron dados por la disminución de la tasa de imbibición % fibra, la cual pasó de 211% a 206%. Además, las pérdidas de sacarosa en bagazo bajaron de 0.50% a 0.47%. El ingenio piloto planea implementar el modelo de control de la imbibición en línea de forma permanente.

Operaciones unitarias

Recepción de caña, preparación y molienda

Con la participación de ocho ingenios, Cenicaña realizó un análisis comparativo de las mesas de caña que hacen parte de las estaciones de recepción en las fábricas de azúcar, considerando la potencia de los accionamientos instalados, el tipo de mesa y el número de unidades en operación, además de su inclinación.

Se observó que la potencia instalada específica, con respecto a las toneladas de caña molidas por hora, varía entre 0.315 y 1.053. En la evaluación mecánica y energética en un ingenio que reportó 0.315 como indicador específico se encontró que el incremento en la capacidad de los equipos de transporte (vagones HD30000 con caña de la cosecha mecánica) generó incrementos en la carga instantánea sobre la mesa. Dichas cargas excedieron la potencia específica instalada, ocasionaron el paro momentáneo de la mesa y afectaron la continuidad de la descarga de caña. Las observaciones señalan que la regulación de la velocidad de la mesa es una estrategia de control que mitiga el efecto del incremento instantáneo de la carga y evita la detención total del proceso de alimentación. Además, que la disminución de eventos de sobrecarga reduce la frecuencia de fallas y el desgaste prematuro de los componentes mecánicos.

En evaluaciones con el Laboratorio Móvil de Cenicaña en tres ingenios, los resultados sugieren que los indicadores altos de extracción del primer molino (>70%) están asociados con índices de preparación (POC) por encima de 85%. A su vez, que los indicadores de extracción total del tándem mayores que 96% se alcanzan cuando en las dos primeras unidades de molienda se obtiene una extracción acumulada superior al 82%.

La adopción de equipos más robustos en la preparación de la caña, como son las desfibradoras de trabajo pesado, ha acompañado el incremento de la cosecha mecanizada, atenuando el impacto de la materia extraña vegetal sobre el proceso de extracción. El accionamiento de las desfibradoras con motores eléctricos y su operación a velocidades periféricas del orden de 90 m/s incrementa el nivel de preparación y su estabilidad.

En relación con la molienda propiamente dicha, este año Cenicaña entregó en todos los ingenios la aplicación CENIMOL v.1.2, desarrollada para el cálculo y la verificación de los ajustes y cargas en los molinos. Asimismo, en la búsqueda de indicadores indirectos del desempeño de un tándem de molinos y su estación de preparación de caña se llevaron a cabo las evaluaciones siguientes:

- Relación entre las pérdidas de sacarosa en bagazo y el tamaño de partículas del bagazo final, el cual está asociado al trabajo mecánico realizado sobre la fibra. Las conclusiones sugieren que los indicadores altos de superficie específica en caña preparada favorecen la presencia de mayor cantidad de partículas finas a la salida del tándem, lo que contribuye a una menor retención de sacarosa en el bagazo final. Esto se evidencia en la mayor contribución de las partículas de mayor tamaño en la pérdida de sacarosa en bagazo final.

- Análisis comparativo y de sensibilidad entre los resultados de extracción individual de molinos y el comportamiento del contenido de humedad en el material fibroso en proceso. Se encontró que la humedad del material a la entrada de cada molino y la humedad a la salida son las variables de mayor influencia en el cálculo de la extracción en las unidades del tándem. La extracción en una unidad de molienda puede alcanzar valores bajos, inclusive negativos, cuando el contenido de humedad en la fibra que sale de esta unidad es mayor que la humedad de la fibra que sale del molino precedente.

Clarificación de jugo y meladura

En el transcurso de este año se consolidó la información de seguimiento acerca del impacto del hidróxido de calcio en el proceso de elaboración de azúcar. Luego de un año de operación continua con el hidróxido de calcio en un ingenio piloto, se han observado los siguientes beneficios:

- Mayor índice de desempeño energético en los evaporadores, debido a una menor tasa de incrustación en comparación con la cal viva, lo que ha permitido sostener las tasas de evaporación aun al final de la corrida de molienda.
- Consumos en kg/t de caña similares a los que se presentan con la cal viva, lo que evidencia las menores impurezas presentes en el hidróxido de calcio.
- Comportamiento más estable del pH; la variación se redujo en un 50%.

Acerca de la remoción de sólidos insolubles, en un ingenio en donde se evaluó la implementación de un segundo filtro *trommel* como una alternativa mecánica para limpieza de jugos se logró incrementar la eficiencia de remoción del 70% al 92%, en promedio.

Con respecto a la clarificación de meladura se planteó la línea base de la operación y se dio inicio al plan que busca determinar las prácticas operativas más impactantes en la eficiencia de la operación. A partir del reconocimiento de los esquemas de proceso de las fábricas, las dosis de insumos químicos utilizadas, las condiciones de operación, las tecnologías empleadas y la calidad de la meladura, se formularon indicadores energéticos y de calidad para la calificación de los procesos.

Pérdidas de sacarosa indeterminadas

De acuerdo con los modelos matemáticos descritos por Vukov y Shaffer, en tres ingenios se cuantificaron las pérdidas de sacarosa por destrucción térmica en el tándem de evaporación. La mayor pérdida de sacarosa se registró en un ingenio (0.052 t/h, equivalentes a 0.52 kg de sacarosa perdida por tonelada de caña), donde representó una contribución del 16.7% en las pérdidas indeterminadas % caña. Esta contribución se redujo a 1.8% cuando el ingenio acogió la recomendación de controlar los niveles de jugo en los cuerpos de los evaporadores hasta un 33% de su capacidad máxima para evitar los tiempos de residencia altos.

Etanol

Etanol de primera generación

La eficiencia fermentativa en la producción de etanol carburante depende de condiciones operativas estandarizadas y de la composición fisicoquímica del medio fermentativo. Esta última es proporcionada principalmente por las materias primas utilizadas en mezclas con diferentes proporciones de miel, meladura y jugo y por la vinaza recirculada al proceso. Entre los elementos presentes en estas corrientes es posible encontrar nitrógeno, fósforo, potasio, magnesio, hierro, cobre, zinc y manganeso, los cuales constituyen los macro y micronutrientes que necesita la levadura para el desarrollo de sus funciones metabólicas.

En congruencia con los estudios previos en los que se establecieron los niveles mínimos de dosificación de las fuentes de nitrógeno y fósforo, durante el 2012 se evaluó el efecto individual de los demás elementos (K, Zn, Mg, Mn, Fe y Cu) en la eficiencia fermentativa y la población celular, a través de fermentaciones sobre sustratos sintéticos constituidos por sacarosa como único sustrato, ácidos láctico y acético (4000 ppm y 2000 ppm, respectivamente) y diferentes dosis de cada uno de dichos elementos. Los resultados mostraron un efecto positivo del magnesio (200 ppm), el zinc (10 ppm) y el hierro (50 ppm) sobre la población celular y el contenido de etanol. El estudio continúa con las evaluaciones de mieles y vinazas de las plantas de etanol, con el fin de determinar las dosis óptimas de micronutrientes en el proceso fermentativo y las posibles necesidades de suplementos que contribuyan a robustecer el metabolismo fermentativo de las levaduras o sus niveles de tolerancia a altas concentraciones de etanol y otros compuestos inhibitorios.

Por otra parte, se realizó la evaluación a escala piloto de dos cepas nativas (LCC 14-1 y LCC 0-2UV) y una cepa comercial, pertenecientes al género *Saccharomyces cerevisiae*, con miras a determinar su posible implementación a escala comercial. La evaluación se llevó a cabo en una planta de etanol donde se utilizó como materia prima miel final sin recirculación de vinaza. La cepa LCC 0-2UV presentó mayor eficiencia y grado alcohólico, 1% con respecto a la cepas LCC 14-1 y 1.7% con respecto a la cepa comercial.

En relación con las bacterias contaminantes, con la ayuda del Kit Biolog® se han identificado, presuntivamente, especies de bacterias gram positivas como *Leuconostoc mesenteroides*, *Lactobacillus acidophilus* y *L. brevis*, principales responsables de la producción de ácido láctico y de cepas termorresistentes identificadas como *Bacillus fastidiosus*, *B. licheniformis*, *B. circulans*, *B. amyloliquefaciens* y *Geobacillus thermoglucosidasius*. En condiciones de fermentación, estas cepas pueden alcanzar en 16 horas un consumo del 30% de los azúcares presentes en el medio fermentativo. Estudios posteriores están dirigidos a determinar la incidencia de cada especie implicada en problemas de contaminación, así como a evaluar e implementar alternativas químicas y operacionales dirigidas al control de aquellas especies que ocasionen los mayores efectos negativos.

Etanol de segunda generación

Cenicaña ha centrado su atención en el uso de los residuos agrícolas de cosecha (RAC) de la caña de azúcar para el aprovechamiento de sus azúcares simples en la producción de etanol de segunda generación. Los avances al respecto se refieren a los objetivos propuestos en dos proyectos concluidos, los cuales contaron con la cofinanciación del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, MADR.

Los resultados principales corresponden al desarrollo de una metodología de aprovechamiento de las fracciones celulósicas y hemicelulósicas de los RAC para la producción de etanol y xilitol, en la cual se establecieron dos rutas de tratamiento:

- Una ruta química, mediante la hidrólisis de los RAC con ácido sulfúrico diluido y posterior fermentación del hidrolizado para producción de xilitol con microorganismos nativos. El rendimiento en gramos de xilitol obtenidos por cada gramo de xilosa es de 0.15, un valor bajo que indica la necesidad de detoxificar el hidrolizado y suplir nutricionalmente los microorganismos para incrementar su rendimiento.
- Una ruta bioquímica, incluida la deslignificación del RAC por organosolventes y su posterior hidrólisis enzimática usando enzimas comerciales y fermentación con microorganismos nativos. Se obtuvo una eficiencia de conversión equivalente a la producción de 126 litros de etanol por tonelada de biomasa seca.

El siguiente resultado principal es la conformación de un banco de hongos celulolíticos para la producción de extractos enzimáticos, los cuales representan uno de los mayores costos en la producción de etanol de segunda generación. Los extractos enzimáticos han presentado porcentajes de hidrólisis del 50% sobre RAC deslignificado, porcentaje que se puede incrementar mediante la concentración de la enzima obtenida.

Aseguramiento de la información

Con la participación de los jefes de laboratorio de los ingenios azucareros se revisó y actualizó el volumen de Cálculos y Datos Básicos de la colección de manuales de laboratorio editados por Cenicaña en el marco del programa de estandarización de las mediciones en el sector azucarero colombiano. En la actualización fueron incorporados los capítulos correspondientes a planta dual y planta de etanol, y se adicionaron los balances de azúcares reductores totales a los balances de sacarosa.

En el proceso de fortalecimiento de la estandarización de métodos analíticos se realizaron pruebas de determinación de color y turbiedad de azúcar en cada laboratorio y pruebas inter-laboratorio entre ellos y, con referencia en las normas Icumsa, se avanza en actualización de las normas técnicas colombianas aplicables al azúcar y los productos intermedios. Asimismo, está en ejecución el plan de validación de metodologías analíticas y sistemas de muestreo, con la finalidad de estimar atributos estadísticos de validación para la cuantificación de la incertidumbre por fuentes individuales de las variables de entrada del balance de sacarosa. ●

Servicio de análisis económico y estadístico

El objetivo general del Servicio es proporcionar información y metodologías de análisis económico y estadístico para apoyar la toma de decisiones en investigación y producción, con el fin de contribuir al desarrollo del sector azucarero y mejorar la eficiencia productiva, técnica y económica de los procesos agroindustriales.

- 65** Análisis de productividad y rentabilidad
- 67** Modelos de pronósticos



Información y modelos de análisis para el sector productivo

Una contribución de los ingenios azucareros y los cultivadores de caña de azúcar al desarrollo de Colombia

Análisis de productividad y rentabilidad

Análisis económico de la molienda: 1998 – 2012

Uno de los aspectos que caracterizan la molienda en el sector azucarero colombiano es la cosecha continua durante todo el año. En este esquema, los ingenios registran al año entre 290 – 337 días hábiles de molienda (316 días en promedio), entre 268 – 300 días efectivos de molienda (278 días en promedio) y 37 días perdidos en promedio.

El conocimiento acerca de la distribución del tiempo perdido durante los meses de cosecha permite establecer diversos escenarios de molienda que lleven a garantizar el objetivo básico de todo ingenio, como es el hecho de incrementar la producción de azúcar y maximizar las utilidades. Para el efecto, con base en los datos de los indicadores de gestión del proceso fabril del periodo 1998 – 2012 se calcularon los días efectivos de molienda, variable que junto con la caña molida y la producción de azúcar fue utilizada para realizar un análisis de agrupamiento (método Ward) de los diferentes meses. Se formaron tres grupos de meses con características similares en estas tres variables para cada ingenio (valores altos, medios y bajos de las variables).

Para cada combinación de ingenio y grupo de meses se realizaron análisis de regresión lineal simple y múltiple que relacionaron: las toneladas de caña molida en función de los días efectivos de molienda; los días efectivos de molienda en función del porcentaje de tiempo perdido en cosecha y en fábrica; y las toneladas de azúcar producidas en función del porcentaje de sacarosa aparente, la recuperación en elaboración (BHR) y las toneladas de caña molida.

A manera de ejemplo, en tres ingenios y un mismo grupo de meses se observa un efecto diferencial de los días efectivos de molienda en las toneladas de caña molida. En el grupo de altas producciones, el incremento de un día efectivo de molienda en cualquiera

de los meses que lo conforman representa un incremento promedio mensual de caña molida para el ingenio A de 14,666 t, para el ingenio B de 10,759 t y para el ingenio C de 4465 t.

Los días efectivos de molienda se ven afectados negativamente por los tiempos perdidos en cosecha y fábrica, pero su explicación es muy baja en el modelo, lo que señala que existen otros factores de tipo administrativo que inciden en la disminución de los días efectivos. Esta observación puede dar lugar a un incremento de los días efectivos si, por ejemplo, se toman decisiones como programar los paros de la fábrica en los meses del grupo de menor producción, entre otras.

En términos generales, en los tres ingenios analizados se observa que en los meses del grupo de producción alta el tiempo perdido en fábrica tiene un efecto más fuerte sobre los días efectivos de molienda que el tiempo perdido en cosecha; igual situación se observa en los meses del grupo de producción baja, con excepción de un ingenio. Por su parte, en los meses de producción media, el tiempo perdido en cosecha tiene un efecto mayor sobre los días efectivos de molienda que el perdido en fábrica.

Los modelos para la producción de azúcar por empresa y grupo de meses muestran que por cada 100 toneladas de caña molida al mes, con porcentajes de sacarosa aparente y recuperación (BHR) constantes, la producción de azúcar por mes se incrementa entre 11.1 t y - 12.0 t (ingenio A, grupo de meses de baja producción e ingenio B, grupo de meses de producción media, respectivamente).

De lo anterior se puede concluir que es posible disminuir el tiempo perdido alcanzando algunos incrementos en los días efectivos de molienda. La estrategia varía de un ingenio a otro según la clasificación de los grupos de meses; de esta manera se da holgura a la molienda anual con el fin de acumular un flujo de caja que cubra los costos fijos. En general, los días perdidos podrían ser recuperados y aprovechados para incrementar los días efectivos de molienda, la caña molida, el azúcar producido y por tanto la utilidad operacional anual del negocio en el sector.

Análisis de la eficiencia técnica y productiva en la agroindustria a través de fronteras de eficiencia

Con el objetivo de evaluar la eficiencia técnica y productiva total de la agroindustria azucarera colombiana usando las metodologías de frontera estocástica y el análisis de envolvente de datos, se consideraron datos de la Encuesta Anual Manufacturera del periodo 2000 – 2009 (<http://www.dane.gov.co>) para doce ingenios azucareros.

Los resultados empíricos arrojan, en términos generales, que el sector azucarero colombiano logró mejoras en la eficiencia técnica (máxima producción de azúcar a partir de los insumos), presentó un cambio positivo en la economía de escala (de economías decrecientes a economías constantes de escala) y mostró un incremento en la productividad total de los factores.

También se utilizó el análisis de correspondencia múltiple y se encontró una relación directa entre las variables TCH, rendimiento y TAH y la eficiencia técnica de los ingenios. En general, el sector presenta una eficiencia promedio de 83%, resultado de las tres metodologías utilizadas en el análisis.

Finalmente, un análisis de agrupamiento mostró que los ingenios con eficiencias altas son aquellos que presentan TCH, TAH y rendimiento comercial altos y además valores altos en las variables: edad de cosecha (>13.4 meses), producción de azúcar sulfitada (>76,650 t) y número de personal ocupado (>466 personas).

Como se mencionó antes, el sector azucarero ha logrado mejoras importantes en la eficiencia técnica, muy ligadas a los niveles altos de productividad y al manejo adecuado de la edad de cosecha. Las variaciones están asociadas con los efectos climáticos. Sin embargo, para medir el progreso técnico es importante considerar un periodo mayor, datos de otros factores de producción y costos e insumos en el periodo estudiado. Estos aspectos deben ser tenidos en cuenta en la medición de la eficiencia técnica, económica y productiva de la agroindustria.

Modelos de pronósticos

Pronóstico de TCH y rendimiento por suerte de caña

Para pronosticar el TCH y el rendimiento en la suerte es necesario evaluar el efecto de factores diferenciales en las variables de productividad, además del clima. Con el propósito de obtener un pronóstico con un horizonte entre ocho y nueve meses antes de cosecha, se modeló estadísticamente el efecto en el TCH y el azúcar recuperable estimado (ARE, %) de variables agronómicas medidas a los 4 meses de edad de la caña (diámetro de tallos, altura y población), variables químicas del suelo (nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, hierro, cobre, zinc y materia orgánica), variables físicas (arcillas y limos) y edad de cosecha. La información utilizada para la construcción de los modelos corresponde a datos experimentales suministrados por el Programa de Variedades de Cenicaña acerca de las variedades CC 84-75, CC 92-2198, CC 93-3895, CC 85-92, CC 93-3826 y CC 93-4418. En todos los casos se utilizó el reporte de la plantilla por ser la única etapa del cultivo en la que se hizo análisis de suelo. Los resultados indican que:

- Para TCH, los coeficientes de determinación (R^2) estuvieron entre 58% (CC 92-2198) y 89% (CC 93-4418) con errores de pronóstico entre 2.6 – 3.8 t. Como variables independientes se utilizaron: población (tallos/m), altura, diámetro a los 4 meses, fósforo, hierro, cobre, contenido de arcilla, limo, potasio, magnesio, manganeso, zinc y materia orgánica.
- Para ARE, los coeficientes de determinación (R^2) variaron entre 50% (CC 93-3826) y 65% (CC 93-4418) con errores de pronóstico entre 0.6 % y 0.8 %. Como variables independientes se utilizaron: población (tallos/m), altura, diámetro a los 4 meses, pH, potasio, hierro, calcio, cobre, contenido de limo, zinc, materia orgánica, manganeso y contenido de arcillas. No se obtuvo significancia estadística de las variables de suelo sobre el ARE en la variedad CC 85-92; se encontró estabilidad de esta componente de productividad en el rango observado de características químicas y físicas estudiadas.
- El ajuste de estos modelos continúa para integrar en el análisis variables como la precipitación, la oscilación de temperatura y una función de transferencia que cuantifique el efecto del corte. Asimismo, para realizar la validación con observaciones experimentales y comerciales. ●

“**A**unque son numerosos los aportes de Cenicaña en sus 35 años de existencia, en mi opinión, el aporte de mayor impacto ha sido la generación e introducción de nuevas variedades de caña y, especialmente, la CC 85-92. Esta variedad no sólo permitió sustituir las variedades tradicionales gracias a su resistencia a las enfermedades que estaban afectando la caña y sus buenos índices de productividad en caña y en azúcar, sino que es una de las mejores variedades ‘soqueras’ que ha conocido la industria ”

César Zamorano, ex presidente Ingenio Manuelita

.....

“**C**enicaña ha hecho una importante labor con sus investigaciones para optimizar el recurso hídrico, a través de las diferentes tecnologías de aplicación de riegos, su control administrativo y el balance hídrico. De esta manera hemos racionalizado el consumo de agua en el cultivo de la caña de azúcar, impactando positivamente al medio ambiente y contribuyendo a la sostenibilidad del sector azucarero ”

Santiago Durán, productor de caña de azúcar

.....

“**T**odas las variedades nuevas que Cenicaña le ha dado al sector en los últimos años, al punto de que han sido tenidas en cuenta por otros países, son, sin duda, el mayor aporte del Centro a Colombia. Para los años que vienen la tarea será continuar investigando en biotecnológica moderna y apoyar todas las investigaciones del sector azucarero alrededor de los biocombustibles ”

Ana Luisa Díaz, directora técnica de semillas ICA

.....

“La orientación que le ha dado Cenicaña a la industria azucarera, a partir de la Agricultura Específica por Sitio, AEPS, ha sido un éxito. Cuando se dio ese paso el cambio de la industria fue radical. Todos siempre hemos tenido claro que las variedades se comportan de forma diferente en cada ambiente, pero había que manejarlo técnicamente. Eso fue lo que hizo Cenicaña para el sector ”

Camilo Jaramillo, líder de campo Ingenio María Luisa



Servicio de cooperación técnica y transferencia de tecnología

El objetivo general del Servicio es promover la innovación tecnológica en el sector agroindustrial de la caña de azúcar de Colombia con el fin de incrementar la adopción de prácticas sostenibles en las unidades productivas, mediante la participación de los productores y los investigadores en la gestión de la comunicación, la transferencia de conocimiento y la validación de tecnología.

- 71** Investigación de mercado: caracterización de base y seguimiento dinámico
- 72** Validación participativa de tecnología con enfoque AEPS
- 74** Programas de transferencia y capacitación
- 78** Producción de material divulgativo



Programas de transferencia de tecnología y capacitación

Una contribución de los ingenios azucareros y los cultivadores de caña de azúcar al desarrollo de Colombia

Investigación de mercado: caracterización de base y seguimiento dinámico

Cenicaña realiza investigación de mercado acerca de las características personales y socioeconómicas de los productores azucareros y sus unidades productivas con el fin de obtener información de base para definir las estrategias de transferencia de tecnología, retroalimentar el proceso de investigación y desarrollo tecnológico y evaluar la eficacia de la gestión de conocimiento en el sector productivo.

Como parte integral de la transferencia, Cenicaña mantiene el seguimiento dinámico del cambio técnico en las unidades productivas y determina periódicamente el nivel de adopción de las tecnologías promovidas por el Centro. En 2010, mediante entrevistas con productores de caña de ocho ingenios (muestreo aleatorio simple), se actualizó el análisis de tipificación y caracterización de base acerca del nivel de adopción de la tecnología, indagando acerca de las razones de uso y no uso, las iniciativas y perspectivas de cambio técnico, las fuentes de información utilizadas y la pertinencia de las actividades de transferencia en el proceso de innovación y en las relaciones ingenio-proveedor de caña y con Cenicaña.

Los productores entrevistados hacen parte de la Red de Grupos de Transferencia de Tecnología, programa coordinado por Cenicaña en cooperación con once ingenios azucareros que reúne a los productores responsables del 95% del área cultivada por la agroindustria en el valle del río Cauca.

En 2011 se inició un nuevo ciclo de seguimiento utilizando un muestreo estratificado con asignación proporcional de productores en grupos y subgrupos. Hasta finales de 2012, la nueva metodología estadística había sido utilizada para las entrevistas en tres ingenios: Mayagüez, Providencia y Pichichí.

Validación participativa de tecnología con enfoque de AEPS®

A través de experimentos de validación participativa en fincas de productores se han confirmado las ventajas en productividad y rentabilidad de las prácticas de manejo agronómico aplicadas con el concepto de AEPS, con respecto a las prácticas de manejo homogéneo convencional. La experimentación se realiza en sitios sin afectación de factores limitantes ni reductores de la productividad. Los resultados de la validación demuestran que en todos los sitios experimentales de validación las variedades CC 93-4418 y CC 01-1940 son más productivas y rentables que la CC 85-92, siempre y cuando se practique un manejo agronómico específico por sitio.

Avances de los experimentos de validación en 2012

Este año se cosecharon las primeras socas (segundo corte) de las suertes de validación de tecnología en el Ingenio Sancarlos, finca la Esmeralda (zona agroecológica 6H1) y el Ingenio La Cabaña, finca Cabaña (zona agroecológica 10H4), sin que se observaran diferencias significativas de la productividad entre tratamientos. Los costos de producción más bajos correspondieron a los tratamientos de AEPS.

También fueron cosechadas las cañas plantillas (primer corte) de las suertes de validación en el Ingenio Mayagüez, finca el Convenio (zona agroecológica 6H1, suelo Corintias) y el Ingenio Risaralda, finca Bohíos (zona agroecológica 5H5, suelo Catorce).

En la zona 6H1 del Convenio se observaron diferencias significativas del rendimiento en azúcar entre tratamientos, con los valores más altos cuando todas las prácticas agronómicas estuvieron basadas en el concepto de AEPS en comparación con todas las prácticas de manejo agronómico convencional. En relación con la productividad de las variedades (plantilla), se estimó un rendimiento superior en 1.1 unidades porcentuales con CC 93-4418 (variedad del tratamiento convencional) respecto a CC 93-4181 (variedad AEPS), sin diferencias en tonelaje de caña por hectárea. De acuerdo con los resultados, el manejo agronómico de AEPS disminuye los costos de producción hasta un 10% y mejora la rentabilidad sin afectar la productividad del cultivo.

En la zona agroecológica 5H5 de Bohíos se encontraron diferencias significativas en TCH entre los tratamientos con la variedad CC 01-1940 (prácticas de manejo convencional, prácticas de AEPS y prácticas de AEPS más aplicación de compost producido en el Ingenio Risaralda) con respecto al tratamiento de manejo convencional con CC 85-92.

Los tratamientos con la variedad CC 01-1940 con manejo convencional, manejo de AEPS y manejo de AEPS más aplicación de compost (5 t/ha al fondo del surco) superaron en 31 TCH, 22 TCH y 26 TCH, respectivamente, los resultados del tratamiento convencional con CC 85-92. No se observaron diferencias significativas del rendimiento en azúcar entre tratamientos. El análisis de rentabilidad por tratamiento y tipo de tenencia del cultivo muestra que el manejo agronómico de AEPS llega a ser hasta 17% más rentable para el proveedor de caña según la forma de pago, y hasta 6% más rentable en fincas de manejo directo del ingenio, comparado con el tratamiento de todas las prácticas de manejo agronómico convencional. Las ventajas se deben principalmente a la mayor productividad y a los menores costos de producción de la AEPS.

Resultados de validación

CC 93-4418 y CC 01-1940, más productivas y rentables con manejo agronómico de AEPS

Las variedades CC 93-4418 y CC 01-1940 seleccionadas con enfoque de AEPS manifiestan su potencial de producción cuando se realiza un manejo agronómico de AEPS, en el cual las decisiones de renovación de las plantaciones y las prácticas de adecuación del terreno, preparación del suelo, siembra, manejo del agua, nutrición y fertilización se definen de acuerdo con las zonas agroecológicas que se encuentran en el sitio de cultivo.



CC 01-1940 en el Ingenio Risaralda, zona agroecológica 5H5.

- **La variedad CC 93-4418** con manejo de AEPS supera en productividad y rentabilidad a la convencional CC 85-92 en las zonas agroecológicas 6H1, 11H0 y 11H1 de la parte plana del valle del río Cauca (ambiente seco-semiseco).
- **La variedad CC 01-1940** con manejo de AEPS también supera en productividad y rentabilidad a la variedad CC 85-92 en la parte plana, esta vez en el ambiente húmedo, en las zonas agroecológicas 10H4 y 5H5.
- **Las prácticas agronómicas de AEPS** contribuyen a reducir los costos de producción, según se constató en los experimentos de la validación.
- **La preparación de suelos** con enfoque de AEPS disminuye entre dos y tres el número de pases de maquinaria, en comparación con la preparación convencional. La preparación con prácticas reducidas de AEPS representa ahorro en costos respecto a la preparación convencional.
- **El riego con enfoque de AEPS** y las demás tecnologías de AEPS para el manejo del agua aumentan la rentabilidad y la sostenibilidad del cultivo y disminuye los costos de producción.
- **Calcular el balance hídrico diario** es una práctica de programación del riego que reduce entre dos y tres el número de riegos aplicados por ciclo de cultivo; un ahorro expresado en el volumen de agua y en los costos agregados de la labor de riego por unidad de área y ciclo.
- **Regar por surcos alternos** es una práctica validada a escala comercial, en la cual se consume la mitad del volumen de agua que usualmente se aplica por surco continuo.
- **El control administrativo del riego**, en lo que respecta a la medición de los indicadores de uso del agua, como el volumen por hectárea y el caudal por surco, resulta indispensable como instrumento de gestión del agua en las unidades productivas.

Programas de transferencia y capacitación

Nuevo Programa de Asistencia Técnica (PAT)

En el segundo semestre de 2012 Cenicaña comenzó a presentar en los ingenios azucareros la propuesta de un Programa de Asistencia Técnica, a través del cual espera concertar los planes de transferencia y capacitación requeridos para incrementar el nivel de adopción de la tecnología disponible, de acuerdo con las metas del Plan estratégico de Cenicaña y el Plan estratégico del sector azucarero (2019 y 2030).

La propuesta se justifica por los resultados del seguimiento de la adopción tecnológica en fincas de productores, que muestra oportunidades de mejoramiento productivo en un área representativa de la agroindustria donde aun no se registran señales de cambio técnico.

En todos los ingenios azucareros donde se presentó la propuesta se dio inicio a las actividades preliminares del Programa de Asistencia Técnica (PAT), con la coordinación técnica de Cenicaña y el apoyo comprometido de los directivos y colaboradores de cada ingenio, en especial de los profesionales responsables de la asistencia técnica institucional que atienden a los productores y proveedores de caña.

Justificación

Según los estudios de adopción de tecnología documentados por Cenicaña existe un potencial grande para la agroindustria de mejorar los indicadores de productividad si la tecnología disponible es utilizada y las decisiones de manejo agronómico se basan en los criterios de la agricultura específica por sitio que han sido validados por el Centro. Las afirmaciones acerca de la adopción tecnológica en fincas de proveedores de caña señalan el siguiente potencial de adopción:

- **Adopción de la AEPS.** Este enfoque podría ser adoptado por todos los productores en todas las fincas. Según los estudios de adopción, el 51% de los proveedores de caña identifica las zonas agroecológicas de su unidad productiva, uno de los fundamentos de la AEPS. El conocimiento acerca de las zonas agroecológicas es aplicado por el 47% de los proveedores de este grupo para identificar las variedades por sembrar; por el 43% para definir las labores de preparación del suelo; y por el 48%, para decidir las prácticas de cultivo.
- **Tecnologías de riego y manejo de aguas.** El sistema de balance hídrico para la programación de los riegos y las mediciones requeridas para el control administrativo del riego son dos tecnologías que podrían adoptar todos los productores en todas las fincas. Según los datos de adopción, el 20% de los proveedores utiliza el balance hídrico (35% del área en proveeduría) y el 55% realiza el control administrativo del riego (24% del área en proveeduría). El riego por surco alterno, un método apto en suelos de los grupos homogéneos 1 a 18 y 23 a 30, ha sido adoptado por el 50% de los productores.



- **Nutrición y fertilización.** El análisis químico de los suelos para definir nutrimentos y dosis de fertilización tiene un techo de adopción del 100% y los estudios de adopción muestran que han adoptado esta práctica el 84% de los proveedores de caña, y que sólo el 17% de los proveedores utiliza las recomendaciones de Cenicaña en su plan de fertilización.
- **Control biológico de plagas.** La liberación de enemigos naturales para el control biológico de los barrenadores del tallo *Diatraea* spp. es una práctica adoptada por el 53% de los proveedores de caña y debería ser utilizada por todos los productores en todas las fincas.

Metodología del Programa de Asistencia Técnica, PAT

De acuerdo con la propuesta metodológica para la implantación del PAT en el sector azucarero, las primeras actividades incluyen la celebración de reuniones técnicas preparatorias, en las cuales participan los profesionales de asistencia técnica de cada ingenio para planear y organizar lo pertinente al inicio del programa.

Con la cooperación técnica de Cenicaña, cada ingenio elabora una caracterización de base acerca del uso de tecnología en las unidades productivas de manejo directo y de proveedores de caña, establece los techos potenciales de adopción de las tecnologías identificadas como objeto del programa de asistencia técnica (variedades y prácticas agronómicas) y define las metas de adopción de cada una con horizonte al 2015.

La caracterización de base es documentada personalmente con los proveedores de caña a través de talleres grupales. La meta es contar con los indicadores del programa en todos los ingenios en el primer trimestre del 2013.

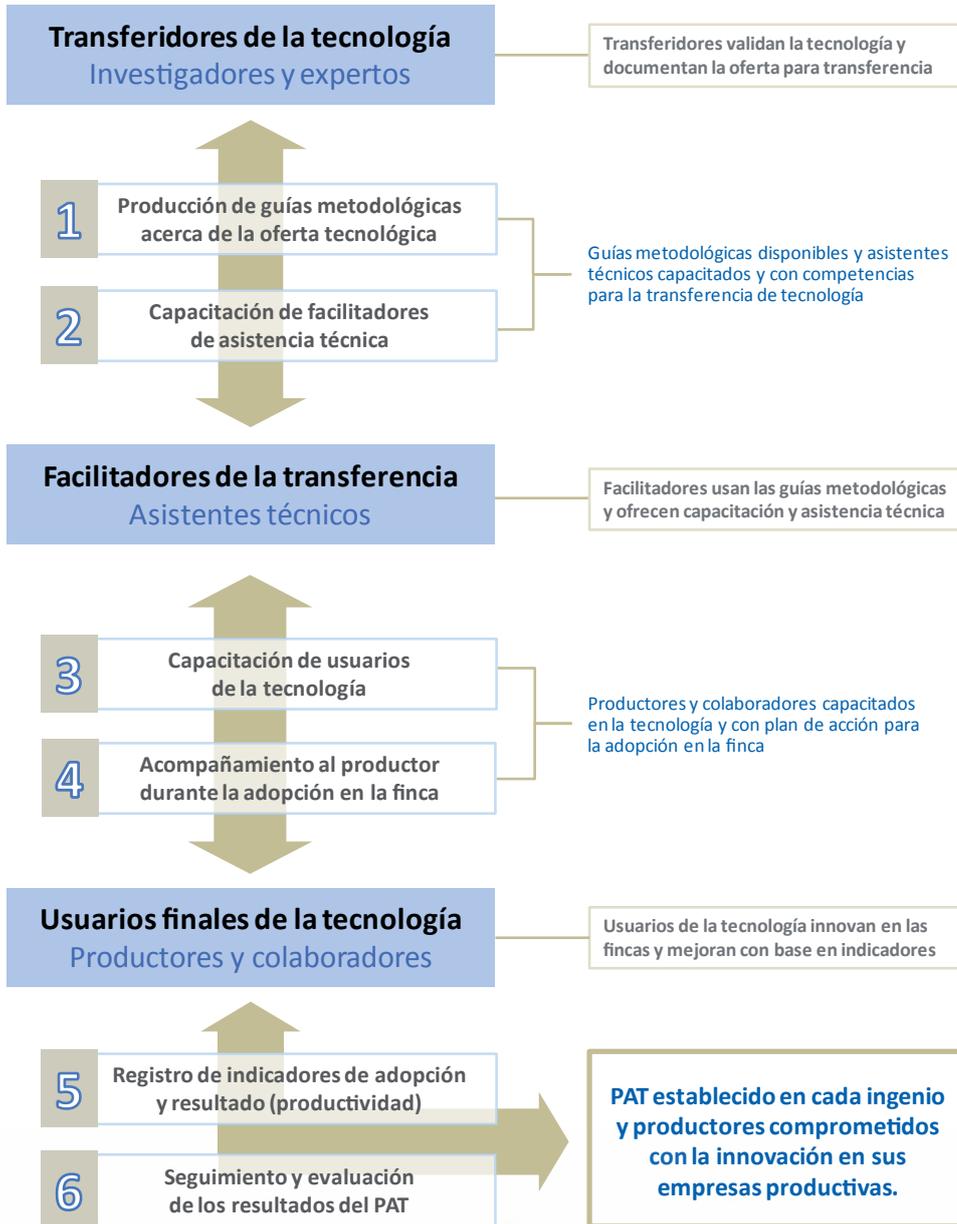
El programa se basa en el enfoque de gestión de conocimiento, es decir, en el concepto de experimentar y aprender al mismo tiempo. La estructura del sistema de transferencia e innovación tecnológica del PAT se ilustra en el diagrama de la página 76:

1. El proceso inicia con la documentación de la oferta tecnológica, que el investigador o experto en la tecnología traduce en términos pedagógicos para que en el proceso de transferencia pueda ser aprovechada adecuadamente, lo cual se logra cuando los usuarios finales desarrollan las competencias que se requieren para usar la tecnología. Cenicaña avanzó en este sentido durante 2012, de forma que en el primer semestre de 2013 se espera contar con al menos 17 guías metodológicas diseñadas para facilitar el aprendizaje acerca de tecnologías específicas. Estos materiales técnicos de capacitación están dirigidos a quienes asumirán el rol de facilitadores de la transferencia, en este caso los profesionales de las unidades de asistencia técnica de los ingenios.
2. Con los materiales de capacitación finalizados, el investigador-autor dirige el primer evento de capacitación del PAT con la participación de los asistentes técnicos de cada ingenio. En la capacitación utiliza la guía metodológica que luego les entrega a los asistentes técnicos formados como facilitadores de la transferencia.



Programa de Asistencia Técnica (PAT)

Equipo de asistencia técnica de ingenios azucareros



3. Los facilitadores de asistencia técnica con las capacidades adquiridas usan el material pedagógico con los usuarios finales de la tecnología específica, replican el modelo de enseñanza consignado en la guía y complementan los recursos didácticos para apoyar la capacitación en el uso de la tecnología de los productores, supervisores de campo, operarios y trabajadores agrícolas, principalmente.
4. En esta fase de la transferencia el equipo facilitador de asistencia técnica acompaña el proceso de adopción en las fincas de acuerdo con un plan de acción acordado con el productor.
5. Durante el acompañamiento se establece el registro de indicadores en la unidad productiva y el compromiso del productor de mantener su reporte al ingenio.
6. El Programa de Asistencia Técnica (PAT) que institucionaliza cada ingenio con sus proveedores de caña se establece y mejora progresivamente con base en los indicadores de seguimiento dinámico y la evaluación de resultados en las unidades productivas.

Red de Grupos de Transferencia de Tecnología (GTT)

Desde 2001, a través del programa de la Red GTT se ha propiciado y mantenido la integración de los profesionales de los ingenios, los investigadores de Cenicaña y los proveedores de caña, fomentado la innovación tecnológica, el manejo agronómico con enfoque de agricultura específica por sitio y la cultura responsable con la naturaleza y las comunidades de influencia.

En 2012 se realizaron 30 eventos de transferencia con énfasis en AEPS, manejo del agua y nuevas variedades de caña. Se hizo el lanzamiento de la nueva herramienta Guía de Recomendaciones Técnicas con enfoque AEPS® – GRT, disponible en web convencional y móvil. Compartieron información 21 investigadores de Cenicaña y 28 profesionales de ingenios y proveedores de caña líderes en la adopción de nuevas variedades y tecnologías de manejo eficiente del recurso hídrico. Cerca de 1000 proveedores de caña asistieron este año a los eventos.

Reunión bienal, foros técnicos y atención de visitantes

Como parte de las actividades permanentes de transferencia, Cenicaña coordina los siguientes programas: (1) Reunión bienal: en cada ingenio, la última jornada se celebró en 2012. (2) Foro técnico: se programan según el interés con distintos grupos y temas; en 2012 se realizaron dos eventos con énfasis en manejo de suelos y aguas, mecanización agrícola, variedades de caña y control de plagas y enfermedades, dirigidos a jefes de zona de los ingenios y asistentes técnicos particulares; en total asistieron 102 personas. (3) Atención de visitantes en la Estación Experimental: cerca de mil visitantes por año, en promedio, principalmente estudiantes, profesores y productores agropecuarios.



Producción de material divulgativo

En los cinco últimos años Cenicaña editó cerca de 30 publicaciones producidas por los investigadores y colaboradores del Centro, las cuales distribuyó impresas, por correo directo y de forma gratuita a cultivadores e ingenios donantes, instituciones del sector azucarero y bibliotecas públicas y privadas en Colombia y otros países. Todos los documentos se encuentran disponibles en texto completo para los miembros registrados en la extranet del Centro, que al finalizar 2012 contaba con 1064 usuarios (618 personas naturales o representantes de proveedores de caña y 446 representantes de ingenios e instituciones del sector azucarero). Visite www.cenicana.org/publicaciones/index.php

Comunicación técnica

Durante 2012, en apoyo al Programa de Asistencia Técnica (PAT), con la participación de 20 investigadores y profesionales del Centro y la coordinación de un consultor experto en la materia se llevó a cabo un programa de talleres para el diseño, elaboración y validación de 17 guías metodológicas, materiales de enseñanza-aprendizaje acerca de las tecnologías recomendadas por Cenicaña. En relación con otros materiales de comunicación, este año se editó el Informe Anual 2011 y el libro *Principios y aplicaciones de la percepción remota en el cultivo de la caña de azúcar en Colombia*.

Comunicación institucional y visibilidad

Con el propósito de avanzar en un proceso de comunicación y visibilidad de la gestión del Centro como entidad que apoya y promueve la innovación y el desarrollo sostenible de la agroindustria azucarera, en el último trimestre se realizaron acciones de comunicación externa a través de boletines de prensa y publicación de noticias en el sitio web. Cuatro medios de comunicación (*Caracol Radio*, *El Tiempo*, *El País* y la revista *Acción* de la Cámara de Comercio de Cali) difundieron dos hechos de gran importancia para Cenicaña: la visita de revisores externos y los 35 años de fundación de la entidad. Seis noticias divulgativas, distintas a las que se difunden por las actividades que se realizan en el marco de eventos de la Red GTT, fueron publicadas en el sitio web institucional.

Guía de Recomendaciones Técnicas con enfoque AEPS en versión móvil y web

Cenicaña diseña, desarrolla y administra sistemas de información en web de acuerdo con las necesidades de comunicación técnica de los productores azucareros. En 2011 publicó las versiones móviles del Servidor de Mapas y la Guía de Recomendaciones Técnicas GRT con enfoque AEPS. En 2012 complementó la versión para dispositivos móviles de la GRT, la cual ofrece, al igual que la versión web clásica, recomendaciones técnicas sobre diseño de campo, adecuación de tierras, preparación de suelos, variedades de caña, siembra, riego, labores mecánicas, fertilización, cosecha y poscosecha. La GRT es un recurso didáctico acerca de la tecnología disponible para la práctica de la AEPS en el valle del río Cauca. ●



“Cenicaña ha hecho invaluable aportes al sector azucarero del Valle del Cauca. Contar con información técnica vital para el cultivo de la caña de azúcar y el desarrollo genético de variedades con altos niveles de sanidad vegetal le ha permitido a la industria azucarera establecer planes de acción y soluciones tecnológicas en el marco de la agricultura específica por sitio y ha sido muy importante para el desarrollo del sector, permitiendo realizar un salto tecnológico reflejado en el mejoramiento sustancial de los indicadores de productividad que se venían manejando antes de la formación del Centro ”

Alberto Roldán, gerente de campo
Ingenio Sancarlos



“Cenicaña es una de las grandes fortalezas del sector azucarero. Representa el mejor apoyo técnico con que cuenta el gremio azucarero del Valle del Cauca. Su trabajo con materiales propios e importados y el análisis, evaluación y realización de pruebas fitosanitarias ha sido y sigue siendo de gran importancia en el mejoramiento y desarrollo productivo de este sector ”

José Manuel Quintero, productor de caña



Servicio de tecnología informática

El objetivo general del Servicio es definir y mantener operativa la infraestructura informática de Cenicaña mediante servicios técnicos y soluciones de hardware, software y bases de datos para apoyar los procesos de investigación y transferencia de conocimiento en el sector azucarero colombiano.

Actualización tecnológica

Las tecnologías de información juegan un rol fundamental en el desarrollo de los procesos de investigación de Cenicaña, pues los computadores actuales tienen gran capacidad de almacenar, procesar y distribuir datos, y la estrategia de tecnología de información se alinea y diseña en función de los objetivos estratégicos del Centro.

En el año 2012 se actualizó la tecnología de servidores institucionales por medio de una solución de virtualización con una plataforma de hardware y software robusta para consolidar sistemas de operación múltiple y aplicaciones por cada servidor físico. La infraestructura de servidores en un ambiente de virtualización facilita una administración flexible de la carga de trabajo y ofrece una alta disponibilidad durante el mantenimiento planeado o en eventos inesperados. Más allá de la consolidación de almacenamiento, la virtualización proporciona una oportunidad para consolidar la arquitectura de sistemas (infraestructura de aplicaciones, datos y base de datos, interfaces, redes y escritorios), lo cual resulta en ahorros de costo y en mayor eficiencia.



Bases de datos y aplicaciones en línea para la agroindustria

Una contribución de los ingenios azucareros y los cultivadores de caña de azúcar al desarrollo de Colombia

Desarrollo de software

Las actividades de desarrollo de software durante el último año se resumen a continuación:

Balance Hídrico v 4.0: aplicación con enfoque web, en proceso de desarrollo, para el cálculo del balance hídrico en el suelo en un momento dado y la programación de los riegos requeridos por el cultivo de la caña de azúcar.

Sistema de Gestión de Servicios (SGS): aplicación con enfoque web, para el registro y la gestión de las solicitudes de los clientes en los servicios de diagnóstico de enfermedades, inspección fitopatológica en campo y laboratorio, multiplicación y propagación de variedades, análisis de caña, análisis de suelos y tejido foliar y SEICA.

Sistema de gestión de mantenimiento y calibración de equipos de laboratorio: aplicación con enfoque web para el registro de información y la gestión relacionada con el mantenimiento y calibración de los equipos de laboratorio de acuerdo con la norma NTC ISO 9001:2008. Una herramienta muy versátil en la cual se puede incluir el inventario de equipos global de Cenicaña.

Herramienta de diagnóstico del rendimiento eléctrico equivalente: aplicación desarrollada en Delphi para calcular el rendimiento eléctrico equivalente (REE) a partir de datos de energía primaria, energía eléctrica y calor útil. Los usuarios son los ingenios azucareros donantes de Cenicaña.

Sistema de gestión de compras: aplicación con enfoque web para ayudar en la gestión del proceso de compras de Cenicaña.

SQRF: sistema para registro y gestión de sugerencias, quejas, reclamos y felicitaciones de los clientes externo e interno.

Encuesta de satisfacción del cliente: aplicación con enfoque web diseñada con el propósito de registrar la satisfacción del cliente con respecto al servicio recibido y para conocer su percepción respecto de la atención, la prontitud en la entrega de resultados y la calidad de los mismos.

Gráficas de satisfacción del cliente: aplicación con enfoque web para la consulta gráfica de satisfacción y percepción del cliente a partir de la selección del servicio y periodo de tiempo a consultar. ●

Servicio de información y documentación

El objetivo general del Servicio de Información y Documentación de la Caña de Azúcar de Colombia, SEICA, es servir de apoyo a la investigación del Centro, suministrando a los investigadores y al personal vinculado al sector azucarero la información bibliográfica necesaria para llevar a cabo sus proyectos y actividades.

Biblioteca digital

El proyecto se desarrolla desde el año 2010 y cuenta en la actualidad con dos comunidades (Cenicaña y sector agroindustrial), 94 colecciones y 2563 ítems que contienen informes de investigación, presentaciones, videos y fotografías, materiales producidos por el personal de Cenicaña en el desarrollo de sus proyectos de investigación. Durante este periodo la biblioteca digital se ha enlazado con otros proyectos de Cenicaña como son: el Sistema de Gestión de Proyectos, la Guía de Recomendaciones Técnicas con enfoque AEPS® y el Sistema de Gestión de Calidad.

Participación en redes de información

Cenicaña continúa participando en la red de información del sector agrícola, RIDAC, que este año realizó un evento de capacitación en el mes de noviembre y renovó el consorcio para la adquisición de la base de datos CAB Abstracts durante el año 2013, con el apoyo económico y técnico del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural.



Catálogo de biblioteca en línea y sala de lectura abierta al público

Una contribución de los ingenios azucareros y los cultivadores de caña de azúcar al desarrollo de Colombia

Cenicaña participa también en el comité de bibliotecas de la Red Universitaria de Alta Velocidad, RUAV, el cual presta servicios cooperativos como el préstamo interbibliotecario sin carta, del cual se benefician los empleados de Cenicaña y el sector azucarero colombiano. Adicionalmente se trabaja en el diseño del sistema de préstamo a domicilio en Cali y Palmira para los usuarios de las bibliotecas, el cual será lanzado a mediados del 2013.

Estadísticas de servicios

El SEICA continuó ofreciendo los servicios de préstamo de documentos, consulta en sala de lectura, envío de documentos, adquisición de libros y artículos científicos y consulta de su colección a través del catálogo disponible en el sitio web de Cenicaña. Este catálogo cuenta con más de 37,000 registros. El 86% de los documentos corresponde a temas relacionados con el cultivo de la caña de azúcar, industria azucarera y etanol.

Se atendió a 3100 usuarios en la sala de lectura, de los cuales el 62% fue personal de Cenicaña y el 38%, usuarios externos, especialmente estudiantes de SENA y del Colegio Regional Simón Bolívar de San Antonio de los Caballeros, quienes tienen acceso a la documentación del Centro y a la consulta en internet.

En relación con el servicio de préstamo se facilitaron 3625 materiales, el 46% a domicilio y el 54% en sala. El 50% de los materiales que fueron prestados son libros y documentos; el 30%, revistas y el 20%, equipos audiovisuales. Asimismo, para atender las solicitudes del personal de Cenicaña y usuarios del sector agroindustrial de la caña de azúcar, en 2012 fueron enviados 387 documentos de artículos científicos. ●

Consulte el Catálogo de biblioteca en: www.cenicana.org/biblioteca/catalogo_online.php

Superintendencia de la Estación Experimental

El objetivo general de la Superintendencia es prestar el apoyo logístico para el normal desarrollo de los experimentos de investigación de Cenicaña, mediante la provisión de espacios adecuados, trabajadores de campo competentes y equipos funcionales.

En el año 2012 la Superintendencia tomó a su cargo el mantenimiento de las edificaciones y oficinas que se encuentran en la Estación Experimental. Entre las actividades principales del periodo se incluyen la adecuación de un invernadero para germinación de caña de azúcar, la instalación de tres hidrantes para riego con tubería de PVC con ventanas en el 60% de los lotes experimentales, el mantenimiento de acometidas eléctricas y la reubicación de un transformador de 13200V – 112 KVA de acuerdo con el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE), del Ministerio de Minas y Energía, y la construcción de veinte parqueaderos para automóviles. Un grupo de veinte personas de apoyo operativo participó en la capacitación para el manejo seguro de plaguicidas y tres personas fueron capacitadas en jardinería. ●





Infraestructura de investigación y servicios en caña de azúcar

Una contribución de los ingenios azucareros y los cultivadores de caña de azúcar al desarrollo de Colombia

Nuestros servicios



Diagnóstico de enfermedades



Multiplicación y propagación de variedades



Inspección fitopatológica en campo y laboratorio



Análisis de suelo y tejido foliar



Análisis de caña



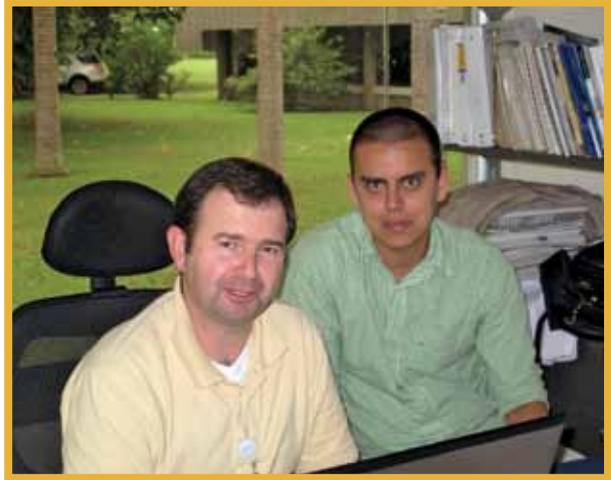
Servicio de información y documentación de la caña de azúcar, SEICA



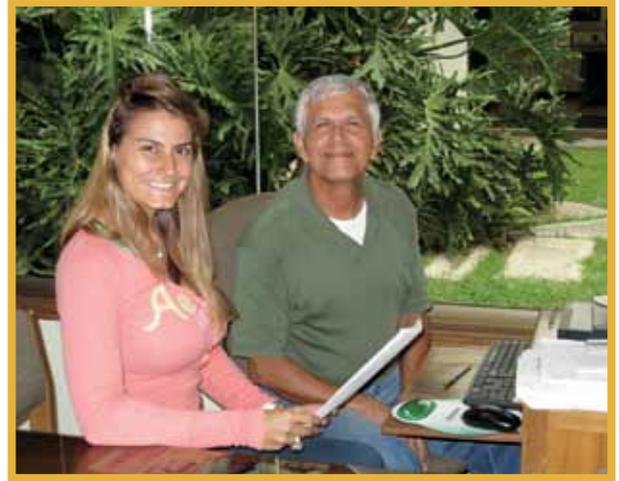
Sistema de sugerencias, quejas, reclamos y felicitaciones

www.cenicana.org/SQRF/

Una tarde en Cenicaña



Estación experimental, noviembre de 2012









cenicaña

Una contribución
de los ingenios azucareros
y los cultivadores de caña
de azúcar al desarrollo
de Colombia



Apéndice

Informe anual 2012

I	Clima anual en el valle del río Cauca. Comparativo multianual 1994-2012. Red Meteorológica Automatizada.	92
II	Productividad de variedades Cenicaña Colombia (CC) cosechadas en las quince zonas agroecológicas más representativas de la agroindustria azucarera colombiana en 2012. Datos de trece ingenios.	94
III	Documentos registrados en la base de datos bibliográfica	98
IV	Registros de propiedad intelectual	104
V	Registros de derecho de obtentor de variedades vegetales	104
VI	Convenios interinstitucionales	104
VII	Formación de jóvenes investigadores	105
VIII	Capital humano	105
IX	Personal profesional	106

I. Clima anual en el valle del río Cauca. Comparativo multianual 1994-2012.

Temperatura mínima absoluta (°C)			
Año	Sem. 1	Sem. 2	Anual
Años de mayor temperatura mínima absoluta			
1998	14.5	14.8	14.5
2008	14.4	14.2	14.2
2010	15.0	14.1	14.1
Años intermedios			
2005	15.5	14.0	14.0
1994	15.2	13.8	13.8
2000	15.6	13.8	13.8
1996	15.3	13.7	13.7
1995	13.6	14.9	13.6
2006	15.0	13.6	13.6
1999	14.7	13.5	13.5
2007	13.4	13.6	13.4
2012	14.4	13.3	13.3
1997	15.4	13.2	13.2
2002	14.1	13.1	13.1
2009	15.1	13.1	13.1
2004	12.8	13.7	12.8
Años de menor temperatura mínima absoluta			
2001	13.6	12.7	12.7
2003	14.6	12.6	12.6
2011	14.2	12.3	12.3
Clima	12.8	12.3	12.3

Temperatura mínima media (°C)			
Año	Sem. 1	Sem. 2	Anual
Años de mayor temperatura mínima media			
1998	19.9	18.9	19.4
2005	19.5	18.8	19.1
2010	19.4	18.6	19.0
Años intermedios			
2006	19.2	18.8	19.0
2009	18.9	18.9	18.9
1997	19.0	18.8	18.9
2002	18.9	18.8	18.9
2003	19.1	18.7	18.9
2007	19.1	18.5	18.8
2001	18.8	18.7	18.8
1994	18.8	18.6	18.7
2004	18.9	18.6	18.7
2012	18.9	18.5	18.7
1995	18.8	18.5	18.7
2008	18.7	18.6	18.7
2000	18.8	18.5	18.7
Años de menor temperatura mínima media			
1999	18.8	18.4	18.6
1996	18.7	18.4	18.6
2011	18.7	18.3	18.5
Clima	19.0	18.6	18.8

Temperatura media del aire (°C)			
Año	Sem. 1	Sem. 2	Anual
Años de mayor temperatura media (años más cálidos)			
1998	24.3	23.0	23.6
1997	23.1	23.8	23.5
2009	23.1	23.9	23.5
Años intermedios			
2002	23.3	23.5	23.4
2005	23.5	23.1	23.3
2012	23.1	23.4	23.3
2003	23.4	23.0	23.2
2006	23.1	23.3	23.2
2004	23.4	23.0	23.2
2001	23.1	23.3	23.2
2010	23.9	22.4	23.1
2007	23.4	22.8	23.1
1994	22.8	23.1	23.0
1995	23.3	22.7	23.0
2011	22.8	22.7	22.8
2008	22.7	22.7	22.7
Años de menor temperatura media (años más fríos)			
1996	22.6	22.7	22.6
2000	22.5	22.8	22.6
1999	22.6	22.5	22.5
Clima	23.2	23.0	23.1

Temperatura máxima media (°C)			
Año	Sem. 1	Sem. 2	Anual
Años de mayor temperatura máxima media			
2009	29.7	31.1	30.4
2012	29.7	30.5	30.1
1998	30.8	29.3	30.1
Años intermedios			
1997	30.8	30.8	30.0
2002	29.8	30.2	30.0
2003	30.1	29.6	29.8
2007	30.2	29.4	29.8
2005	29.8	29.8	29.8
2004	30.0	29.7	29.8
2006	29.5	30.0	29.8
2001	29.6	29.8	29.7
2010	30.5	28.7	29.6
1994	29.2	29.7	29.4
1995	29.9	29.0	29.4
2011	29.4	29.4	29.4
2008	29.3	29.2	29.3
Años de menor temperatura máxima media			
1996	28.8	29.2	29.0
2000	28.6	29.2	28.9
1999	28.7	28.7	28.7
Clima	29.6	29.6	29.6

Temperatura máxima absoluta (°C)			
Año	Sem. 1	Sem. 2	Anual
Años de mayor temperatura máxima absoluta			
1997	34.8	39.2	39.2
2009	37.8	38.9	38.9
2008	35.2	38.5	38.5
Años intermedios			
1998	37.6	38.3	38.3
2007	36.8	37.9	37.9
2010	37.0	37.8	37.8
2001	37.7	36.2	37.7
2002	36.9	37.5	37.5
2005	37.0	37.4	37.4
2004	36.9	36.1	36.9
2006	35.5	36.8	36.8
2003	36.7	34.3	36.7
2012	36.5	36.5	36.5
1996	33.3	36.3	36.3
1995	36.1	34.8	36.1
2000	32.9	36.0	36.0
Años de menor temperatura máxima absoluta			
2011	35.0	35.8	35.8
1994	33.0	34.4	34.4
1999	33.4	33.6	33.6
Clima	36.9	39.2	39.2

Oscilación de temperatura (°C)			
Año	Sem. 1	Sem. 2	Anual
Años de mayor oscilación media diaria de temperatura			
2009	10.8	12.2	11.5
2012	10.8	11.9	11.4
2002	10.9	11.4	11.2
Años intermedios			
1997	10.2	12.1	11.1
2004	11.1	11.1	11.1
2007	11.1	10.9	11.0
2003	11.0	11.0	11.0
2001	10.8	11.1	11.0
2011	10.6	11.0	10.8
2006	10.3	11.3	10.8
1995	11.0	10.5	10.8
1994	10.4	11.1	10.7
2005	10.4	11.0	10.7
1998	11.0	10.4	10.7
2008	10.7	10.6	10.6
2010	11.1	10.1	10.6
Años de menor oscilación media diaria de temperatura			
1996	10.1	10.8	10.5
2000	9.9	10.7	10.3
1999	9.9	10.2	10.1
Clima	10.6	11.0	10.8

Red Meteorológica Automatizada, RMA

Humedad relativa del aire (%)			
Año	Sem. 1	Sem. 2	Anual
Año de mayor humedad relativa (años más húmedos)			
2000	88	86	87
1999	87	86	86
2001	86	84	85
Años intermedios			
1998	83	84	84
1996	85	82	84
2002	85	80	82
1995	81	83	82
1997	84	78	81
2008	81	81	81
2010	79	83	81
2003	80	81	81
2011	81	80	80
2004	80	80	80
1994	82	78	80
2007	79	80	79
2005	81	78	79
Años de menor humedad relativa (años más secos)			
2006	80	76	78
2009	81	76	78
2012	80	75	77
Clima	80	79	80

Precipitación (mm)			
Año	Sem. 1	Sem. 2	Anual
Años de mayor precipitación (años más lluviosos)			
2008	960	704	1664
2010	635	1009	1644
2011	805	831	1636
Años intermedios			
1999	820	633	1453
1996	906	530	1436
2007	697	731	1428
2000	841	538	1380
1994	808	561	1369
2006	744	531	1276
1998	655	576	1231
2012	755	445	1200
1997	774	421	1196
2003	550	604	1153
2002	602	535	1137
2009	693	422	1115
1995	521	582	1103
Años de menor precipitación (años menos lluviosos)			
2005	543	544	1086
2004	461	559	1020
2001	527	458	985
Clima	701	591	1291

Días con precipitación (No.)			
Año	Sem. 1	Sem. 2	Anual
Años de mayor número de días con precipitación			
2008	112	113	225
1999	111	99	210
2011	103	100	204
Años intermedios			
2000	113	90	203
2010	79	122	201
1996	113	85	197
2007	95	100	196
2005	86	95	181
1995	80	100	181
2006	101	79	180
1994	102	76	178
1998	82	95	178
2009	95	72	167
2012	96	70	166
2003	79	82	160
2001	86	74	159
Años de menor número de días con precipitación			
2004	71	86	157
1997	92	58	150
2002	65	70	135
Clima	93	88	180

Evaporación (mm)			
Año	Sem. 1	Sem. 2	Anual
Años de mayor evaporación			
1994	821	907	1729
2009	785	940	1725
1995	862	847	1710
Años intermedios			
1997	788	899	1687
2012	786	894	1682
2002	819	853	1673
2007	835	834	1669
2003	816	833	1648
2001	797	848	1645
2004	836	802	1638
1998	830	803	1632
2006	761	848	1608
1996	774	834	1608
2008	811	778	1589
2011	763	795	1558
2010	829	720	1549
Años de menor evaporación			
2005	693	842	1535
1999	728	760	1488
2000	715	754	1469
Clima	792	831	1623

Radiación solar [cal/(cm ² x día)]			
Año	Sem. 1	Sem. 2	Anual
Años de mayor radiación solar media diaria			
1994	425	433	429
1995	430	417	423
1997	417	429	423
Años intermedios			
2002	413	429	421
2001	421	419	420
2007	424	413	419
2003	426	410	418
1996	410	421	416
2009	397	435	416
2006	407	422	415
1998	416	403	410
2004	413	403	408
2005	392	424	408
2012	397	416	406
2008	412	394	403
1999	404	402	403
Años de menor radiación solar media diaria			
2011	393	395	394
2000	389	397	393
2010	407	371	389
Clima	410	412	411

En la página siguiente se muestran los promedios y la desviación estándar de siete indicadores de productividad de 31 variedades CC cosechadas en el valle del río Cauca durante 2012.

Para la observación de los datos se recomienda tener presentes las particularidades del clima regional en 2011 y 2012.

II. Productividad de variedades Cenicaña Colombia (CC)

Cosechadas en las quince zonas agroecológicas más representativas de la agroindustria azucarera colombiana en 2012. Datos de trece ingenios.

Zona agroecológica	Variedad	Número de suertes	Área cosechada (ha)	Rto. Ccial. (%)	TCH	TCHM	TAH	TAHM	Edad (meses)	Corte (no.)
1H1 (2258 ha cosechadas)	CC 85-92	217	1702	11.7	107.8	8.2	12.7	0.97	13.4	5.2
	CC 84-75	40	368	11.3	98.8	8.0	11.2	0.91	12.6	3.8
	CC 93-3826	3	46	11.1	109.0	8.1	12.1	0.90	13.6	1.4
	CC 92-2804	7	25	12.2	109.0	8.2	13.3	1.01	13.8	2.7
	CC 93-4418	4	18	12.0	157.5	12.1	18.9	1.45	13.1	1.0
				2159						
6H1 (23,498 ha cosechadas)	CC 85-92	1620	16,992	11.9	112.8	8.8	13.4	1.05	13.0	5.9
	CC 84-75	181	1932	11.5	112.4	8.9	12.9	1.02	12.8	6.7
	CC 93-4418	96	924	11.8	124.7	9.6	14.8	1.14	13.2	2.3
	CC 93-4181	50	454	12.4	116.2	9.4	14.4	1.16	12.5	2.2
	CC 92-2198	33	285	11.5	116.9	8.7	13.5	1.01	13.7	3.6
	CC 93-3895	27	234	12.1	101.8	7.8	12.3	0.94	13.4	4.6
	CC 92-2804	28	217	11.7	103.6	7.8	12.1	0.91	13.7	4.2
	CC 93-3826	16	108	11.4	107.4	8.7	12.3	0.99	12.5	3.3
	CC 98-72	5	67	10.9	137.1	9.7	14.9	1.07	14.4	1.8
	CCSP 89-43	7	50	11.2	88.4	7.3	9.9	0.82	12.1	4.1
	CC 01-1228	5	39	11.7	141.0	9.8	16.5	1.15	15.5	1.5
	CC 87-434	7	39	11.8	95.0	7.1	11.2	0.84	13.6	7.4
	CC 87-505	5	35	10.6	106.1	9.3	11.3	0.99	11.4	9.1
	CC 03-154	3	26	10.9	110.3	8.6	12.1	0.95	13.1	2.5
	CC 92-2358	2	14	11.0	101.4	8.9	11.1	0.98	11.4	2.4
	CC 01-678	2	11	12.7	132.0	9.8	16.7	1.24	13.5	1.3
	CC 99-2461	2	5	11.6	89.6	7.7	10.4	0.90	11.6	7.0
			21,433							
6H2 (4324 ha cosechadas)	CC 85-92	336	3139	11.8	94.0	7.5	11.0	0.88	12.7	4.9
	CC 84-75	73	605	11.7	88.0	6.9	10.3	0.81	12.8	4.5
	CC 93-4418	11	100	12.2	111.9	7.9	13.6	0.95	14.5	1.9
	CC 92-2198	12	79	11.3	98.9	7.4	11.2	0.84	13.5	3.0
	CC 93-3895	8	53	11.6	97.9	7.0	11.4	0.81	14.1	3.7
	CC 01-1940	5	33	11.7	91.6	7.4	10.7	0.86	12.4	1.1
	CC 93-4181	2	29	13.0	80.1	6.7	10.4	0.87	11.9	1.0
	CC 92-2154	3	26	11.5	104.8	7.9	12.0	0.90	13.5	5.2
	CC 01-1922	6	25	11.5	54.3	4.7	6.2	0.53	11.6	3.8
	CC 93-7510	4	22	11.1	85.4	5.5	9.5	0.60	15.7	4.3
	CC 01-1228	2	20	11.1	105.9	8.6	11.8	0.96	12.3	1.0
	CC 92-2804	4	15	11.6	84.8	7.2	9.9	0.84	11.8	3.1
	CC 87-434	2	13	10.8	89.1	5.9	9.6	0.64	15.1	2.5
			4158							

Zona agroecológica	Variedad	Número de suertes	Área cosechada (ha)	Rto. Ccial. (%)	TCH	TCHM	TAH	TAHM	Edad (meses)	Corte (no.)
6H3 (2444 ha cosechadas)	CC 85-92	331	1875	11.7	87.5	7.1	10.3	0.83	12.6	5.0
	CC 84-75	54	345	11.7	75.9	6.3	8.9	0.74	12.0	5.5
	CC 93-3895	6	34	11.5	84.4	7.3	9.7	0.83	11.7	5.0
	CC 01-1940	5	34	12.5	96.9	7.9	12.1	0.99	12.2	1.3
	CC 92-2804	3	22	11.3	85.2	6.7	9.6	0.75	12.8	4.3
	CC 93-7510	2	15	12.0	75.8	6.6	9.1	0.79	11.5	7.0
	CC 93-4418	3	14	11.5	91.2	7.9	10.5	0.91	11.6	3.6
	CC 01-1922	2	9	12.5	73.6	6.1	9.2	0.76	12.1	2.8
	CC 93-3826	2	4	12.3	100.9	8.4	12.4	1.03	12.0	2.3
			2352							
8H3 (2135 ha cosechadas)	CC 85-92	234	1723	12.3	78.6	6.4	9.6	0.79	12.4	4.7
	CC 84-75	30	238	11.5	75.6	6.2	8.7	0.71	12.3	8.3
	CC 01-1940	4	49	11.0	77.6	6.0	8.5	0.65	13.0	1.0
	CC 01-1228	3	24	10.8	92.9	8.4	10.0	0.90	11.1	2.0
	CC 93-3895	2	15	12.1	68.2	5.6	8.2	0.68	12.2	4.7
			2048							
10H3 (2575 ha cosechadas)	CC 85-92	231	2121	11.6	103.7	7.9	12.0	0.91	13.5	4.7
	CC 84-75	14	122	11.7	104.6	8.6	12.2	1.01	12.2	7.1
	CC 93-4418	10	108	12.1	122.2	8.7	14.8	1.06	14.3	1.8
	CC 01-1228	3	19	10.6	106.8	9.1	11.4	0.96	11.8	1.7
	CC 93-3826	1	19	6.6	87.4	6.7	5.8	0.44	13.0	1.0
	CC 92-2198	3	15	11.5	107.4	7.2	12.4	0.83	15.1	1.6
	CC 92-2804	2	10	11.9	71.9	5.9	8.5	0.70	12.2	4.8
	CC 93-3895	2	5	11.0	117.4	8.3	12.9	0.92	14.3	5.4
			2419							
10H4 (3384 ha cosechadas)	CC 85-92	431	2947	11.8	87.2	7.0	10.3	0.83	12.7	4.7
	CC 84-75	36	274	11.8	82.3	6.6	9.7	0.78	12.5	6.0
	CC 92-2198	5	30	11.5	116.7	7.7	13.4	0.88	15.6	1.7
	CC 93-4418	4	22	12.1	95.0	8.2	11.5	0.99	11.6	1.6
	CC 01-1940	5	13	10.7	129.5	9.8	13.9	1.05	13.2	1.0
	CC 01-1228	2	8	10.8	113.1	9.8	12.2	1.05	11.6	2.2
	CC 92-2804	2	6	10.2	94.0	7.3	9.6	0.75	12.9	3.3
	CC 93-3895	2	3	13.1	97.8	8.1	12.8	1.06	12.1	5.0
			3304							
10H5 (3261 ha cosechadas)	CC 85-92	412	2678	12.1	84.4	7.0	10.2	0.84	12.3	5.8
	CC 84-75	43	417	11.6	80.9	6.7	9.4	0.78	12.1	7.4
	CC 01-1940	3	34	12.0	79.0	6.7	9.5	0.81	11.7	1.0
	CC 93-3895	3	18	12.2	99.7	7.8	12.2	0.96	12.9	5.0
	CC 93-4418	4	14	12.4	100.6	8.6	12.5	1.07	11.7	4.0
	CC 01-1922	2	7	11.0	46.0	4.0	5.0	0.44	11.6	3.5
	CC 87-505	2	4	11.3	76.3	7.6	8.6	0.83	10.4	11.7
			3172							

Continúa

Zona agropecuaria	Variedad	Número de suertes	Área cosechada (ha)	Rto. Ccial. (%)	TCH	TCHM	TAH	TAHM	Edad (meses)	Corte (no.)
11H0 (14,227 ha cosechadas)	CC 85-92	892	9694	11.9	114.4	9.1	13.6	1.08	12.7	6.9
	CC 93-4418	77	846	12.0	129.4	10.2	15.5	1.23	12.8	2.2
	CC 84-75	71	679	11.4	112.7	9.2	12.9	1.05	12.3	7.5
	CC 92-2198	9	264	11.5	122.0	9.6	14.0	1.11	12.7	3.7
	CC 93-3895	15	136	11.3	110.4	9.1	12.5	1.03	12.2	5.3
	CC 93-3826	11	127	11.8	118.4	9.7	14.0	1.14	12.4	2.8
	CC 93-4181	13	119	11.8	139.9	10.8	16.5	1.27	13.1	2.0
	CC 01-1228	9	86	11.9	126.2	10.3	15.0	1.23	12.3	1.1
	CC 92-2804	8	49	12.3	106.9	8.9	13.1	1.09	12.1	5.6
	CC 03-154	3	25	11.0	122.8	10.9	13.5	1.21	11.3	2.0
	CC 87-434	3	22	11.4	82.2	6.3	9.3	0.72	13.0	1.9
	CC 01-746	2	19	12.0	126.4	10.7	15.1	1.28	11.9	2.0
	CCSP 89-43	2	7	11.0	110.6	8.9	12.2	0.98	12.8	5.0
				12,072						
11H1 (17,992 ha cosechadas)	CC 85-92	1311	13,195	12.0	111.8	8.8	13.4	1.06	12.8	6.7
	CC 84-75	133	1470	11.4	112.4	8.9	12.8	1.02	12.7	6.8
	CC 93-4418	100	1082	11.8	128.7	10.0	15.2	1.19	13.0	2.3
	CC 93-4181	33	255	12.2	119.6	9.7	14.6	1.18	12.5	2.8
	CC 92-2198	16	204	10.4	110.5	8.8	11.5	0.91	12.7	3.4
	CC 93-3895	11	197	11.6	95.6	7.9	11.1	0.91	12.2	5.9
	CC 93-3826	7	81	11.5	103.9	8.6	12.0	0.99	12.2	2.8
	CC 01-1228	8	75	10.4	132.7	10.5	13.8	1.09	12.6	1.0
	CC 92-2804	7	55	12.4	113.5	9.1	14.1	1.12	12.6	4.4
	CC 87-434	3	49	11.6	111.3	9.1	12.9	1.06	12.2	14.6
	CC 03-154	4	29	11.3	128.5	9.5	14.6	1.07	13.6	1.4
	CC 97-7170	2	25	10.7	97.5	8.7	10.4	0.93	11.2	7.0
	CC 93-7513	2	22	11.2	107.6	8.6	12.0	0.97	12.5	7.5
	CC 98-72	4	18	11.4	109.9	8.7	12.6	1.00	12.6	1.8
	CC 93-7510	2	17	10.7	89.8	6.7	9.6	0.72	13.6	4.1
	CC 00-3079	2	14	11.4	135.5	11.1	15.5	1.27	12.2	1.0
CC 01-746	3	10	12.3	118.9	9.6	14.6	1.17	12.4	1.0	
			16,797							
11H2 (6275 ha cosechadas)	CC 85-92	612	4858	12.0	100.5	8.1	12.1	0.97	12.5	6.0
	CC 84-75	54	453	11.5	93.5	7.6	10.8	0.88	12.4	8.4
	CC 93-4418	39	406	12.1	116.0	8.9	14.1	1.08	13.2	1.9
	CC 92-2804	9	70	11.8	96.8	8.4	11.4	0.98	11.6	3.6
	CC 01-1228	6	39	11.5	125.1	10.2	14.4	1.17	12.3	1.7
	CC 93-3895	9	37	11.9	87.0	7.3	10.3	0.86	12.0	4.7
	CC 01-746	2	14	12.6	121.9	10.0	15.4	1.27	12.2	2.0
			5877							

Continúa

Zona agropecuaria	Variedad	Número de suertes	Área cosechada (ha)	Rto. Ccial. (%)	TCH	TCHM	TAH	TAHM	Edad (meses)	Corte (no.)
11H3 (8132 ha cosechadas)	CC 85-92	1182	6526	11.7	94.4	8.0	11.1	0.94	11.9	7.0
	CC 84-75	105	648	11.3	91.5	7.6	10.3	0.85	12.2	9.3
	CC 93-4418	43	330	11.4	107.7	9.2	12.3	1.05	11.8	2.5
	CC 92-2804	20	123	11.6	99.9	8.2	11.6	0.95	12.3	3.3
	CC 93-3895	17	80	12.2	78.5	6.7	9.6	0.81	11.9	6.0
	CC 01-1228	6	68	10.9	123.1	9.5	13.4	1.04	13.0	2.6
	CC 01-1940	11	47	11.3	136.8	11.1	15.5	1.26	12.3	1.5
	CC 93-4181	9	40	10.8	108.3	9.6	11.7	1.04	11.4	2.2
	CC 93-744	2	27	11.8	82.5	7.2	9.8	0.85	11.5	8.0
	CC 93-4429	6	23	12.5	89.6	7.5	11.2	0.93	12.0	6.4
	CC 93-3826	3	16	11.0	105.1	8.8	11.6	0.97	11.9	6.1
	CC 01-1922	3	15	12.8	72.6	5.9	9.3	0.75	12.4	3.4
	CC 93-4541	2	9	11.0	118.7	9.6	13.1	1.06	12.3	3.0
	CC 92-2188	2	8	11.1	82.1	6.0	9.1	0.66	13.8	2.1
	CC 89-2000	2	7	12.7	91.6	8.1	11.6	1.03	11.3	11.0
CC 00-4068	2	2	10.7	68.5	6.2	7.3	0.66	11.1	4.0	
			7968							
15H1 (2337 ha cosechadas)	CC 85-92	135	1668	11.8	112.0	9.2	13.2	1.09	12.2	7.2
	CC 84-75	19	211	11.2	106.4	8.8	12.0	0.98	12.2	6.7
	CC 93-3826	7	70	11.4	122.3	10.3	13.9	1.17	12.0	2.9
	CC 92-2804	11	64	11.4	95.5	8.2	10.9	0.94	11.6	4.0
	CC 92-2198	3	50	11.5	130.2	10.5	15.0	1.21	12.5	3.2
	CC 93-4181	4	29	11.0	131.7	10.9	14.4	1.20	12.2	2.9
	CC 93-4418	3	25	12.1	140.0	11.1	17.0	1.35	12.6	2.4
	CC 93-3895	4	15	12.5	106.1	8.8	13.3	1.11	12.0	5.9
			2132							
18H1 (2601 ha cosechadas)	CC 85-92	235	1929	11.6	112.3	9.1	13.0	1.06	12.5	7.5
	CC 84-75	26	256	11.5	105.0	8.2	12.1	0.94	12.9	8.1
	CC 93-4418	9	122	11.9	128.2	9.8	15.3	1.18	13.1	2.3
	CC 92-2198	5	50	10.2	130.5	10.3	13.3	1.05	12.9	3.5
	CC 93-3826	3	26	12.9	103.3	8.3	13.4	1.08	12.4	3.7
	CC 87-434	2	11	12.1	83.8	6.7	10.1	0.81	12.5	6.4
	CC 92-2804	3	11	13.5	108.1	8.3	14.6	1.12	13.2	5.0
	CC 93-4181	4	10	11.6	151.3	11.5	17.6	1.33	13.3	2.3
			2415							
23H1 (2031 ha cosechadas)	CC 85-92	146	1530	11.7	118.5	9.2	13.8	1.08	13.2	6.3
	CC 84-75	15	177	11.5	109.3	9.0	12.6	1.04	12.2	5.3
	CC 93-4418	11	85	11.9	131.3	10.1	15.6	1.20	13.1	2.3
	CC 92-2198	4	19	10.2	90.5	7.8	9.3	0.80	11.7	4.7
	CC 93-3895	2	8	11.9	122.4	10.2	14.6	1.22	12.0	5.2
			1819							
Desviación estándar				1.2	25.8	1.9	3.1	0.24	1.7	4.0

III. Documentos registrados en la base de datos bibliográfica

Servicio de Información y Documentación de la Caña de Azúcar de Colombia, SEICA
www.cenicana.org/biblioteca/index.php

Las referencias que se presentan a continuación corresponden a la producción bibliográfica del personal de Cenicaña registrada en el catálogo de la Biblioteca Guillermo Ramos Núñez durante 2012. Los documentos pueden ser consultados en el sitio web institucional por los usuarios registrados, o en la sala de lectura de la Biblioteca ubicada en la Estación Experimental de Cenicaña, donde se atiende al público en general de lunes a viernes entre 8:00 a.m. y 4:00 p.m.

Agronomía

- Alarcón Muriel S.L. y Cruz Valderrama, J.R. 2012. **Precipitación efectiva en el cultivo de la caña para programar los riegos mediante el balance hídrico**. En: VIII Congreso de la Asociación de Técnicos Azucareros de Latinoamérica y el Caribe y IX Congreso de la Asociación Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar (memorias), Cali: Tecnicaña (12-14 de septiembre de 2012). V.1, p. 556-566.
- Campos Rivera, A. y Cruz Bermúdez, D.M. 2012. **Fertirriego con caudal reducido en zonas de piedemonte**. En: VIII Congreso de la Asociación de Técnicos Azucareros de Latinoamérica y el Caribe y IX Congreso de la Asociación Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar (memorias), Cali: Tecnicaña (12-14 de septiembre de 2012). V.1, p. 426-435.
- Campos Rivera, A. y Cruz Bermúdez, D.M. 2012. **Respuesta de la caña al agua**. En: VIII Congreso de la Asociación de Técnicos Azucareros de Latinoamérica y el Caribe y IX Congreso de la Asociación Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar (memorias), Cali: Tecnicaña (12-14 de septiembre de 2012). V.1, p. 601-613.
- Cruz Valderrama, J.R. 2012. **Función de respuesta de producción de caña al agua**. En: VIII Congreso de la Asociación de Técnicos Azucareros de Latinoamérica y el Caribe y IX Congreso de la Asociación Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar (memorias), Cali: Tecnicaña (12-14 de septiembre de 2012). V.1, p. 544-555.
- Cruz Valderrama, J.R.; Villegas Gutiérrez, A.; Muñoz, A.F. y Alarcón Muriel, S.L. 2012. **Tolerancia de la caña a las inundaciones y drenaje regional y predial en el valle del río Cauca**. En: VIII Congreso de la Asociación de Técnicos Azucareros de Latinoamérica y el Caribe y IX Congreso de la Asociación Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar (memorias), Cali: Tecnicaña (12-14 de septiembre de 2012). V.1, p. 587-600.
- Flórez Córdoba, C. 2012. **Administración de la información geográfica, Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia**. Informe de pasantía. Cali: Universidad del Valle; Cenicaña, 52 p.
- Muñoz Arboleda, F.; Villegas Gutiérrez, A. y Moreno Gil, C.A. 2012. **El compost de residuos agroindustriales de la caña de azúcar. Componente clave para la sostenibilidad y mejoramiento de la calidad de los suelos**. En: VIII Congreso de la Asociación de Técnicos Azucareros de Latinoamérica y el Caribe y IX Congreso de la Asociación Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar (memorias), Cali: Tecnicaña (12-14 de septiembre de 2012). V.1, p. 436-445.
- Rodríguez Hurtado, L.A.; Valencia Montenegro, J.J. y Bolívar Nieto, J.G. 2012. **Efecto del tráfico durante la cosecha de caña de azúcar**. En: VIII Congreso de la Asociación de Técnicos Azucareros de Latinoamérica y el Caribe y IX Congreso de la Asociación Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar (memorias), Cali: Tecnicaña (12-14 de septiembre de 2012). V.2, p. 41-51.
- Rodríguez Hurtado, L.A.; Valencia Montenegro, J.J. y Medina Silva, S. 2012. **Esfuerzos causados por los equipos de cosecha de caña (Medición y simulación)**. En: VIII Congreso de la Asociación de Técnicos Azucareros de Latinoamérica y el Caribe y IX Congreso de la Asociación Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar (memorias), Cali: Tecnicaña (12-14 de septiembre de 2012). V.2, p. 52-65.
- Rodríguez Hurtado, L.A. y Valencia Montenegro, J.J. 2012. **Impacto del tráfico de equipos durante la cosecha de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*)**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. 16, 10: 1128-1136.
- Rodríguez Hurtado, L.A.; Valencia Montenegro, J.J. y Urbano, J.A. 2012. **La compactación de suelos y las llantas para cosecha y transporte de caña**. En: VIII Congreso de la Asociación de Técnicos Azucareros de Latinoamérica y el Caribe y IX Congreso de la Asociación Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar (memorias), Cali: Tecnicaña (12-14 de septiembre de 2012). V.2, p. 15-27.
- Rodríguez Hurtado, L.A.; Valencia Montenegro, J.J. y Urbano, J.A. 2012. **Soil compaction and tires for harvesting and transporting sugarcane**. Journal of Terromechanics. 49, 2-3: 183-189.

Villegas Trujillo, F. y Ramírez Carabali, C. 2012. **Estudio de algunos de los factores que afectan la germinación de la caña de azúcar en el valle del río Cauca**. En: VIII Congreso de la Asociación de Técnicos Azucareros de Latinoamérica y el Caribe y IX Congreso de la Asociación Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar (memorias), Cali: Tecnicaña (12-14 de septiembre de 2012). V.1, p. 519-532.

Agricultura específica por sitio

Eraza Mesa, O.E.; Mosquera C.A. y Borrero Salazar, J. 2012. **Modelo de fertilización de suelos por sitio específico utilizando redes neuronales artificiales**. En: VIII Congreso de la Asociación de Técnicos Azucareros de Latinoamérica y el Caribe y IX Congreso de la Asociación Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar (memorias), Cali: Tecnicaña (12-14 de septiembre de 2012). V.1, p. 773-785.

Isaacs Echeverri, C.H. y Silva Cerón, H.F. 2012. **Desarrollo de una guía de recomendaciones técnicas (GRT) con enfoques para agricultura específica por sitio (AEPS) con enfoque web y móvil**. En: VIII Congreso de la Asociación de Técnicos Azucareros de Latinoamérica y el Caribe y IX Congreso de la Asociación Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar (memorias), Cali: Tecnicaña (12-14 de septiembre de 2012). V.1, p. 709-722.

Isaacs Echeverri, C.H.; Castillo Beltrán, S.V.; Vega Osorio, A.; Moreno Gil, C.A. y Posada Contreras, C. 2012. **Validación participativa del impacto del uso de prácticas agronómicas con enfoque de agricultura específica por sitio (AEPS) en el valle del río Cauca**. En: VIII Congreso de la Asociación de Técnicos Azucareros de Latinoamérica y el Caribe y IX Congreso de la Asociación Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar (memorias), Cali: Tecnicaña (12-14 de septiembre de 2012). V.1, p. 699-708.

Silva Cerón, H.F. 2012. **Diseño de la arquitectura de información de un sistema experto con enfoque web y móvil: una herramienta que sirve de guía para el manejo agronómico del cultivo de caña de azúcar**. Tesis magister en diseño y creación interactiva. Manizales: Universidad de Caldas, Facultad de Artes y Humanidades, Maestría en Diseño y Creación Interactiva; CENICAÑA. 164 p.

Silva Cerón, H.F. 2012. **Diseño de una herramienta web móvil para cultivadores de caña de azúcar**. Sistemas y Telemática. 10, 22 (edición especial): 59-68.

Análisis económico y estadístico

Palma Zamora, A.E. 2012. **Modelos para pronosticar productividad en el cultivo de la caña de azúcar en Colombia**. En: VIII Congreso de la Asociación de Técnicos Azucareros de Latinoamérica y el Caribe y IX Congreso de la Asociación Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar (memorias), Cali: Tecnicaña (12-14 de septiembre de 2012). V.2, p. 649-658.

Posada Contreras, C. y Moreno Gil, C.A. 2012. **Análisis económico de la molienda en un ingenio del sector azucarero Periodo 2000 – 2007**. En: VIII Congreso de la Asociación de Técnicos Azucareros de Latinoamérica y el Caribe y IX Congreso de la Asociación Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar (memorias), Cali: Tecnicaña (12-14 de septiembre de 2012). V.2, p. 641-648.

Biotecnología

Acosta Vega, C.; López Gerena, J.; Ángel Sánchez, J.C. y Victoria Kafure, J.I. 2012. **Presencia del gen Bru1 asociado con resistencia a roya café (*Puccinia melanocephala*) en el banco de germoplasma de Cenicaña**. En: VIII Congreso de la Asociación de Técnicos Azucareros de Latinoamérica y el Caribe y IX Congreso de la Asociación Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar (memorias), Cali: Tecnicaña (12-14 de septiembre de 2012). V.1, p. 220-227.

Cortés Rojas, J.D.; Mosquera Vergara, P.A.; Jaimes Quiñones, H.A.; Riascos Arcos, J.J. y López Gerena, J. 2012. **Expresión del gen uidA dirigido por dos fragmentos del promotor del gen sacarosa sintetasa en callo embrionario de caña de azúcar**. En: VIII Congreso de la Asociación de Técnicos Azucareros de Latinoamérica y el Caribe y IX Congreso de la Asociación Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar (memorias), Cali: Tecnicaña (12-14 de septiembre de 2012). V.1, p. 208-219.

Franco Arango, C.M.; Astudillo Ortiz, J.K.; Bonilla Betancourt, M.L. y López Gerena, J. 2012. **Identificación de genes asociados a la producción de sacarosa y biomasa en variedades colombianas de *Saccharum spp.*** En: VIII Congreso de la Asociación de Técnicos Azucareros de Latinoamérica y el Caribe y IX Congreso de la Asociación Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar (memorias), Cali: Tecnicaña (12-14 de septiembre de 2012). V.1, p. 228-239.

Izquierdo Romero, P.C.; Gutiérrez Viveros, A.F.; Victoria Kafure, J.I.; Ángel Sánchez, J.C.; López Gerena, J. y Avellaneda Barbosa, M.C. 2012. **Marcadores moleculares asociados con resistencia al virus de la hoja amarilla (*Sugarcane yellow leaf virus, SCYLV*) en caña de azúcar**. En: VIII Congreso de la Asociación de Técnicos Azucareros de Latinoamérica y el Caribe y IX Congreso de la Asociación Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar (memorias), Cali: Tecnicaña (12-14 de septiembre de 2012). V.1, p. 201-207.

López Gerena, J. Cortes Rojas, J.D. 2012. **Identificación de promotores en el genoma de la caña de azúcar *Saccharum spp.* Informe final Contrato Colciencias-Cenicaña**. Cali: Cenicaña. 40 p.

Riascos Arcos, J.J.; Espitia Navarro, H.F. y López Gerena, J. 2012. **Identificación de genes asociados con tolerancia al déficit hídrico y el anegamiento en la caña de azúcar**. En: VIII Congreso de la Asociación de Técnicos Azucareros de Latinoamérica y el Caribe y IX Congreso de la Asociación Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar (memorias), Cali: Tecnicaña (12-14 de septiembre de 2012). V.1, p. 240-248.

Climatología y meteorología

- Barrios Pérez, C. 2012. **Incidencia de “El Niño” Oscilación del sur (ENOS) sobre la productividad del cultivo de la caña de azúcar en el valle del río Cauca (Colombia)**. Tesis ingeniero agrícola. Cali: Universidad del Valle, Facultad de Ingeniería, Escuela EIDENAR; Cenicaña. 155 p.
- Barrios Pérez, C. y Cortés Betancourt, E. 2012. **Zonas Climáticas Homólogas (ZCH) en el valle del río Cauca y su dinámica bajo efecto de fenómenos “El Niño” y “La Niña”, Relación con indicadores de productividad del cultivo de caña de azúcar**. En: VIII Congreso de la Asociación de Técnicos Azucareros de Latinoamérica y el Caribe y IX Congreso de la Asociación Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar (memorias), Cali: Tecnicaña (12-14 de septiembre de 2012). V.1, p. 756-772.

Cosecha y transporte

- Estrada Bedón, A.; Isaacs Echeverri, C.H.; Gómez Perlaza, A.L.; Cabal, P.J.; Escobar S., E.; Henao, C.A. y Reyes, J. 2012. **Evaluación económica de un sistema de transporte de caña troceada con vagones de mínimo peso de descarga lateral**. En: VIII Congreso de la Asociación de Técnicos Azucareros de Latinoamérica y el Caribe y IX Congreso de la Asociación Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar (memorias), Cali: Tecnicaña (12-14 de septiembre de 2012). V.2, p. 28-33.
- Rosero, J.C.; Gómez Perlaza, A.L.; Isaacs Echeverri, C.H.; Estrada Bedón, A. y Bravo, J.E. 2012. **Desarrollo de la ingeniería básica de vagones de mínimo peso para el transporte de la caña de azúcar**. En: VIII Congreso de la Asociación de Técnicos Azucareros de Latinoamérica y el Caribe y IX Congreso de la Asociación Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar (memorias), Cali: Tecnicaña (12-14 de septiembre de 2012). V.2, p. 33-40.
- Rosero, J.C.; Gómez Perlaza, A.L. y González, D.F. 2012. **Evaluación de la fuerza de tiro y potencia requerida para el transporte de caña de azúcar por medio de dinamometría en tracto-camiones**. En: VIII Congreso de la Asociación de Técnicos Azucareros de Latinoamérica y el Caribe y IX Congreso de la Asociación Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar (memorias), Cali: Tecnicaña (12-14 de septiembre de 2012). V.2, p. 66-72.

Geomática

- Herrera Roza, F.A. 2012. **Análisis de datos por métodos Geostadísticos de *Diatraea saccharalis* en un ingenio del norte del valle río Cauca**. En: VIII Congreso de la Asociación de Técnicos Azucareros de Latinoamérica y el Caribe y IX Congreso de la Asociación Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar (memorias), Cali: Tecnicaña (12-14 de septiembre de 2012). V.1, p. 311-324.

- Murillo Sandoval, P.J.; Muñoz Arboleda, F. y Carbonell González, J.A. 2012. **Estimación de contenidos de clorofila a nivel de follaje en caña de azúcar por medio de datos hiperspectrales**. En: VIII Congreso de la Asociación de Técnicos Azucareros de Latinoamérica y el Caribe y IX Congreso de la Asociación Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar (memorias), Cali: Tecnicaña (12-14 de septiembre de 2012). V.1, p. 493-507.

- Murillo Sandoval, P.J. y Carbonell González, J.A. 2012. **Principios y aplicaciones de la percepción remota en el cultivo de la caña de azúcar en Colombia**. Cali: Cenicaña, 181 p.

Informes de gestión

- Amaya Estévez, A. 2012. **Informe de gestión del Director general a diciembre 31 de 2011**. Cali: Cenicaña. 13 p.
- Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia. **Informe anual 2011**. Cali: CENICAÑA, 2012. 136 p.

Ingeniería genética

- Sarria Zuñiga, D.V.; Vásquez Castillo, J.A.; Jaimés Quiñones, H.A. y Victoria Kafure, J.I. 2012. **Expresión de defensinas SoD2 y SoD7 en *Saccharomyces cerevisiae* y su utilidad de expresión en caña de azúcar**. En: VIII Congreso de la Asociación de Técnicos Azucareros de Latinoamérica y el Caribe y IX Congreso de la Asociación Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar (memorias), Cali: Tecnicaña (12-14 de septiembre de 2012). V.1, p. 256-265.

Procesos fabriles

- Acosta Zamora, G.S. 2012. **Comportamiento de microorganismos contaminantes del proceso de producción de azúcar y etanol**. Informe final. Contrato estudiante en práctica. Cali: Cenicaña, 49 p. Tatiana Daza Merchán. Tutora.
- Cobo Barrera, D.F.; Moreno Lemus, J.; Guerrero Ordoñez, J.C.; Gómez Perlaza, A.L.; Gil Zapata, N.J. y Arango, M. 2012. **Uso y reutilización de agua en el proceso de fabricación de azúcar**. En: VIII Congreso de la Asociación de Técnicos Azucareros de Latinoamérica y el Caribe y IX Congreso de la Asociación Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar (memorias), Cali: Tecnicaña (12-14 de septiembre de 2012). V.2, p. 185-193.
- Guerrero Ordoñez, J.C.; Cobo Barrera, D.F.; Trujillo Gómez, C.D.; Gómez Perlaza, A.L. y Gil Zapata, N.J. 2012. **Modelamiento de calderas aplicando la dinámica de fluidos computacional (CFD)**. En: VIII Congreso de la Asociación de Técnicos Azucareros de Latinoamérica y el Caribe y IX Congreso de la Asociación Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar (memorias), Cali: Tecnicaña (12-14 de septiembre de 2012). V.2, p. 418-426.

- Montoya Guerrero, A.; Cobo Barrera, D.F.; Castro Fori, P.W.; Gil Zapata, N.J.; Gómez Perlaza, A.L. y Castillo, J.C. 2012. **Diseño de un estimador de fibra en línea para la implementación de un sistema de control de agua de imbibición.** En: VIII Congreso de la Asociación de Técnicos Azucareros de Latinoamérica y el Caribe y IX Congreso de la Asociación Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar (memorias), Cali: Tecnicaña (12-14 de septiembre de 2012). V.2, p. 135-145.
- Moreno Lemus, J.; Castro Fori, P.W.; De los Ríos, E.E.; Vásquez, H.; Gómez Perlaza, A.L. y Gil Zapata, N.J. 2012. **Diseño, construcción y evaluación de un evaporador piloto para determinar el efecto del aumento de la longitud de los tubos de la calandria sobre el comportamiento del equipo.** En: VIII Congreso de la Asociación de Técnicos Azucareros de Latinoamérica y el Caribe y IX Congreso de la Asociación Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar (memorias), Cali: Tecnicaña (12-14 de septiembre de 2012). V.2, p. 396-405.
- Moreno Lemus, J.; Castro Fori, P.W.; Rodríguez, Saraste, J.G.; Cobo Barrera, D.F.; Gómez Perlaza, A.L. y Gil Zapata, N.J. 2012. **Diseño e implementación de herramientas de simulación de procesos para la industria suroenergética colombiana.** En: VIII Congreso de la Asociación de Técnicos Azucareros de Latinoamérica y el Caribe y IX Congreso de la Asociación Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar (memorias), Cali: Tecnicaña (12-14 de septiembre de 2012). V.2, p. 406-417.
- Mosquera Bastidas, N.I. 2012. **Diagnóstico y mejoramiento en los procesos de calcinación e hidratación aplicados en una empresa productora de cal.** Tesis ingeniera química. Cali: Universidad del Valle, Facultad de Ingenierías, Escuela de Ingeniería Química; Cenicaña. 77 p.
- Orduz Aladino, S. 2012. **Diseño mecánico de horno rotatorio de funcionamiento horizontal.** Tesis ingeniero mecánico. Cali: Universidad del Valle, Facultad de Ingeniería Escuela de Ingeniería; Cenicaña. 87 p.
- Peredo Vidal, S.; Gil Zapata, N.J.; Moreno Lemus, J.; Rodríguez, Saraste, J.G.; Grimaldo, S. y Montoya Guerrero, A. 2012. **Identificación de fuentes de variación que contribuyen a las pérdidas indeterminadas.** En: VIII Congreso de la Asociación de Técnicos Azucareros de Latinoamérica y el Caribe y IX Congreso de la Asociación Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar (memorias), Cali: Tecnicaña (12-14 de septiembre de 2012). V.2, p. 324-336.
- Rodríguez Saraste, J.G.; Aguirre Ortiz, C.A.; Grimaldo, S.; Peñaranda, T.E.; Gil Zapata, N.J. y Gómez Perlaza, A.L. 2012. **Implementación del análisis de dinámica computacional de fluidos en el rediseño de un clarificador industrial de jugo.** En: VIII Congreso de la Asociación de Técnicos Azucareros de Latinoamérica y el Caribe y IX Congreso de la Asociación Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar (memorias), Cali: Tecnicaña (12-14 de septiembre de 2012). V.2, p. 177-184.
- Yarce Castellano, C. and Rojas Jiménez, G. 2012. **Espectroscopia de infrarrojo cercano para el análisis de macro y micronutrientes en tejido foliar de caña.** En: VIII Congreso de la Asociación de Técnicos Azucareros de Latinoamérica y el Caribe y IX Congreso de la Asociación Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar (memorias), Cali: Tecnicaña (12-14 de septiembre de 2012). V.1, p. 408-414.

Programa jóvenes en formación

Hernández Sánchez, V. 2012. Informe final del programa jóvenes profesionales en formación. Cali: Cenicaña. 29 p. Camilo Humberto Isaacs Echeverri. Tutor.

Sanidad vegetal

Ángel Sánchez, J.C.; Cadavid Ordoñez, M. y Victoria Kafure, J.I. 2012. **Manejo de la roya café (*Puccinia melanocephala* Syd. & P. Syd.) y roya naranja (*Puccinia kuehnii* (Kruger) E. Butler) en caña de azúcar en el Valle del Cauca.** En: VIII Congreso de la Asociación de Técnicos Azucareros de Latinoamérica y el Caribe y IX Congreso de la Asociación Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar (memorias), Cali: Tecnicaña (12-14 de septiembre de 2012). V.1, p. 284-292.

Cadavid Ordoñez, M.; Ángel Sánchez, J.C. y Victoria Kafure, J.I. 2012. **Diagnóstico de roya café (*Puccinia melanocephala* Syd. & P. Syd.) y roya naranja (*Puccinia kuehnii* (Kruger) E. Butler) de la caña de azúcar.** En: VIII Congreso de la Asociación de Técnicos Azucareros de Latinoamérica y el Caribe y IX Congreso de la Asociación Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar (memorias), Cali: Tecnicaña (12-14 de septiembre de 2012). V.1, p. 293-301.

Cadavid Ordoñez, M.; Ángel Sánchez, J.C.; Victoria Kafure, J.I. 2012. First report of orange rust of sugarcane caused by *Puccinia kuehnii* in Colombia. En: Plant Disease. 96, 1 (January): p 143.

Canaval Ocampo, C.A. 2012. **Aislamiento de la bacteria *Leifsonia xyli* subsp. *xyli*, agente causal del raquitismo de la soca en caña de azúcar. Informe de pasantía.** Cali: Universidad del Valle; Cenicaña. 25 p.

Castro Valderrama, U.; Cuarán, V.L.; Bustillo Pardey, A.E.; Ramírez Sánchez, G.; Salazar Villareal, F.A. y Gómez Laverde, L.A. 2012. **Resistencia/susceptibilidad de variedades de *Saccharum* spp. al ataque de *Aeneolamia varia* (F.) (Hemiptera: Cercopidae).** En: VIII Congreso de la Asociación de Técnicos Azucareros de Latinoamérica y el Caribe y IX Congreso de la Asociación Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar (memorias), Cali: Tecnicaña (12-14 de septiembre de 2012). V.1, p. 343-350.

Cuarán, V.L.; Castro Valderrama, U.; Bustillo Pardey, A.E.; Mesa Cobo, N.C.; Ramírez Sánchez, G.D.; Moreno Gil, C.A. y Gómez Laverde, L. A. 2012. **Método para evaluar el daño de los salivazos (Hemiptera: Cercopidae) en caña de azúcar, *Saccharum* spp.** Revista Colombiana de Entomología, 38 (2): 171 – 176.

- García Díaz, A.; Arenas B., Y.; Bustillo Pardey, A. E. y Castro Valderrama, U. 2012. **Selección de hongos entomopatógenos para controlar salivazos de la caña de azúcar en Colombia.** Revista Colombiana de Entomología, 38 (2): 252 – 259.
- Granobles Parra, Y.X.; Castro Valderrama, U.; Bustillo Pardey, A.E.; Lastra Borja, L.A.; Palma Zamora, A.E. y Gómez Laverde, L.A. 2012. **La fecundidad y longevidad de hembras de *Salpingogaster nigra* Schiner (Diptera: Syrphidae) alimentadas con flores de *Parthenium hysterophorus* y *Emilia sonchifolia*.** En: VIII Congreso de la Asociación de Técnicos Azucareros de Latinoamérica y el Caribe y IX Congreso de la Asociación Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar (memorias), Cali: Tecnicaña (12-14 de septiembre de 2012). V.1, p. 351-357.
- Matabanchoy Solarte, J.A.; Bustillo Pardey, A.E.; Castro Valderrama U.; Mesa Cobo, N.C. y Moreno Gil, C.A. 2012. **Eficacia de *Metarhizium anisopliae* para controlar *Aeneolamia varia*, en caña de azúcar.** Revista Colombiana de Entomología, 38 (2): 177 – 181.
- Moreno Salguero, C. A.; Bustillo Pardey, A.E.; López Núñez, J. C.; Castro-Valderrama, U. y Ramírez Sánchez, G.D. 2012. **Virulencia de nemátodos entomopatógenos para el control del salivazo *Aeneolamia varia* (Hemiptera: Cercopidae) en caña de azúcar.** Revista Colombiana de Entomología, 38 (2): 260 – 265.
- Montoya Navarro, D.M.; Gutiérrez, Y.; Moreno Gil, C.A.; Quintana Mejía, M.I. 2012. **Competencia intraespecífica del parasitoide *Lydella (=Metagonistylum) minense* Tons. (Diptera: Tachinidae) en el barrenador de la caña de azúcar *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae).** En: VIII Congreso de la Asociación de Técnicos Azucareros de Latinoamérica y el Caribe y IX Congreso de la Asociación Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar (memorias), Cali: Tecnicaña (12-14 de septiembre de 2012). V.1, p. 333-342.
- Obando Bedoya, J.A.; Rosero Guerrero, M.; Matabanchoy Solarte, J.A.; Moreno Gil, C.A.; Ramírez Sánchez, G.; García Díaz, A.; Arenas Buitrago, Y.; Bustillo Pardey, A.E.; Castro Valderrama, U.; Gómez Laverde, L.A.; Vargas Orozco, G.A. 2012. **Perspectivas del control microbiológico del salivazo *Aeneolamia varia* en caña de azúcar.** En: VIII Congreso de la Asociación de Técnicos Azucareros de Latinoamérica y el Caribe y IX Congreso de la Asociación Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar (memorias), Cali: Tecnicaña (12-14 de septiembre de 2012). V.1, p. 358-366.
- Rosero Guerrero, M.; Bustillo Pardey, A.E.; López Núñez, J. C.; Castro Valderrama, U. y Gómez López, E. D. 2012. **Eficacia de entomonematodos para controlar estados de *Aeneolamia varia* (Hemiptera: Cercopidae) bajo condiciones de invernadero.** Revista Colombiana de Entomología, 38 (2): 266 – 273.
- Sendoya, C.A.; Ramírez Sánchez, G.; Bustillo Pardey, A.E.; Castro Valderrama, U.; Gómez Laverde, L.A. y Vargas Orozco, G.A. 2012. **Bioecología del salivazo de la caña de azúcar *Aeneolamia varia*.** En: VIII Congreso de la Asociación de Técnicos Azucareros de Latinoamérica y el Caribe y IX Congreso de la Asociación Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar (memorias), Cali: Tecnicaña (12-14 de septiembre de 2012). V.1, p. 249-255.

Subproductos y derivados

- Cobo Barrera, D.F.; Pereddo Vidal, S. y Gómez Perlaza, A.L. 2012. **Pirólisis como alternativa tecnológica para uso de residuos de cosecha de caña de azúcar.** En: VIII Congreso de la Asociación de Técnicos Azucareros de Latinoamérica y el Caribe y IX Congreso de la Asociación Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar (memorias), Cali: Tecnicaña (12-14 de septiembre de 2012). V.2, p. 529-535.
- Cobo Barrera, D.F. 2012. **Pirólisis de residuos de cosecha de caña de azúcar (RAC) como alternativa de aprovechamiento como procesos de cogeneración.** Tesis máster en ingeniería con énfasis en ingeniería Mecánica. Cali: Universidad del Valle, Programa de Maestría en Ingeniería mecánica, Escuela de Ingeniería; Cenicaña. 101 p.
- Daza Merchán, Z.T.; Socarrás Díaz, J.I.; Hernández, A.F.; Gil Zapata, N.J. y Durán Ortega, J.F. 2012. **Avances en la producción de etanol y xilitol a partir de residuos de caña de azúcar.** En: VIII Congreso de la Asociación de Técnicos Azucareros de Latinoamérica y el Caribe y IX Congreso de la Asociación Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar (memorias), Cali: Tecnicaña (12-14 de septiembre de 2012). V.2, p. 487-499.
- Durán Ortega, J.F. 2012. **Hidrólisis química de residuos de la caña de azúcar para la obtención de azúcares simples como materia prima para la producción de etanol. Informe final pasantía.** Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander; Cenicaña. 61 p.
- Gomes Moura, A.; Castillo Monroy, E.F.; Escobar Palacio, J.C.; Grillo Renó, M.L.; Silva Lora, E.E.; Venturini, O.J.; Almazán del Olmo, O. 2012. **Biocombustíveis de primeira geracao bioetanol pela rota convencional.** p. 360-409. En: Silva Lora, E.E. y Venturini, O.J. Biocombustíveis. Rio de Janeiro: Interciencia 2v.
- Monsalve Marín, F.A. 2012. **Uso biotecnológico de subproductos de la industria sucroalcoholera. Informe final. Contrato estudiante en práctica.** Cali: Cenicaña. 43p.
- Orduz Aladino, S.; Castro Fori, P.W.; Rodríguez, Saraste, J.G.; Grimaldo, S.; Gómez Perlaza, A.L. y Gil Zapata, N.J. 2012. **Efectos del aumento de los niveles de residuos agrícolas en caña cosechada en forma mecanizada sobre la calidad de la materia prima y el desempeño fabril.** En: VIII Congreso de la Asociación de Técnicos Azucareros de Latinoamérica y el Caribe y IX Congreso de la Asociación Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar (memorias), Cali: Tecnicaña (12-14 de septiembre de 2012). V.2, p. 345-356.

Socarrás Díaz, J.I.; Daza Merchán, Z.T.; Ochoa, A.; Ochoa, J.C. y Gil Zapata, N.J. 2012. **Efecto de la calidad de las materias primas sobre la eficiencia fermentativa en plantas de etanol.** En: VIII Congreso de la Asociación de Técnicos Azucareros de Latinoamérica y el Caribe y IX Congreso de la Asociación Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar (memorias), Cali: Tecnicaña (12-14 de septiembre de 2012). V.2, p. 477-486.

Vásquez Castillo, J. A.; Siewers, V.; Laguado Sanguino, J.A.; Nielsen, J. y Gil Zapata, N.J. 2012. **Sobreexpresión de los genes *Suc2* de *Saccharomyces cerevisiae* y *Adh2* de *Zymomonas mobilis*, como estrategias para incrementar la eficiencia y productividad de etanol en dos cepas nativas de *Saccharomyces cerevisiae*.** En: VIII Congreso de la Asociación de Técnicos Azucareros de Latinoamérica y el Caribe y IX Congreso de la Asociación Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar (memorias), Cali: Tecnicaña (12-14 de septiembre de 2012). V.2 p. 438-448.

Variedades de caña de azúcar

Estrada Iza, M.; Salazar Villareal, F.A.; Azcárate, C.H.; Viveros Valens, C.A.; Nader Nieto, A.C.; Silva Aguilar, F.; Ángel Sánchez, J.C.; Castro Valderrama, U. y Victoria Kafure, J.I. 2012. **Avances del proyecto de multiplicación, seguimiento y adopción de variedades promisorias en el sector azucarero.** En: VIII Congreso de la Asociación de Técnicos Azucareros de Latinoamérica y el Caribe y IX Congreso de la Asociación Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar (memorias), Cali: Tecnicaña (12-14 de septiembre de 2012). V.1, p. 93-103.

Ramírez Carabalí, C. 2012. **Estudio de algunos factores que afectan la germinación de la caña de azúcar.** Tesis ingeniería agrícola. Cali: Universidad de Valle, Programa Académico de Ingeniería Agrícola, Escuela de Recursos Naturales y del Medio Ambiente; Cenicaña. 103 p.

Salazar Villareal, F.A.; Victoria Kafure, J.I. y Bastidas P.I. 2012. **Caracterización fenotípica del banco de germoplasma de Cenicaña en condiciones de la megazona húmeda del valle del río Cauca.** En: VIII Congreso de la Asociación de Técnicos Azucareros de Latinoamérica y el Caribe y IX Congreso de la Asociación Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar (memorias), Cali: Tecnicaña (12-14 de septiembre de 2012). V.1, p. 137-150.

Salazar Villareal, F.A.; Victoria Kafure, J.I.; Viveros Valens, C.A. y Rangel Jiménez, H. 2012. **Caracterización y agrupamiento con fines de mejoramiento genético, variedades de caña evaluadas en zona seca-semiseca.** 2012. En: VIII Congreso de la Asociación de Técnicos Azucareros de Latinoamérica y el Caribe y IX Congreso de la Asociación Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar (memorias), Cali: Tecnicaña (12-14 de septiembre de 2012). V.1, p. 15-24.

Salazar Villareal, F.A.; Victoria Kafure, J.I.; López Zúñiga, L.O.; Silva Aguilar, F.; Viveros Valens, C.A. y Ángel Sánchez, J.C. 2012. **Selección de variedades con adaptación específica para la mega-zona seca-semiseca del valle del río Cauca. Prueba regional con variedades de las series 97-01.** En: VIII Congreso de la Asociación de Técnicos Azucareros de Latinoamérica y el Caribe y IX Congreso de la Asociación Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar (memorias), Cali: Tecnicaña (12-14 de septiembre de 2012). V.1, p. 136-136.

Salazar Villareal, F.A.; Silva Aguilar, F. y Victoria Kafure, J.I. 2012. **Selección de variedades para zonas agroecológicas de piedemonte.** En: VIII Congreso de la Asociación de Técnicos Azucareros de Latinoamérica y el Caribe y IX Congreso de la Asociación Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar (memorias), Cali: Tecnicaña (12-14 de septiembre de 2012). V.1, p. 170-179.

Viveros Valens, C.A.; Muñoz Perea, C.G. y Amaya Estévez, A. 2012. **Características asociadas con la mayor eficiencia en el uso de agua para la producción de caña de azúcar *Saccharum spp.*** En: VIII Congreso de la Asociación de Técnicos Azucareros de Latinoamérica y el Caribe y IX Congreso de la Asociación Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar (memorias), Cali: Tecnicaña (12-14 de septiembre de 2012). V.1, p. 180-193.

IV. Registros de propiedad intelectual

En el segundo semestre de 2012, la oficina de Registros de Autor adjudicó a Cenicaña los siguientes registros de autor en la modalidad de soporte lógico en software:

No.	Descripción del producto	Número de registro
1	Herramienta de diagnóstico del rendimiento eléctrico equivalente	13-34-411
2	GRT - Guía de recomendaciones técnicas con enfoque de AEPS	13-34-413
3	GRT - Guía de recomendaciones técnicas con enfoque AEPS (Versión para equipos móviles)	13-34-412
4	Sistema de información de variedades – SIVAR	13-34-410
5	Indicadores del servicio de tecnología informática – SETI	13-34-409
6	Sistema de información de la red meteorológica automatizada del sector azucarero del valle del río Cauca	13-34-414
7	Control Administrativo del Riego	13-7-447
8	Balance Hídrico v 3.0	3015790

V. Registros de derecho de obtentor de variedades vegetales

Radicación expediente	Variedad	Resolución	Fecha	Años de protección
A091383	CC 92-2804	001261	10 mayo 2012	20 años
A091384	CC 93-4181	001250	10 mayo 2012	20 años
A091385	CC 01-1228	001259	10 mayo 2012	20 años
A091386	CC 01-678	001252	10 mayo 2012	20 años
A091387	CC 97-7170	001251	10 mayo 2012	20 años

VI. Convenios interinstitucionales firmados en 2012

Universidad de los Andes, enero 16 de 2012. Convenio de apoyo interinstitucional para el desarrollo de prácticas universitarias.

Universidad Francisco de Paula Santander, mayo de 2012. Convenio de Cooperación interinstitucional para prácticas estudiantiles, investigación y formación de profesionales.

VII. Capital humano

Al finalizar 2012 Cenicaña contaba con un grupo humano conformado por 207 colaboradores, entre investigadores y profesionales, auxiliares, personal de apoyo operativo, aprendices y estudiantes. En el grupo de directivos, investigadores y profesionales había 13 personas con doctorado, 20 con maestría y 41 con pregrado.

El 28 de noviembre la Junta Directiva aceptó la renuncia de Nohra Pérez Castillo, directora administrativa del Centro, y aprobó la designación de Einar Anderson Acuña en dicho cargo a partir del 3 de enero de 2013.

Nohra Pérez es economista de la Universidad Nacional de Colombia. Ingresó a Cenicaña el 8 de enero de 1979, cuando además de la dirección administrativa apoyó las actividades de transferencia de tecnología. Durante la mayor parte del tiempo de vinculación a Cenicaña ha sido secretaria de la Junta Directiva y en los últimos años ha colaborado como jefe encargada del Servicio de Análisis Económico y Estadístico. Considerada en el sector agroindustrial y el gremio azucarero una mujer insignia de Cenicaña, deja una huella marcada por el emprendimiento, la cooperación interinstitucional y el compromiso sincero. Una persona alegre y dinámica, reconocida por su visión y entrega a las causas de la investigación, el desarrollo tecnológico y la innovación en el país. Cenicaña le agradece su dedicación, las obras y las flores que deja en la Estación experimental y hace votos por que la vida le siga sonriendo. El 2 de enero de 2013 culmina su contribución directa con el Centro.

VIII. Formación de jóvenes investigadores

Cenicaña es una de las instituciones nacionales de apoyo al fortalecimiento de la capacidad científica del país y como tal participa desde 1997 en el Programa de formación de jóvenes investigadores, auspiciado por el Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación, Colciencias. Así, a través del Convenio de cooperación No. 015-2012, el Centro apoya la formación de dos jóvenes investigadoras:

Jenny Adriana Laguado Sanguino, Ingeniera Biotecnológica de la Universidad Francisco de Paula Santander, quien entre mayo de 2012 y abril de 2013 participa en el proyecto Influencia de la calidad de la materia prima y el nivel de recirculación de vinaza sobre la eficiencia de la producción de etanol carburante en el valle del río Cauca.

Diana Vanessa Sarria Zúñiga, Bacterióloga de la Universidad del Valle, quien participa en el proyecto Caracterización fenotípica y molecular de la bacteria endofítica *Gluconacetobacter diazotrophicus* proveniente de caña de azúcar del valle del río Cauca, entre marzo de 2012 y febrero de 2013.



IX. Personal profesional (al 31 de diciembre de 2012)

Dirección general

Álvaro Amaya Estévez. Director general. Ingeniero agrónomo, Ph.D.

Dirección administrativa

Nohra Pérez Castillo. Directora administrativa. Economista.

Ligia Genith Medranda Rosasco. Contadora. Contadora pública.

Claudia Camargo Martínez. Jefe de compras y servicios generales.

Administradora de empresas.²

Programa de variedades

Jorge Ignacio Victoria Kafure. Director. Ingeniero agrónomo, Ph.D.¹

Fredy Antonio Salazar Villareal. Fitomejorador. Ingeniero agrónomo, Ph.D.²

Anna Camila Nader Nieto. Fitomejoradora. Ingeniera agrónoma, Ph.D.²

Carlos Arturo Viveros Valens. Fitomejorador. Ingeniero agrónomo, Ph.D.

Fernando Silva Aguilar. Fitomejorador. Ingeniero agrónomo, M.Sc.²

Marcela Estrada Iza. Fitomejoradora. Ingeniera agrónoma, M.Sc.²

Germán Andrés Vargas Orozco. Entomólogo. Ingeniero agrónomo, Ph.D.²

Ulises Castro Valderrama. Entomólogo. Ingeniero agrónomo, M.Sc.²

Gershon Darío Ramírez Sánchez. Entomólogo. Ingeniero agrónomo.²

Yarley Ximena Granobles Parra. Ingeniera Agrónoma.²

Carlos Ariel Ángel Calle. Fitopatólogo. Ingeniero agrónomo, Ph.D.²

Juan Carlos Ángel Sánchez. Fitopatólogo. Ingeniero agrónomo, M.Sc.

Marcela Cadavid Ordóñez. Microbióloga agrícola. Bióloga, M.Sc.²

Paola Andrea Montaña Carvajal. Ingeniera agrónoma.²

Jershon López Gerena. Biotecnólogo. Biólogo, Ph.D.²

John Jaime Riascos Arcos. Biotecnólogo. Biólogo, Ph.D.²

Hugo Arley Jaimes Quiñónez. Biólogo.²

Paulo Cesar Izquierdo Romero. Biólogo.²

Claudia Marcela Franco Arango. Bióloga.²

Yuri Carolina Acosta Vega. Bióloga.²

Diana Vanessa Sarria Zúñiga. Joven investigadora. Bacterióloga.²

Programa de agronomía

Javier Alí Carbonell González. Director. Ingeniero agrícola, M.Sc.

Fernando Villegas Trujillo. Ingeniero de mecanización agrícola. Ing. agrícola, M.Sc.

Luis A. Rodríguez Hurtado. Asesor mecanización agrícola. Ing. mecánico, Ph.D.¹

John Jairo Valencia Montenegro. Ingeniero agrícola.²

José Ricardo Cruz Valderrama. Ingeniero suelos y aguas. Ingeniero agrícola, M.Sc.

Edgar Hincapié Gómez. Ingeniero suelos y aguas. Ingeniero agrónomo, Ph.D.²

Armando Campos Rivera. Asesor en manejo de aguas. Ingeniero agrícola, M.Sc.¹

Doris Micaela Cruz Bermúdez. Ingeniera agrícola.²

Oswaldo Edwin Erazo. Investigador suelos y aguas. Ingeniero agrícola, M.Sc.²

Fany Hoyos Villada. Ingeniera agrícola.²

Fernando Muñoz Arboleda. Edafólogo. Ingeniero agrónomo, Ph.D.

Jennifer Roa Lozano. Asistente de investigación. Licenciada en educación básica con énfasis en ciencias naturales y educación ambiental.²

Miguel Ángel López Murcia. Fisiólogo. Ingeniero agrónomo, M.Sc.²

Enrique Cortés Betancourt. Meteorólogo. Ingeniero meteorólogo, M.Sc.

Fabio Andrés Herrera Rozo. Analista de SIG. Ingeniero topográfico.²

Paulo José Murillo Sandoval. Analista percepción remota. Ingeniero topográfico.²

Programa de procesos de fábrica

Nicolás Javier Gil Zapata. Director. Ingeniero químico, Ph.D.

Adolfo León Gómez Perlaza. Asesor procesos mecánicos. Ing. mecánico, M.Sc.¹

Sara del Carmen Perredo Vidal. Química.²

Juan Fernando Durán Ortega. Químico.²

Jorge Iván Socarras Díaz. Ingeniero procesos físico-químicos. Ingeniero químico.²

Jairo Moreno Lemos. Ingeniero procesos físico-químicos. Ingeniero químico.²

Juan Gabriel Rodríguez Sarasty. Ingeniero procesos físico-químicos. Ing. químico.²

Diego F. Cobo Barrera. Ingeniero procesos físico-mecánicos. Ing. mecánico, M.Sc.²

Juan C. Guerrero Ordoñez. Ingeniero procesos físico-mecánicos. Ing. mecánico.²

Santiago Orduz Aladino. Ingeniero procesos físico-mecánicos. Ing. mecánico.²

Alexander Montoya Guerrero. Ingeniero electrónico. Ingeniero electrónico.²

Zunny Tatiana Daza Merchán. Microbióloga. Microbióloga industrial, M. Sc.¹

Jenny Adriana Laguado Sanguino. Joven investigadora. Ing. biotecnológica.²

Servicio de análisis económico y estadístico

Nohra Pérez Castillo. Jefe (E). Economista.

Claudia Posada Contreras. Economista.

Alberto Efraín Palma Zamora. Biometrista. Matemático, M.Sc.

Carlos Arturo Moreno Gil. Biometrista. Estadístico, M.Sc.

Héctor Alberto Chica Ramírez. Biometrista. Ingeniero agrónomo, M.Sc.²

Servicio de cooperación técnica y transferencia de tecnología

Camillo Humberto Isaacs Echeverri. Jefe. Ingeniero agrónomo.

Sandra P. Guzmán Rivera. Ingeniera agrónoma de transferencia de tecnología.²

Adriana Vega Osorio. Ingeniera agrónoma de transferencia de tecnología.²

Luz Ángela Mosquera Daza. Estadística.²

Victoria Carrillo. Comunicación técnica. Comunicadora social-periodista.

Margarita M. Rodríguez. Comunicadora técnica. Comunicadora social-periodista.²

Hernán F. Silva Cerón. Administrador web. Comunicador social-periodista, M.D.C.²

Alejandro Estrada Bedón. Ingeniero de logística CATE. Ing. agroindustrial, M.Sc.²

Servicio de tecnología informática

Einar Anderson Acuña. Jefe. Ingeniero industrial.

Jaime Hernán Caicedo Ángel. Ingeniero de sistemas. Ing. de sistemas, M.G.T.I.²

Servicio de información y documentación, SEICA

Adriana Arenas Calderón. Jefe. Bibliotecóloga.²

Diana Marcela Posada Zapata. Asistente de biblioteca digital. Bibliotecóloga.²

Superintendencia de la Estación Experimental

Luis Eduardo González Buriticá. Superintendente de la Estación experimental. Ingeniero agrícola.²

1. Contrato de prestación de servicios.

2. Contrato a término fijo

Referencia bibliográfica

Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia. Cali. 2012.
Informe Anual 2011. Cali, Cenicaña. 136 p.

Acrónimos, siglas y abreviaturas

De instituciones y grupos

Asocaña: Asociación de Cultivadores de Caña de Azúcar de Colombia

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

CREG: Comisión Reguladora de Energía y Gas

GTT: Red de Grupos de Transferencia de Tecnología

ICA: Instituto Colombiano Agropecuario

MADR: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural

NOAA: *National Oceanic and Atmospheric Administration*

Procaña: Asociación Colombiana de Productores y Proveedores de Caña de Azúcar

RIDAC: Red de Información Documental Agrícola de Colombia

SENA: Servicio Nacional de Aprendizaje

Tecnicaña: Asociación Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar

Varios

AEPS: Agricultura específica por sitio

Ar: Arcillosa

ARE: Azúcar recuperable estimado

BH: Balance hídrico

CATE: Corte de caña, alce, transporte y entrega en fábrica

CFD: Dinámica computacional de fluidos (sigla en inglés)

ENOS: El Niño Oscilación del Sur (ENSO en inglés: El Niño Southern Oscillation)

EVI: Índice mejorado de vegetación

F-Ar: Franco - arcillosa

GCWR: *Gross combination weight rating*

GH: Grupo de humedad

GRT: Guía de recomendaciones técnicas

IMO: Índice de margen operacional

LSD: Escaldadura de la hoja

PAT: Programa de asistencia técnica

POC: Pol en células abiertas (sigla en inglés)

RAC: Residuos agrícolas de cosecha

REE: Rendimiento eléctrico equivalente

RETIE: Reglamento técnico de instalaciones eléctricas

RMA: Red meteorológica automatizada

RSD: Raquitismo de la soca

RT – PCR: Reacción en cadena de la polimerasa – en tiempo real (siglas en inglés)

Rto: Rendimiento comercial en azúcar (%)

RUAV: Red universitaria de alta velocidad

SCMV: Virus del mosaico común de la caña de azúcar

SGS: Sistema de gestión de servicios

SQRF: Sistema de sugerencias, quejas, reclamos y felicitaciones

TAH: Toneladas de azúcar por hectárea

TAHM: Toneladas de azúcar por hectárea y mes

TBIA: *Tissue-blot enzyme immunoassay*

TCH: Toneladas de caña por hectárea

TCHM: Toneladas de caña por hectárea y mes

TSH: Toneladas de sacarosa por hectárea

De variedades de caña de azúcar

CC: Cenicaña Colombia

CTC: Centro de Tecnología Canavieira (Brasil)

ITV: Ingenio Tres Valles (México)

LTMex: Lerdo de Tejada (México)

M: Mauricio

MZC: Mayagüez Colombia

PR: Puerto Rico

Q: Queensland (Australia)

V: Venezuela

Publicación Cenicaña

Comité editorial

Adriana Arenas Calderón
Álvaro Amaya Estévez
Camilo H. Isaacs Echeverri
Javier Alí Carbonell González
Jorge Ignacio Victoria Kafure
Nicolás Javier Gil Zapata
Nohra Pérez Castillo
Margarita María Rodríguez
Victoria Eugenia Carrillo Camacho

Producción editorial

Servicio de Cooperación Técnica y Transferencia de Tecnología

Coordinación editorial y edición de textos

Victoria Eugenia Carrillo Camacho

Carátula y artes finales

Alcira Arias Villegas

Fotografías

Adriana Vega: páginas ix, 12, 22, 23, 31, 41, 46, 70, 73, 81, 84.
Alejandro Estrada: 25, 27 (abajo), 56.
Alexander Montoya: 54-55, 58.
Archivo histórico Biblioteca Guillermo Ramos Núñez: xv, xvi, xvii, xviii, xix.
Cortesía Cámara de Comercio de Cali: xv (arriba), 15, 16, 36, 43.
Doris Cruz: 44.
Felipe Silva: xvii, 71, 105.
Germán Vargas: 39.
Jorge Victoria: 17, 18.
Juan Camilo Chávez: 27, 28.
Hugo Arley Jaimes: 33.
Luis Alfredo Garrido: xx-xxi, 68-69.
Marcela Cadavid: iii, v.
Margarita Rodríguez: x, 24, 57, 64, 65, 79, 89 (arriba derecha).
Paulo Murillo: 51.
Teresa Cancelado: 88 (centro), 89 (centro).
Victoria Carrillo: vi, 2-3, 22, 42, 83, 85, 86, 87, 88 (arriba y abajo), 89 (arriba izquierda y abajo), 91.

Preprensa e impresión

Se terminó de imprimir el 12 de marzo de 2013 en los talleres gráficos de Feriva S.A. Cali, Colombia.

Línea de atención al Cliente Nacional: **01 8000 111 210**
Línea de atención al Cliente Bogotá: **(57-1) 4199299**
➤ www.4-72.com.co

Entregando lo mejor de
los colombianos





Centro de Investigación de la
Caña de Azúcar de Colombia
www.cenicana.org

años



Remite/Cenicaña. Calle 58N No. 3BN-110 Cali, Colombia



Tarifa Postal Reducida
No. 2013-130. 4-72
La Red Postal de Colombia,
vence 31 de dic. 2013