cenicaña

2014
Informe Anual

Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia

cenicaña

2014
Informe Anual

Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia

Fotografía de carátula: Panorámica del valle del río Cauca. Capitán Luis Javier Isaza.

Publicación Cenicaña
ISSN 0120-5854

Cita bibliográfica
Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia. Cali. 2015.
Informe Anual 2014. Cali, Cenicaña. 160 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.

Junta Directiva 2012–2014

Juan José Lülle Suárez
Presidente

Einar Anderson Acuña
Secretario

Principales

Juan José Lülle Suárez
Presidente
Incauca S.A.

Gonzalo Ortiz Aristizábal *
Gerente General
Ingenio Providencia S.A.

Djalma Teixeira De Lima Filho
Presidente
Riopaila Castilla S.A.

Rodrigo Belalcázar Hernández
Gerente General
Ingenio Manuelita S.A.

Germán Jaramillo Villegas*
Asesor Directivo
Ingenio La Cabaña S.A.

Andrés Rebolledo Cobo
Gerente General
Ingenio Pichichí S.A.

César Augusto Arango Isaza*
Gerente General
Ingenio Risaralda S.A.

Luis Fernando Londoño Capurro
Presidente
Asocaña

Mauricio Iragorri Rizo*
Gerente General
Ingenio Mayagüez S.A.

Rodrigo Villegas Tascón
Representante de los cultivadores afiliados a Asocaña

Bernardo Silva Castro*
Representante de los cultivadores afiliados a Asocaña

Guido Mauricio López Ochoa
Presidente Junta Directiva
Procaña

Carlos Hernando Azcárate Tascón*
Vicepresidente Junta Directiva
Procaña

* Representante suplente

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.

Comités de Investigación

Comité de campo
Presidente
Álvaro Gómez González
Superintendente de Campo y Cosecha
Ingenio Pichichí S.A.

Comité de cosecha
Presidente
Raúl Buenaventura Cobo
Gerente de Cosecha
Ingenio Mayagüez S.A.

Comité de fábrica
Presidente
Jorge Hernán Paredes M
Director División Fábrica
Ingenio La Cabaña S.A.

Personal Directivo 2014

Álvaro Amaya Estévez
Director General

Einar Anderson Acuña
Director Administrativo

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

Einar Anderson Acuña
Jefe (E) Servicio de Análisis Económico y Estadístico

Camilo H. Isaacs Echeverri
Jefe Servicio de Cooperación Técnica y Transferencia de Tecnología

Jaime Hernán Caicedo Ángel
Jefe Servicio de Tecnología Informática

Adriana Arenas Calderón
Jefe Servicio de Información y Documentación de la Caña de Azúcar de Colombia

Luis Eduardo González Buriticá
Superintendente
Superintendencia de la Estación Experimental

Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia

Cenicaña es una corporación privada, sin ánimo de lucro, fundada en 1977 por iniciativa de la Asociación de Cultivadores de Caña de Azúcar de Colombia, Asocaña, y financiada con donaciones directas de los ingenios azucareros y los proveedores de caña localizados en el valle del río Cauca.

Su misión es 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 sea reconocido por el mejoramiento socioeconómico y la conservación ambiental de las zonas productoras de caña de azúcar.

Así, el Centro favorece la innovación en la agroindustria gestionando proyectos de investigación y desarrollo acordes con la planeación estratégica del sector productivo. Dirige programas de investigación en variedades, agronomía y procesos de fábrica, y servicios especializados en información y documentación, tecnología informática, análisis económico y estadístico, cooperación técnica y transferencia de tecnología.

En sus funciones de apoyo sectorial, Cenicaña administra la Red Meteorológica Automatizada y la Red PM-10 de la agroindustria azucarera en el valle del río Cauca. Atiende las solicitudes de importación de variedades a Colombia y presta servicios de propagación y multiplicación de variedades, análisis de suelo y tejido foliar, inspección fitopatológica en campo y laboratorio, diagnóstico de enfermedades de la caña de azúcar, e información y documentación.

Estación Experimental, vía Cali-Florida km 26.
San Antonio de los Caballeros, Florida.
(Valle del Cauca, Colombia)

Misión

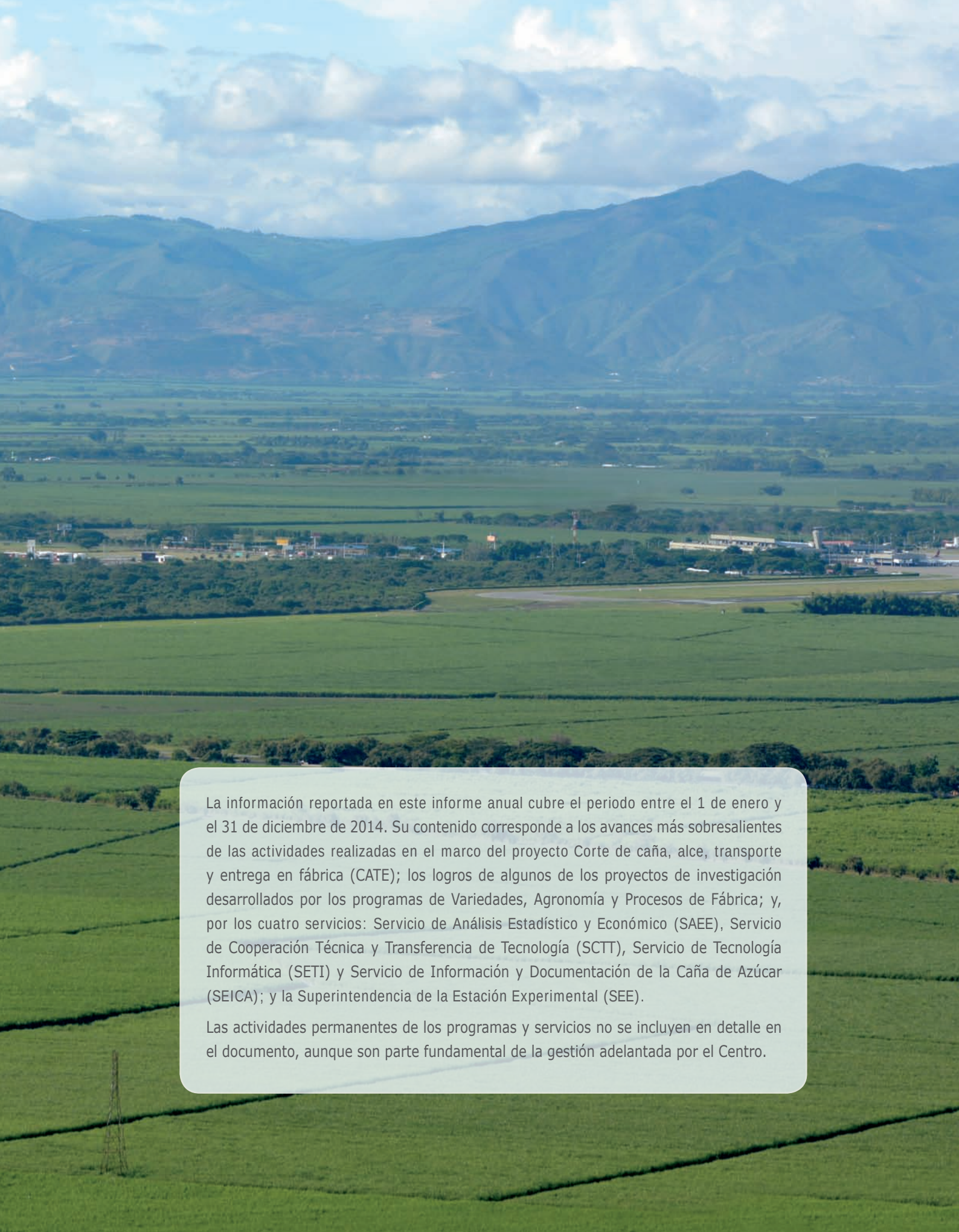
Contribuir al desarrollo, competitividad y sostenibilidad del sector agroindustrial de la caña de azúcar de Colombia, mediante la generación de conocimiento y la innovación tecnológica, a través de la investigación, la transferencia de tecnología y la prestación de servicios especializados, con base 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 los 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.

Contenido

	Página
La biotecnología en la investigación agrícola	8
Informe del Director General	10
El clima en el valle del río Cauca	16
Producción de caña y azúcar en el valle del río Cauca	24
CATE: Corte de caña, alce, transporte y entrega en fábrica	40
Programa de Variedades	48
Programa de Agronomía	64
Programa de Procesos de Fábrica	78
Servicio de Análisis Económico y Estadístico (SAEE)	92
Servicio de Cooperación Técnica y Transferencia de Tecnología (SCTT)	102
Servicio de Tecnología Informática (SETI)	114
Servicio de Información y Documentación (SEICA)	118
Superintendencia de la Estación Experimental (SEE)	122
Anexos	126
Apéndice	138
Acrónimos, siglas y abreviaturas	159



La información reportada en este informe anual cubre el periodo entre el 1 de enero y el 31 de diciembre de 2014. Su contenido corresponde a los avances más sobresalientes de las actividades realizadas en el marco del proyecto Corte de caña, alce, transporte y entrega en fábrica (CATE); los logros de algunos de los proyectos de investigación desarrollados por los programas de Variedades, Agronomía y Procesos de Fábrica; y, por los cuatro servicios: Servicio de Análisis Estadístico y Económico (SAEE), Servicio de Cooperación Técnica y Transferencia de Tecnología (SCTT), Servicio de Tecnología Informática (SETI) y Servicio de Información y Documentación de la Caña de Azúcar (SEICA); y la Superintendencia de la Estación Experimental (SEE).

Las actividades permanentes de los programas y servicios no se incluyen en detalle en el documento, aunque son parte fundamental de la gestión adelantada por el Centro.

La biotecnología en la investigación agrícola

La biotecnología agrícola conjuga una serie de instrumentos empleados en diversos campos de la investigación, para entender y manipular la estructura genética de organismos que han de ser utilizados en la elaboración de productos agrícolas.

Esta tecnología ha permitido el desarrollo de mejoramientos genéticos cuyos resultados más relevantes son el incremento de la producción de los cultivos y la ampliación de la frontera agrícola a zonas desérticas, salinas y con otros limitantes para la producción, contribuyendo así con la seguridad alimentaria y la sostenibilidad agrícola sin detrimento del medio ambiente.

Una población mundial que ya supera los siete mil millones de habitantes plantea el reto de hacer frente a su creciente demanda de alimentos, la cual hasta el momento se ha podido atender con el aumento de la productividad. De no haber sido así, el incremento del área cultivada habría tenido que ser proporcional al incremento de la población, lo que hubiera ocasionado un problema ambiental cuya magnitud dejaría sin piso las objeciones de quienes se oponen a la utilización de la biotecnología en la agricultura.

La población mundial continuará creciendo, y se estima que en el año 2030 llegará a los nueve mil millones. Este hecho ha llevado a los expertos en el tema a plantearse la pregunta: ¿qué debe hacer la humanidad para atender la superior demanda de alimentos que sobrevendrá sin aumentar más la presión sobre los recursos naturales de la Tierra?

A esto responden: "Es necesario apelar a la biotecnología, porque es una herramienta indispensable para contribuir a resolver el reto de lograr un desarrollo sostenible". Y aseguran que con la biotecnología se puede triplicar el rendimiento de las cosechas sin aumentar el área cultivada, y adicionalmente disminuir el uso de agroquímicos y preservar el suelo, los recursos hídricos, los bosques y el hábitat animal.

Después de estas reflexiones de carácter general, es pertinente considerar ciertos factores con respecto al cultivo de la caña de azúcar en el valle del río Cauca, que representan una amenaza para la competitividad de la agroindustria: 1) hay limitaciones para aumentar el área cultivada, por la poca disponibilidad de tierras aptas; 2) la productividad tiene aún cierto potencial de crecimiento, pero con limitaciones; 3) el recurso hídrico es cada día más escaso; 4) la presencia de nuevas plagas y enfermedades.

Hasta ahora estas amenazas se han contrarrestado gracias a las investigaciones de Cenicaña, que han dado como resultado un aumento de la productividad con la introducción de nuevas variedades, con una mejor información sobre los suelos y el impacto del clima en las diversas zonas agroecológicas, y con el desarrollo de novedosas herramientas para el manejo más eficiente del cultivo.

Frente a este escenario es prioritario que Cenicaña utilice todos los recursos que ofrece la biotecnología, especialmente la ingeniería genética, para obtener nuevas variedades en tiempos sustancialmente menores a los que demanda la técnica actualmente utilizada para lograrlo; variedades altamente productivas tanto en caña como en contenido de sacarosa, resistentes a plagas y enfermedades y tolerantes al déficit hídrico. Por supuesto, no es empresa fácil, pero tenemos la certeza de que si logramos estas metas aseguraremos la sostenibilidad de la agroindustria de la caña de azúcar en el largo plazo.

Rodrigo Belalcázar

Gerente General del Ingenio Manuelita S.A.

Productividad y competitividad

a partir del conocimiento, la información y la capacitación

Hoy el sector agroindustrial de la caña de azúcar de Colombia dispone de tecnologías que hacen más eficientes sus sistemas de producción en el campo y en la fábrica, con un manejo ambiental para garantizar su sostenibilidad en el largo plazo.

Adicionalmente cuenta con un *know how* sólido tanto en la investigación como en la industria y un valioso capital representado en bases de datos que reúnen investigaciones de Cenicaña, información meteorológica, de producción y bibliográfica y una caracterización de los productores.

La tecnología con enfoque de agricultura específica por sitio (AEPS), que comprende la caracterización de las zonas agroecológicas generadas con la integración de los datos de suelos y clima, es claro ejemplo de lo que representa este capital.

Sin embargo, la labor de Cenicaña va más allá de generar información, efectuar análisis y hacer recomendaciones. A través de eventos institucionales, publicaciones divulgativas y el uso de metodologías de educación para facilitar la capacitación, despliega su gestión de transferencia de la tecnología con la que busca que ingenios y cultivadores tengan mejores herramientas y criterios técnicos para aumentar su productividad.

El compromiso del sector es, por tanto, adoptar las tecnologías de campo y de mejoramiento de los procesos industriales para obtener mejores respuestas en términos de rentabilidad y sostenibilidad.

Entorno

El entorno tiene un gran impacto en los resultados de los sectores productivos y de sus desarrollos tecnológicos, bien sea por la influencia de factores incontrolables como el clima como por la competitividad que sectores de similar naturaleza obtienen con el fortalecimiento de la investigación e innovación.

Por esa razón, la acción conjunta de ingenios, cultivadores e investigadores debe ser la respuesta para hacer frente a esos factores.

La ocurrencia de las condiciones Niño - Niña o períodos normales con manifestaciones de diferente periodicidad afecta los planes de siembra y cosecha e incide marcadamente en la productividad. Ante esta situación, tres acciones de Cenicaña son de especial importancia:

- La selección de variedades específicas para cada ambiente (húmedo, semiseco y piedemonte) y su multiplicación en zonas agroecológicas utilizando un manejo agronómico con enfoque de AEPS®. Hoy el sector cuenta con variedades de adaptación diferencial a los ambientes de mayor relevancia en el área sembrada con caña de azúcar.
- La predicción de ocurrencia de los fenómenos Niño o Niña y su impacto en la región, basada tanto en el análisis e interpretación de las anomalías en el océano Pacífico como en la información generada en la región por la Red Meteorológica Automatizada del sector (RMA). Estas predicciones orientan la adopción e implementación de medidas preventivas.

  Así, por ejemplo, mientras en el segundo trimestre del año las agencias internacionales y nacionales proyectaban con alta probabilidad para finales de 2014 y hasta entrado el 2015 la ocurrencia de un Niño de intensidad moderada o fuerte, Cenicaña, gracias al análisis de la información, proyectó que de darse este evento, no se iniciaría tan temprano y sería de intensidad débil, como en los últimos meses lo están previendo las mencionadas agencias.
- El pronóstico de la producción con un modelo estadístico que incorpora los efectos del clima y la edad. Con el uso de dicho modelo, la incertidumbre obtenida con la información global de la industria es de ± 3 para el TCH y de ± 0.32 para el rendimiento comercial. Estudios complementarios en desarrollo y una mayor información sobre los procesos fisiológicos implicados contribuirán a hacer más confiable este modelo.

La productividad del sector refleja la respuesta de las tecnologías disponibles y adoptadas por los ingenios y los cultivadores bajo la influencia de los factores incontrolables, entre ellos el clima.

Durante 2014 las condiciones climáticas fueron favorables. La precipitación fue similar a la de dos años atrás, y aproximadamente 30% menor que la ocurrida en 2010 y 2011, años que estuvieron bajo la influencia del fenómeno La Niña. Es decir, en los últimos tres años se han presentado condiciones propicias para el cultivo y para la renovación de las plantaciones.

La producción promedio de caña en 2014 fue de 119 toneladas por hectárea, diez toneladas más que el año anterior. La mayor producción se obtuvo en las zonas semisecas: 123 toneladas de caña por hectárea. El rendimiento (%) promedio del sector fue de 11.6%, y el mejor rendimiento promedio se obtuvo en las zonas húmedas (11.8%). La edad promedio de corte fue de 12.9 meses. La molienda de caña fue de 24,283,380 toneladas y la producción de azúcar (equivalente azúcar y etanol) fue de 2,843,947 toneladas métricas.

Avances

Variedades

A diciembre 31 de 2014, en el valle del río Cauca el 95% del área sembrada con caña de azúcar lo estaba con variedades Cenicaña Colombia (CC); 52% de ella con CC 85-92 y 37%, con otras catorce variedades CC. Las variedades CC 93-4418 y CC 01-1940 ocupan 24% del área sembrada.

Los resultados obtenidos entre 2011 y 2014 para CC 93-4418, de mejor adaptación en ambiente semiseco, muestran una ventaja de quince toneladas de caña por hectárea en relación con otras variedades comerciales. El rendimiento (%) es muy similar al de ellas.

Para CC 01-1940, de mejor adaptación en ambiente húmedo, la ventaja frente a otras variedades comerciales en dichas condiciones es de catorce toneladas de caña por hectárea, y su rendimiento comercial es similar al de ellas.

La selección de nuevas variedades con respecto al contenido de sacarosa muestra su superioridad o igualdad frente al testigo, pero con características adicionales de mayor producción de caña o superior resistencia a enfermedades. Complementario a este proceso se desarrolla un proyecto dirigido a aumentar la frecuencia de genes que controlan la acumulación de sacarosa. En la población de clones más avanzada se seleccionan los mejores para cruzarlos entre ellos y promover la acumulación de genes favorables en sus progenies. Asimismo, se seleccionan los clones más sobresalientes que combinen alta sacarosa y buena producción, para su siembra y evaluación.

Esta metodología ha permitido pasar de una media de sacarosa (%) de 13.7% de la población original de 12,427 clones, a una media de 16.5% en 73 clones que están en la fase más avanzada.

Agronomía

Las investigaciones en agronomía contribuyen al ajuste del paquete tecnológico de acuerdo con las zonas agroecológicas y las variedades.

La evapotranspiración es una medida de la pérdida de agua del suelo por evaporación y de la planta por transpiración. Como tal, determina la demanda de agua del cultivo.

Con el uso de lisímetros se determinó que la evapotranspiración promedio del cultivo en la variedad CC 93-4418 en los primeros treinta días fue de 2.9 mm/día, y al final

de la fase de rápido crecimiento, de 6.8 mm/día. Esta información orienta el momento en que deben efectuarse los riegos y los volúmenes de agua requeridos.

El riego con caudal reducido, que actualmente se utiliza en cerca de 2361 hectáreas, tiene un potencial de uso en aproximadamente 60.000 hectáreas. Para la aplicación de esta tecnología se requiere información previa acerca de los tipos de suelos, la textura y la pendiente de las zonas donde se proyecta su uso. En el área mencionada existen suelos con diferentes texturas y pendientes que requieren diferentes caudales por surco.

Durante 2014 se complementó la información de los caudales requeridos por surco en once tipos de suelos, siete familias texturales y siete tipos de pendientes que van de <1% a 3%, información de relevancia al implementar la tecnología.

En 2013 se informó del beneficio en ambiente húmedo de la vinaza como un promotor de la actividad microbiológica del suelo. En 2014 se comprobó que ello se debe a que la respiración de los suelos con dicho tratamiento fue hasta nueve veces mayor que en los suelos no tratados, lo que se tradujo en un incremento de la productividad.

La dinámica del crecimiento del cultivo y la acumulación de sacarosa orientan las prácticas agronómicas y el momento de la cosecha. Un seguimiento a la sacarosa desde los 6.5 meses hasta los 14 meses en cuatro variedades indica que las variedades CC 85-92 y CC 93-4418 tienen un patrón de acumulación más temprano que CC 01-1940 y CC 06-791. Esta tendencia se confirmó en CC 01-1940 cuando se evaluó el efecto de los maduradores y su mejor momento de cosecha. Esta variedad ofrece más sacarosa con mayores dosis del madurador en comparación con las dosis convencionales y a una edad de cosecha de 14.5 meses.

CATE

La disponibilidad de equipos más livianos para el transporte de caña desde los campos a los sitios de trasbordo, así como de vagones de menor peso y mayor capacidad de carga, contribuye a disminuir los costos de transporte por tonelada entregada en fábrica.

Los avances del proyecto CATE han sido fundamentales para retornar al uso de vagones de autovolteo, que por transportar menos peso tienen menor incidencia en el levantamiento del cultivo. Asimismo, el diseño y validación de vagones de menor peso y mayor capacidad de transporte han mostrado favorables beneficios económicos.

Con el prototipo desarrollado en este proyecto luego de transportar 3.6 millones de toneladas de caña troceada se obtuvo una reducción del 9% en los costos del transporte.

Procesos de Fábrica

La mecanización de la cosecha implica ajustes a los procesos industriales de producción de azúcar y etanol. Con el uso del software ANSYS se determinaron los componentes y condiciones deseables para el diseño de una estación de limpieza en seco, alternativa para el manejo de la materia prima proveniente de campos cosechados mecánicamente.

Con el uso del mismo software se simularon las implicaciones de cambiar cuchillas fijas por cuchillas basculantes en una fábrica. Un ingenio acogió la propuesta, y logró reducir en veinte horas el tiempo perdido no programado en fábrica.

Con un mejor control de la extracción y regulación del agua de imbibición se pueden disminuir las pérdidas de sacarosa. El sistema de control desarrollado por Cenicaña para regular el agua aplicada en la extracción se ha implementado en cinco ingenios y se espera que próximamente sea adoptado en el 65% de la molienda. Los resultados obtenidos con su uso en 2014 muestran incrementos de 0.43% en el brix del jugo diluido, lo cual incide en menores costos de evaporación.

Este año también se entregó al sector una nueva versión de Ceniprof, herramienta de simulación que permite ajustar y mejorar los procesos en las fábricas; se realizó una caracterización de las calderas y se hicieron propuestas de mejora que han resultado en una mayor eficiencia del sistema de combustión.

En cuanto a la producción de etanol, existe la posibilidad de obtener mejoras en la fermentación. Uno de los aspectos críticos en la eficiencia de las levaduras es su requerimiento nutricional. Los estudios concluidos en este año identificaron las concentraciones de algunos elementos del sustrato de la levadura. Cuando estas condiciones se validaron se obtuvo un incremento en el alcohol producido entre 0.02-0.91 L/m^3*h.

El uso eficiente del agua en los procesos industriales contribuye a la sostenibilidad. Los primeros resultados del trabajo conjunto de Cenicaña y las fábricas de los ingenios en el último año llevaron a una reducción en el promedio ponderado de la captación de agua de 1.40-1.35 m^3/t caña.

Transferencia de tecnología

En 2014 concluyó un estudio de caracterización para conocer el grado de adopción de las nuevas tecnologías en el sector, que sirvió para diseñar e implementar el Programa de Aprendizaje y Asistencia Técnica (PAT).

Más de doscientas cincuenta horas de formación en cuatro tecnologías de producción de caña y una tecnología de fábrica compartieron durante el año investigadores y facilitadores del PAT, estos últimos profesionales vinculados con los ingenios Carmelita, Castilla, Incauca, La Cabaña, Manuelita, María Luisa, Mayagüez, Pichichí, Providencia, Riopaila, Risaralda y Sancarlos.

Asimismo, con el apoyo de Cenicaña, los ingenios realizaron ciento doce eventos de capacitación, en los que participaron sus empleados y cultivadores de caña de azúcar.

Los avances aquí presentados son resultado del trabajo conjunto de ingenios, cultivadores, Asocaña, entidades nacionales e internacionales e investigadores y todo el personal de Cenicaña. Gracias a esa colaboración y compromiso la agroindustria de la caña de azúcar cuenta con pilares sólidos para la sostenibilidad y mejoramiento de su productividad y competitividad.

Álvaro Amaya Estévez
Director general de Cenicaña

2014

El clima en el valle del río Cauca

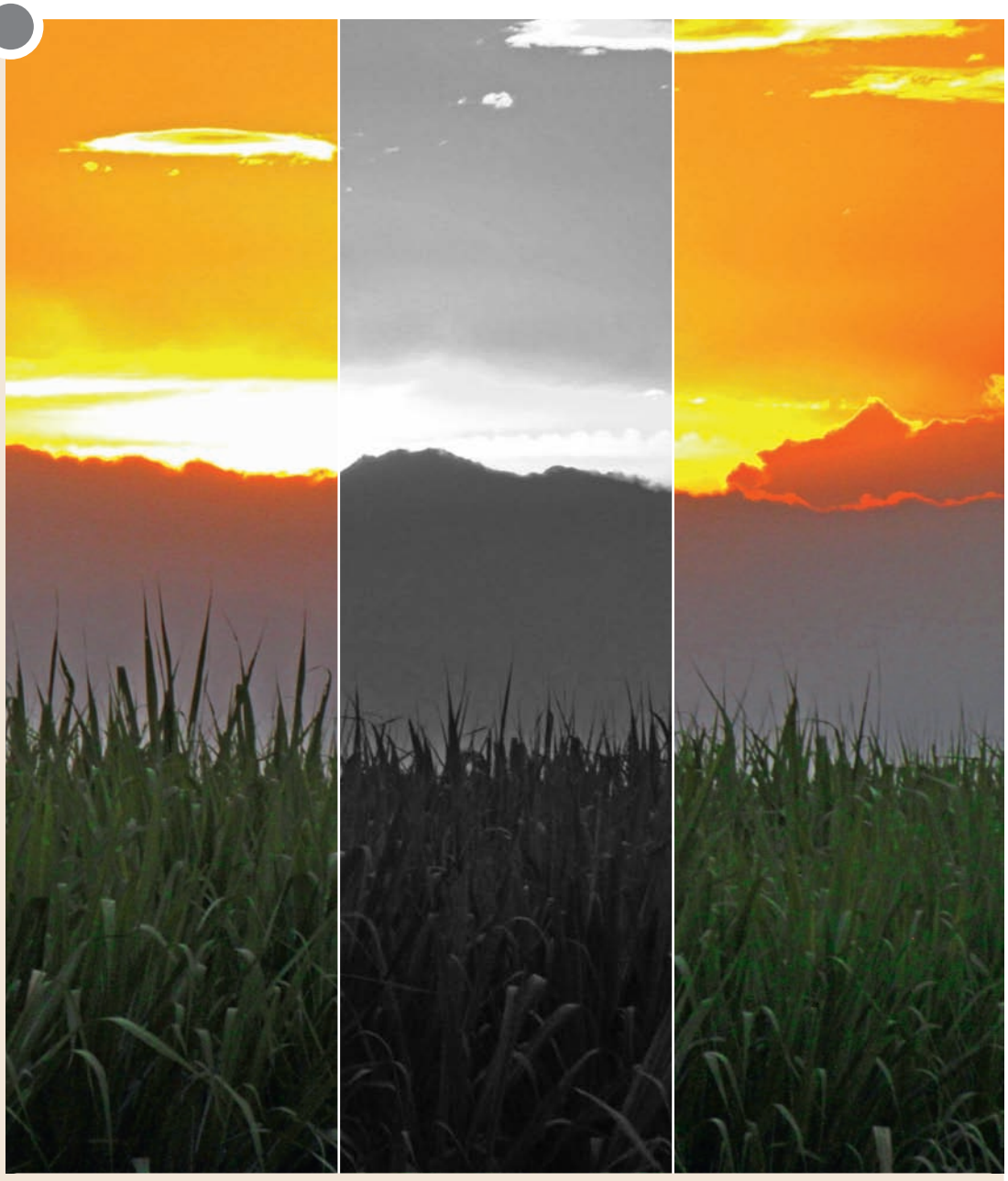
El siguiente análisis se realiza a partir de los datos horarios y diarios generados por treinta y cuatro estaciones que integran la Red Meteorológica Automatizada (RMA) y con los cuales se ha conformado una base datos climatológicos para el sector agroindustrial de la caña de azúcar.

La comparación y el análisis de los registros climatológicos obtenidos a través de las estaciones de la RMA durante más de veintiún años permiten concluir lo siguiente:

- En el periodo 1994-2014 en el valle del río Cauca, el 2014 es el año de la mayor temperatura máxima media: 30.5 °C (valor medio anual climatológico: 29.6 °C) y el de la mayor oscilación media diaria de temperatura: 11.6 °C (valor medio anual climatológico: 10.8 °C). (**ver Anexo I, páginas 128-129**).
- Junto con 2012 el 2014 es el año con la humedad relativa más baja (77%) de los últimos veintiún años en la región (valor medio anual climatológico: 80%).
- Con respecto a la temperatura media anual, 2014 también sobresale por presentar, junto con 2002, el tercer valor más alto (23.4 °C) frente a la media anual climatológica de 23.1 °C.

Las demás variables climatológicas básicas presentaron valores intermedios en el año:

- **Precipitación:** 1224 mm (valor medio anual climatológico: 1282 mm).
- **Número de días con precipitación:** 174 días (valor medio anual climatológico: 180 días).
- **Radiación solar media diaria**: 408 [cal/(cm^2xdía)] (valor medio anual climatológico: 410 [cal/(cm^2xdía)]).
- **Evaporación:** 1673 mm (valor medio anual climatológico: 1647 mm).
- **Temperatura máxima absoluta:** 37.3 °C (valor histórico: 39.2 °C, año 1997).
- **Temperatura mínima absoluta:** 12.9 °C (valor histórico: 12.3 °C, años 2011 y 2013).



Condiciones Niño - Niña en el océano Pacífico ecuatorial

En el primer trimestre del año en el océano Pacífico ecuatorial se tuvieron condiciones Niña (enfriamiento igual o mayor a 0.5 °C), respecto a la temperatura superficial media multianual para la época.

Durante abril y mayo, ya bajo condiciones normales (anomalía de la temperatura superficial del mar no mayor a ± 0.4 °C respecto a la temperatura media multianual), fue evidente la tendencia al calentamiento, lo que dio pie a que agencias internacionales declararan una alta probabilidad de formación de El Niño hacia mediados del año.

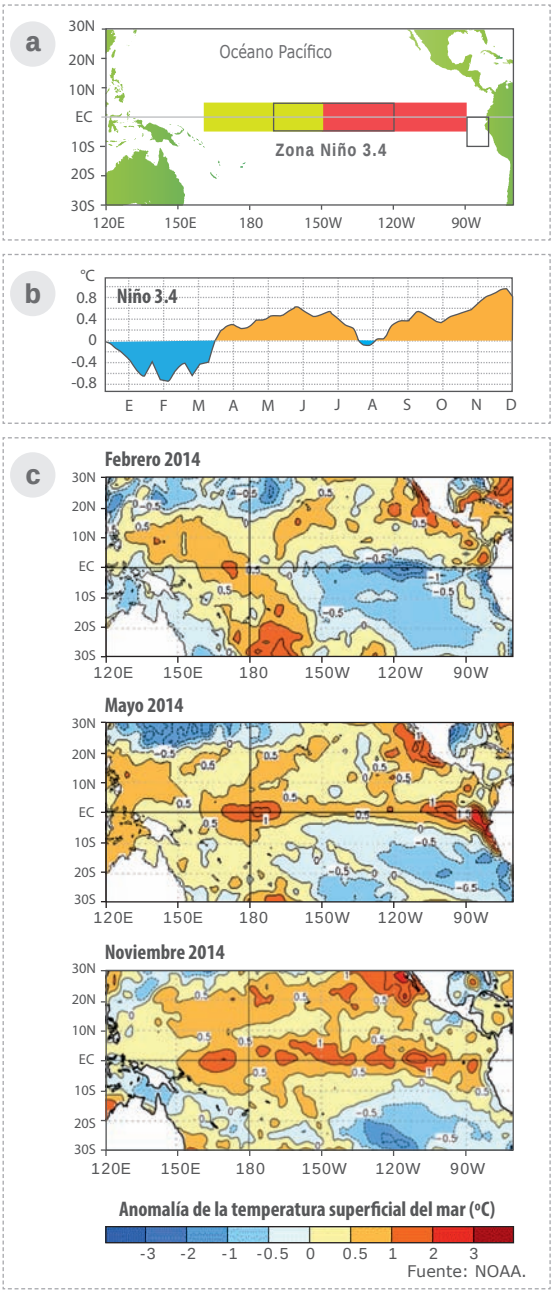
El calentamiento del océano cedió en junio y aunque en la última década de julio se presentó un leve enfriamiento de la superficie del océano, las condiciones normales continuaron hasta septiembre.

Entre agosto y septiembre se inició un nuevo calentamiento que propició la aparición, para el cuarto trimestre del año, de condiciones Niño (calentamiento igual o por encima de 0.5 °C, respecto a la temperatura superficial media multianual para esa época). Estas condiciones se intensificaron en noviembre y continuaron hasta finales de diciembre. De continuar las mismas condiciones durante enero y febrero de 2015 se conformaría un fenómeno El Niño.

En la **Figura 1** se observan: a) zonas para la caracterización y seguimiento de los fenómenos El Niño y La Niña en el océano Pacífico ecuatorial. Se resalta la zona Niño 3.4, que, bajo la influencia de estos dos eventos, es la que más afecta los patrones climáticos en el planeta; b) evolución, a través de los meses, de la anomalía de la temperatura superficial del mar; c) condiciones térmicas de la superficie del océano Pacífico tropical para tres distintas épocas del año.

Figura 1

Evolución durante 2014 de la anomalía de la temperatura superficial del mar (°C) en la parte central del océano Pacífico ecuatorial.



Fuente: NOAA.

En el **Cuadro 1** y las **Figuras 2**, **3** y **4** se presentan los valores de diferentes variables climatológicas para distintos periodos, comparándolos entre sí y/o con los respectivos valores medios multianuales del periodo 1994-2014.

Cuadro 1

Condiciones climáticas valle del río Cauca. Resumen de valores medios y extremos. Años 2013 y 2014 *versus* año climatológico. Periodo 1994-2014.

Variable climatológica	Semestre 1			Semestre 2			Año		
	2013	2014	Clima	2013	2014	Clima	2013	2014	Clima
Temperatura mínima absoluta (°C)	14.0	13.8	12.8	12.3	12.9	12.3	12.3	12.9	12.3
Temperatura mínima media (°C)	19.1	19.1	19.0	18.6	18.5	18.6	18.9	18.8	18.8
Temperatura media del aire (°C)	23.5	23.4	23.2	23.1	23.4	23.0	23.3	23.4	23.1
Temperatura máxima media (°C)	30.1	30.3	29.6	30.1	30.7	29.6	30.1	30.5	29.6
Temperatura máxima absoluta (°C)	37.8	37.3	37.8	35.7	36.1	39.2	37.8	37.3	39.2
Oscilación media diaria de la temperatura (°C)	10.9	11.2	10.6	11.3	12.1	11.0	11.1	11.6	10.8
Humedad relativa media (%)	78	78	80	77	75	79	78	77	80
Precipitación (mm)	627	664	695	539	560	587	1166	1224	1282
Días con precipitación (No.)	82	94	92	87	80	88	169	174	180
Evaporación (mm)	793	794	801	829	879	846	1621	1673	1647
Radiación solar media diaria [cal/(cm^{2}xdía)]	396	402	409	401	414	412	399	408	410

Fuente: RMA, Cenicaña.

Ver comparativo multianual de todos los años (1994-2014) en el **Anexo I, páginas 128-129.**

Figura 2

Temperaturas anuales del aire (°C). Valores medios y extremos en el valle del río Cauca. Periodo 1994-2014.

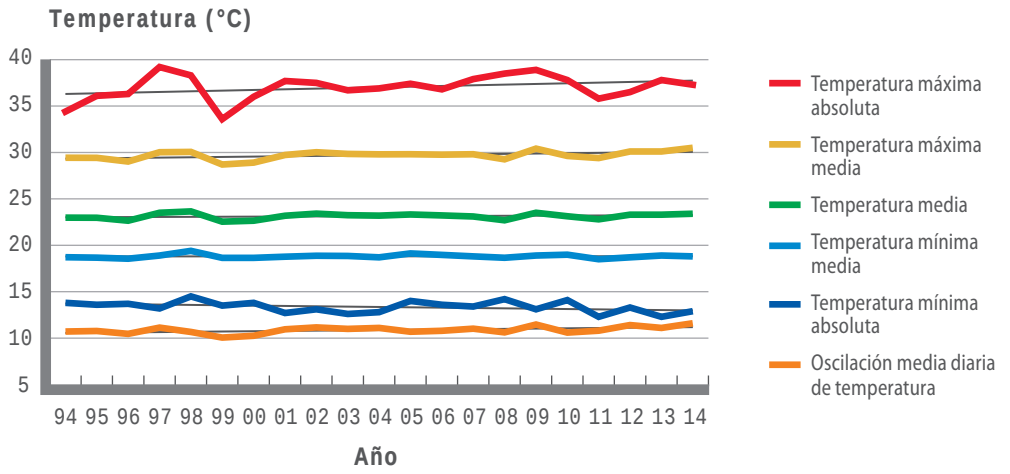


Figura 3

Precipitación, radiación solar media diaria y oscilación media diaria de temperatura. Valores mensuales promedio en el valle del río Cauca, años 2012, 2013 y 2014 *versus* año climatológico 1994-2014.

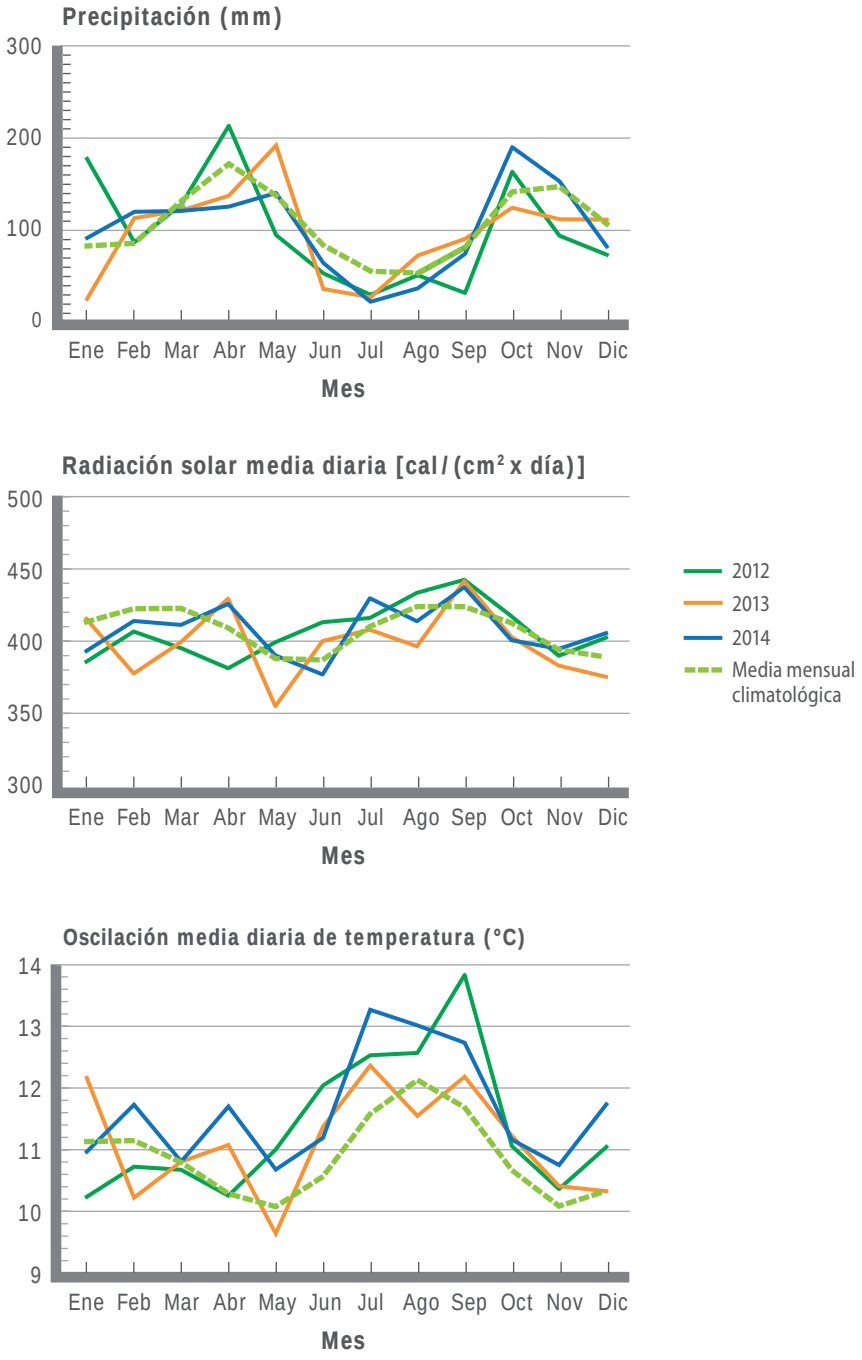
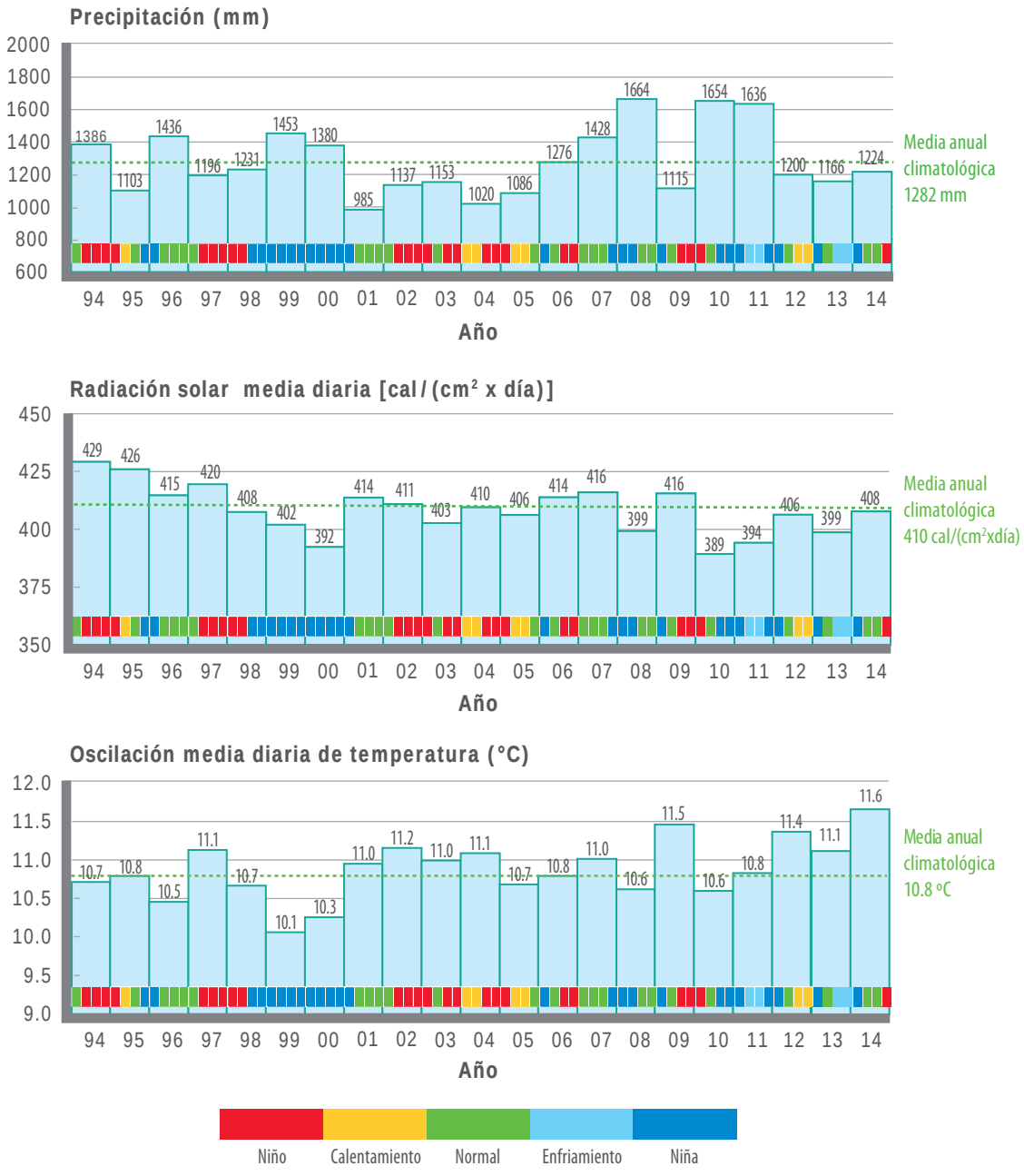


Figura 4

Precipitación, radiación solar media diaria y oscilación media diaria de temperatura. Valores anuales promedio valle del río Cauca, años 1994-2014 *versus* año climatológico 1994-2014 *versus* eventos Niño-Niña.



Fuente: RMA, Cenicaña.

Variabilidad climática

Durante 2014 la variabilidad climática intermensual fue bastante marcada. Los meses de abril, junio, julio y diciembre mostraron las mayores anomalías de las variables atmosféricas (**Cuadro 2**). A continuación se presenta un resumen del comportamiento de éstas en el transcurso del año:

Temperatura máxima media: presentó valores muy altos en los meses de abril, junio, julio y diciembre (30.8 °C, 30.5 °C, 32.1 °C y 30.4 °C), en comparación con los valores medios multianuales (28.8 °C, 29.6 °C, 30.1 °C y 29.1 °C). Además, durante la mayoría de los meses del año registró valores por encima de las medias climatológicas.

Oscilación media diaria de temperatura: tuvo un comportamiento similar a la temperatura máxima media. En abril, mayo, junio y julio mostró valores muy altos (11.7 °C, 11.2 °C, 13.3 °C y 11.7 °C) frente a los respectivos valores medios multianuales (10.3 °C, 10.6 °C, 11.6 °C y 10.3 ° C). En la mayoría de los meses también registró valores por encima de las medias climatológicas.

Radiación solar: presentó valores altos en abril, julio y diciembre (426, 430 y 406 [cal/(cm^2xdía)]) en comparación con sus respectivas medias climatológicas (407, 408 y 388 [cal/(cm^2xdía)]).

Precipitación: estuvo baja en abril, junio y agosto (126 mm, 65 mm y 37 mm) con respecto a los valores acostumbrados en estos meses (164 mm, 79 mm y 55 mm). En julio la precipitación (23 mm) fue muy baja en comparación con lo tradicional del mes (57 mm). En diciembre presentó valores normales en relación con lo acostumbrado (83 mm *vs.* 105 mm).

Número de días con lluvia: mostró un valor bajo en abril y agosto (17 y 10 días) si se compara con lo acostumbrado (19 y 11 días). En julio el valor fue bajo (8 días) frente a lo tradicional (12 días). En diciembre también fue bajo (12 días) en comparación con su valor medio multianual (15 días).

Evaporación: registró valores muy altos en abril y julio (144 mm y 158 mm) con relación a los respectivos valores tradicionales (136 mm y 148 mm), mientras que en enero presentó un valor más bajo que el normal para este mes (132 mm *vs.* 145 mm).

Humedad relativa del aire: fue muy por debajo en junio, julio y agosto (76%, 70% y 71%) frente a las respectivas medias mensuales multianuales (81%, 77% y 75%) y registró los valores más bajos en mayo y septiembre si se comparan con la respectiva media climatológica (80% y 73% *vs.* 83% y 77%).

Temperatura media del aire: presentó la anomalía más alta en julio (1.1 °C), cuando llegó a ser de 24.4 °C. La temperatura media mensual multianual para este mes es 23.3 °C. Esta variable atmosférica registró valores más altos que los acostumbrados en abril y junio (23.6 °C y 23.8 °C *vs.* 23.1 °C y 23.1 °C).

En enero y febrero, en condiciones La Niña en el océano Pacífico ecuatorial, la precipitación y el número de días con lluvia mostraron valores altos (92 mm y 120 mm y 13 y 15 días) con respecto a los acostumbrados en estos meses (78 mm y 86 mm y 12 y 13 días); también en octubre estas dos variables atmosféricas registraron valores altos frente a los habituales (190 mm *vs.* 137 mm y 20 días *vs*. 18 días, respectivamente).

Cuadro 2

Resumen de anomalías de variables climáticas durante 2014 en promedio para el valle del río Cauca respecto a los valores medios climatológicos multianuales del período 1994-2014.

Variable	Meses												Trimestres				Semestres		Año
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	T-1	T-2	T-3	T-4	S-1	S-2	
Temp. mínima media (°C)	0.2	-0.1	0.1	-0.2	0.1	0.4	0.3	-0.2	-0.1	0.1	-0.1	-0.2	0.1	0.2	0.0	0.0	0.1	0.0	0.1
Temp. media (°C)	0.1	-0.1	0.0	0.5	0.2	0.7	1.1	0.2	0.3	0.1	0.2	0.4	0.1	0.5	0.6	0.3	0.3	0.4	0.4
Temp. máxima media (°C)	0.0	0.5	0.1	2.0	0.6	0.9	2.0	0.7	0.8	0.5	0.5	1.3	0.2	1.2	1.2	0.8	0.6	1.0	0.8
Oscilación diaria de temp (°C)	-0.1	0.6	0.0	1.4	0.6	1.7	1.4	0.9	1.0	0.5	0.7	1.4	0.2	1.2	1.1	0.9	0.6	1.1	0.8
Evaporación (%)	93	96	97	111	101	99	110	103	107	96	99	104	95	103	106	99	98	102	101
Radiación solar (%)	96	99	98	105	101	98	105	99	104	98	101	105	98	101	102	101	99	102	101

Calificación *: Extrem. alto | Muy alto | Alto | Normal | Bajo | Muy bajo

Variable	Meses												Trimestres				Semestres		Año
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	T-1	T-2	T-3	T-4	S-1	S-2	
Humedad relativa (%)	-1	0	-1	-4	-3	-5	-7	-5	-4	-1	-2	-3	-1	-4	-5	-2	-2	-4	-3
Precipitación (%)	119	138	97	77	104	75	41	67	96	138	111	82	115	86	70	111	98	98	97
Días con precipitación (%)	110	116	108	89	101	95	67	83	97	110	98	79	111	95	83	97	102	91	97

Calificación *: Muy bajo | Bajo | Normal | Alto | Muy alto

* Calificación para la variable climática según su comportamiento en 2014, en comparación con su respectivo valor medio multianual (1994-2014).

El 2014 es el año de la mayor temperatura máxima media (30.5 °C) y de la mayor oscilación media diaria de temperatura (11.6 °C) para el valle del río Cauca en el periodo 1994 - 2014.

2014

Producción de caña y azúcar en el valle del río Cauca

El análisis descriptivo de productividad se realizó con los registros de las suertes cosechadas en tierras de ingenios y proveedores de caña de azúcar. Los resultados de campo, caña molida y azúcar producido se basan en los datos de trece ingenios*; y los demás resultados industriales corresponden a doce ingenios, cinco de ellos con producción dual de azúcar y etanol.

De acuerdo con el análisis comparativo entre los años 2013-2014, se registraron diferencias positivas en diez y siete indicadores de productividad, entre los que se encuentran toneladas de caña por hectárea (TCH), toneladas de caña por hectárea y mes (TCHM), toneladas de azúcar por hectárea (TAH), toneladas de azúcar por hectárea y mes (TAHM), rendimiento comercial (%), toneladas totales de caña molida, azúcar y etanol producido, pérdidas de sacarosa en bagazo y en miel final y pérdidas indeterminadas, además de sacarosa % caña. Las diferencias negativas correspondieron a tres indicadores (uno de campo y dos de fábrica).

Durante 2014 la precipitación anual (mm=litros/m^2) fue de 1224 mm, 58 mm más que en 2013. El primer semestre de 2014 superó al segundo en 104 mm. Además, la precipitación de 2014 fue inferior en 58 mm al valor multianual (1282 mm) para el periodo 1994-2014. La radiación solar media diaria de 2014 (408 cal/cm^2xdía) superó la de 2013 en 9 cal/cm^2xdía y fue 2 cal/cm^2xdía inferior a la multianual (410 cal/cm^2xdía). La oscilación de la temperatura fue superior a la de 2013 en 0.5 °C/día y superior a la multianual en 0.8 °C/día.

En general, la condición climática externa durante 2014 fue normal y permitió la realización de labores de campo de manera oportuna y con buena calidad.

* Ingenios: Carmelita, Central Tumaco, Incauca, La Cabaña, María Luisa, Manuelita, Mayagüez, Pichichí, Providencia, Riopaila-Castilla (dos plantas), Risaralda y Sancarlos.

Resultados generales

El resumen de los indicadores de productividad de la agroindustria entre enero y diciembre de 2013 y 2014 se presenta en el **Cuadro 3**. De su análisis se concluye lo siguiente:

- A 31 de diciembre de 2014 había sembradas en el valle del río Cauca 230,303 ha de caña de azúcar para la producción de azúcar y etanol, de las cuales se cosecharon 197,253 ha.
- La caña de azúcar se distribuyó en 27,791 suertes, y al momento de la cosecha tenía en promedio 12.9 meses de edad y 5 cortes. En el 88.3% del área se cosecharon las variedades CC 85-92, CC 93-4418, CC 84-75, CC 01-1940 y CC 01-1228.
- Los ingenios molieron 24,283,380 toneladas de caña y produjeron 2,843,947 toneladas de azúcar (incluido lo desviado a la producción de etanol).
- La producción total de etanol fue de 406,544,000 litros.
- En comparación con 2013, durante 2014 se registró una disminución en el número de cortes (0.3 cortes), la fibra % caña (0.16%), y las pérdidas de sacarosa en cachaza (0.01%).
- Los indicadores que aumentaron fueron: área cosechada y número de suertes cosechadas (3781 ha y 1003 suertes), edad de corte (0.51 meses), toneladas de caña y azúcar por hectárea (10.37 TCH y 1.23 TAH), toneladas de caña y azúcar por hectárea mes (0.5 TCHM y 0.06 TAHM), toneladas totales de caña molida y azúcar producido (2,909,184 y 358,259), sacarosa % caña (0.07 unidades porcentuales), pérdidas de sacarosa en bagazo y en miel final y pérdidas indeterminadas (0.02, 0.13 y 0.23 unidades porcentuales, respectivamente) y etanol (18,691,000 litros).

Cuadro 3

Indicadores de productividad de la agroindustria azucarera colombiana. Años 2013 y 2014.

Indicador *	Trimestres 2014				Enero-Diciembre		Diferencia 2014-2013 % - ºC	Desviación estándar 2014
	Primero	Segundo	Tercero	Cuarto	2013	2014		
Campo								
Área neta sembrada en caña (ha)	-	-	-	-	225,560	230,303	2.1	
Área cosechada (ha)	46,018	44,009	57,728	49,497	193,472	197,253	2.0	
Número de suertes cosechadas	6471	6611	7997	6712	26,788	27,791	3.7	
Edad de corte (meses)	13.0	12.9	12.8	13.1	12.4	12.9	4.1	1.3
Número de corte	5.0	5.0	4.9	5.1	5.3	5.0	-6.5	4.0
Toneladas de caña por hectárea (TCH)	118.0	117.4	121.4	119.3	108.8	119.2	9.5	25.7
Toneladas de caña por hectárea mes (TCHM)	9.2	9.2	9.6	9.2	8.8	9.3	5.6	2.0
Toneladas de azúcar por hectárea (TAH)	13.4	13.2	14.6	13.8	12.6	13.8	9.8	3.1
Toneladas de azúcar por hectárea mes (TAHM)	1.05	1.04	1.15	1.06	1.02	1.08	5.9	0.24
Rendimiento comercial (%) [1]	11.4	11.3	12.0	11.6	11.6	11.6	0.2	1.2
Fábrica								
Toneladas totales de caña molida [2]	5,909,077	5,315,408	7,070,792	5,988,103	21,374,196	24,283,380	13.6	
Toneladas totales de azúcar producido [3]	668,234	603,529	865,760	706,425	2,485,689	2,843,947	14.4	
Rendimiento real en base a 99.7% Pol [4]	11.46	11.32	12.16	11.55	11.63	11.63	0.0	
Fibra % caña	15.29	14.97	14.32	15.38	15.14	14.98	-1.1	
Sacarosa aparente % caña	13.04	12.91	13.78	13.19	13.19	13.26	0.5	
Pérdidas de sacarosa en bagazo % sacarosa caña	3.97	3.87	3.47	3.79	3.74	3.76	0.4	
Pérdidas de sacarosa en cachaza % sacarosa caña	0.59	0.55	0.45	0.61	0.56	0.55	-2.32	
Pérdidas de sacarosa indeterminadas % sacarosa caña	1.29	1.37	1.18	1.77	1.30	1.53	17.3	
Pérdidas de sacarosa en miel final % sacarosa caña	6.28	6.38	6.70	6.41	6.49	6.62	2.0	
Litros de etanol (miles)	100,207	93,530	107,966	104,841	387,854	406,544	4.8	
Clima (datos de 34 estaciones RMA) [5]								
Precipitación (mm)	333	331	134	426	1166	1224	2.4	
Oscilación media diaria de la temperatura (°C)	11.2	11.2	13.0	11.2	11.1	11.6	0.6 ºC	
Radiación solar media diaria (cal/cm²xdía)	406	398	427	400	399	408	2.2	
Condición climática externa	Niña	Normal	Normal	Niño	Normal	Normal		

* Los datos de campo, rendimiento comercial y toneladas totales de caña molida y azúcar producido corresponden a trece ingenios: Carmelita, Central Tumaco, Incauca, La Cabaña, María Luisa, Manuelita, Mayagüez, Pichichí, Providencia, Riopaila-Castilla (dos plantas), Risaralda y Sancarlos. Los datos de rendimiento real, fibra, sacarosa aparente y pérdidas de sacarosa 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 Interingenios: Carmelita, Incauca, La Cabaña, María Luisa, Manuelita, Mayagüez, Pichichí, Providencia, Riopaila-Castilla (dos plantas), Risaralda y Sancarlos. Los datos de etanol producido corresponden a cinco ingenios: Incauca, Manuelita, Mayagüez, Providencia y Risaralda.

1. Rendimiento comercial: Porcentaje (%) de azúcar (en peso) recuperado por tonelada de caña molida. Resultado promedio ponderado por las toneladas totales de caña molida.
2. Toneladas totales de caña molida: Comprende la caña en existencia en patios más la caña que entra durante el período menos el saldo en patios al finalizar el período (existencias + caña entrada – saldo patios).
3. Toneladas totales de azúcar producido: Suma de las toneladas totales de las diferentes clases de azúcar producido, incluido lo desviado a la producción de etanol.
4. Rendimiento real: Porcentaje (%) de azúcar neto (en peso) obtenido por tonelada de caña molida, en donde 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 período 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.
5. RMA: Red Meteorológica Automatizada de la agroindustria colombiana de la caña de azúcar.

Valores medios multianuales 1994-2014	Precipitación (mm)	Oscilación media diaria de la temperatura (°C)	Radiación solar media diaria (cal/cm²xdía)
Primer trimestre	301	11.0	420
Segundo trimestre	394	10.3	395
Tercer trimestre	191	11.8	420
Cuarto trimestre	396	10.4	398

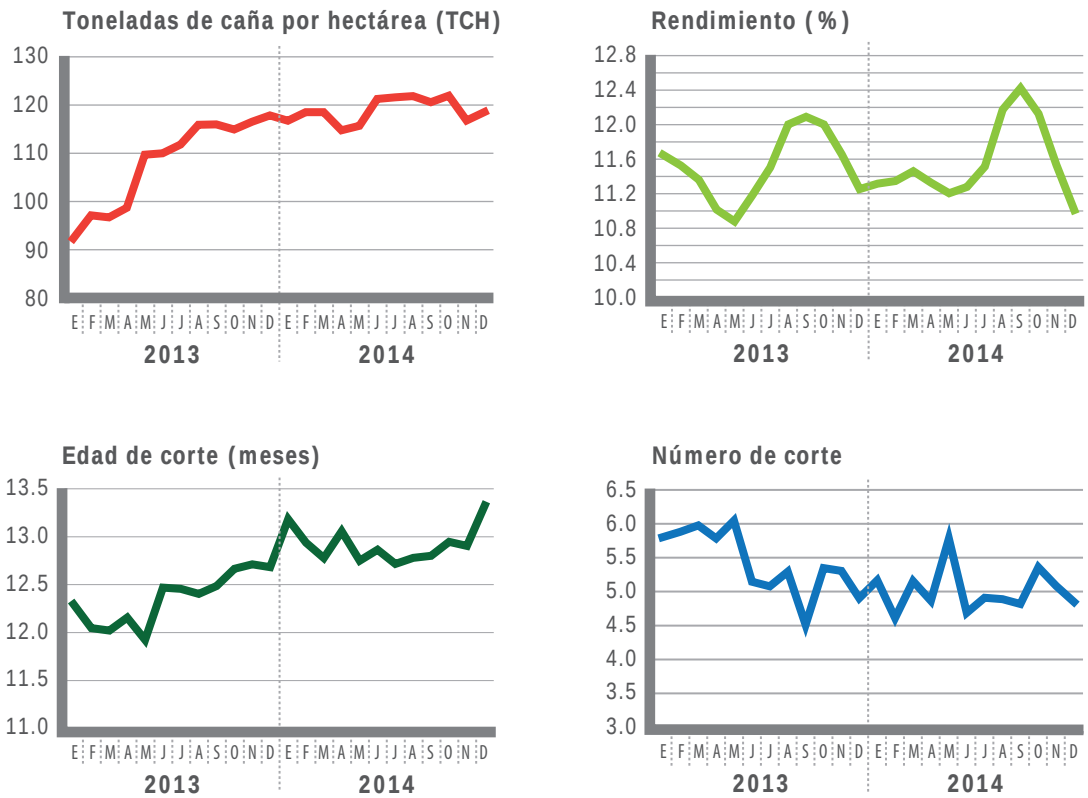
Observaciones en el campo

En 2014 se obtuvieron 10.37 TCH más que en 2013. El pico de producción se registró en el tercer trimestre del año, cuando alcanzó 121 TCH. Mensualmente se presentó un comportamiento creciente de TCH a partir de mayo (por encima de 120 TCH) hasta octubre y diciembre (119 TCH). Un factor importante en el incremento de TCH durante el año fue la adopción de variedades nuevas y el incremento de la edad de cosecha, que se mantuvo por encima de los 12.5 meses (13.5 meses fue la edad ideal de corte desde el punto de vista biológico) y terminó el año por encima de 13 meses (**Cuadro 3, Figura 5**).

El rendimiento comercial en azúcar presentó su histórico comportamiento bimodal, con un pico de 11.5% en el primer semestre (marzo) y 12.4% en el segundo semestre (septiembre). Este incremento en el segundo semestre se puede asociar a la oscilación de temperatura, que fue de 13 °C en septiembre, con una media de 13.1 °C en el tercer trimestre del mismo año (**Cuadro 3, Figura 5**).

Figura 5

Indicadores de productividad de campo en la agroindustria azucarera colombiana en 2013 y 2014. Datos de trece ingenios.



Los incrementos en TAH están asociados a los aumentos de TCH y del rendimiento comercial en el primer y tercer trimestre con respecto a 2013. Los aumentos de TCHM y TAHM corresponden a los incrementos de caña y azúcar por hectárea.

Los indicadores TCH, TCHM, TAH y TAHM aumentaron en todos los ambientes. Con respecto a 2013, el ambiente húmedo registró el menor incremento de toneladas de caña por hectárea (9.2 TCH más), seguido del ambiente semiseco (10.5 TCH adicionales) y el piedemonte (15.3 TCH más). La combinación de este indicador con el rendimiento comercial y la edad de cosecha se tradujo en un incremento de 0.1 toneladas de azúcar por hectárea y por mes frente a 2013 (**Cuadro 4**).

Cuadro 4

Productividad de la caña de azúcar en tres ambientes de cultivo en el valle del río Cauca. Valores promedio ± la desviación estándar de los años 2013 y 2014.

Variable	Ambiente semiseco		Ambiente húmedo		Ambiente de piedemonte	
	2013	2014	2013	2014	2013	2014
Edad (meses)	12.4 ± 0.9	12.8 ± 1.1	12.2 ± 1	12.8 ± 1.3	12.4 ± 1	13.1 ± 1.2
Corte	5.7 ± 4.2	5.3 ± 4.2	5 ± 4	4.8 ± 3.9	4.2 ± 3	4.2 ± 3.1
TCH	112.8 ± 24.3	123.3 ± 23.5	103.8 ± 25.4	113 ± 25.2	94.7 ± 25.3	110 ± 23.7
TCHM	9.1 ± 1.9	9.7 ± 1.8	8.6 ± 2.1	8.9 ± 2	7.7 ± 2	8.5 ± 1.9
TAH	13 ± 3.1	14.2 ± 2.9	12.1 ± 3.3	13.3 ± 3.2	11.3 ± 3.3	13.3 ± 3.1
TAHM	1.05 ± 0.23	1.12 ± 0.22	0.99 ± 0.26	1.05 ± 0.24	0.91 ± 0.26	1.03 ± 0.24
Rendimiento (%)	11.6 ± 1.2	11.5 ± 1.2	11.6 ± 1.3	11.8 ± 1.2	11.9 ± 1.2	12.1 ± 1.4

Un factor importante en el incremento de TCH durante el 2014 fue la adopción de variedades nuevas y el aumento de la edad de cosecha, que se mantuvo por encima de los 12.5 meses y terminó el año por encima de 13 meses.

Variedades de caña de azúcar

Las variedades más cosechadas en 2014 fueron CC 85-92 (63.62%), CC 93-4418 (12.73 %), CC 84-75 (5.6 %) y CC 01-1940 (5%). Estas cifras evidencian todavía una fuerte influencia de CC 85-92 en los resultados de productividad, pero el aumento en el área cosechada de las variedades CC 93-4418 y CC 01-1940 (4.18% y 3.3% del área total cosechada, respectivamente) en relación con 2013 influye en el incremento de las toneladas de caña por hectárea sin detrimento del rendimiento comercial (**Cuadro 5**).

El censo de variedades a 31 de diciembre de 2014 mostró que el área sembrada con CC 85-92 disminuyó en 8.5% frente a 2013, y CC 93-4418 aumentó en 0.5%. La variedad de mayor crecimiento fue CC 01-1940 con un 6.3% más de área sembrada que en 2013; CC 93-4181 también incrementó su área en 1.5% (**Cuadro 6**). Estos porcentajes se refieren al área total sembrada en cada uno de los años.

Cuadro 5

Participación de las variedades comerciales y semicomerciales en el área cosechada. Datos de trece ingenios. 2013 y 2014.

Variedad	Participación en el área cosechada (%)	
	2013	2014
CC 85-92	71.04	63.62
CC 93-4418	8.55	12.73
CC 84-75	7.53	5.60
CC 01-1940	1.68	5.00
CC 01-1228	0.89	1.33
V 71-51	1.70	1.18
SP 71-6949	0.46	1.12
CC 93-4181	0.96	0.98
PR 61-632	1.14	0.97
CC 98-72	0.21	0.86
CC 93-3826	0.80	0.78
CC 92-2198	0.76	0.66
CC 93-3895	0.48	0.41
RB 73-2223	0.09	0.37
CC 92-2804	0.45	0.33
CC 97-7170	0.09	0.31
MZC 74-275	0.31	0.24
Otras	2.86	3.52
Total	100.0	100.0

Cuadro 6

Participación de las variedades comerciales y semicomerciales en el área sembrada. Datos de trece ingenios. 2013 y 2014.

Variedad	Participación en el área sembrada (%)	
	2013	2014
CC 85-92	60.5	52.0
CC 93-4418	12.1	12.5
CC 01-1940	5.5	11.8
CC 84-75	5.7	4.3
CC 93-4181	1.0	2.5
SP 71-6949	1.1	1.5
CC 01-1228	1.3	1.4
V 71-51	1.3	1.0
PR 61-632	1.0	0.8
CC 98-72	0.8	0.8
CC 93-3826	0.8	0.7
CC 92-2198	0.7	0.6
CC 97-7170	0.3	0.6
RB 73-2223	0.3	0.6
CC 01-746	0.1	0.5
CC 00-3257	0.1	0.3
Misceláneas y otras	4.3	4.2
Renovación	3.1	3.7
Total	100.0	100.0

El **Cuadro 7** muestra el incremento absoluto y porcentual en área sembrada (dos últimas columnas) que tuvieron las nuevas variedades CC en 2014 con respecto al área que cada una de ellas tenía en 2013. Se destaca CC 01-1940 con un incremento de 117.9% (14,732 ha más que en 2013) y CC 93-4181 con un incremento de 162.7% (3570 ha más que en 2013). El área sembrada con CC 85-92 se redujo durante 2014 en 16,685 ha (12.2% de lo que tenía en 2013).

En **Anexos II (páginas 130-133)** se muestra en detalle los indicadores de productividad de las variedades Cenicaña Colombia (CC) discriminados por zona agroecológica.

El índice de margen operacional (IMO) de las variedades más destacadas en cada uno de los ambientes se resume en la **Figura 6**, la cual proyecta en su eje derecho el IMO (como porcentaje consolidado de toda la industria en 2014) a partir de las toneladas de caña por hectárea, el rendimiento, y los valores promedio del precio del azúcar con los respectivos costos de campo, cosecha y fábrica. En el ambiente semiseco, el IMO de CC 93-4418, CC 01-1940 y CC 93-4181 estuvo por lo menos un 13% por encima de la industria; en el ambiente húmedo, el IMO de CC 01-1940 superó en 10% al de la industria; y finalmente, en el ambiente de piedemonte se destacaron CC 93-4418 y CC 01-1940 con un índice de margen operacional por encima de la industria en 9% y 22%, respectivamente.

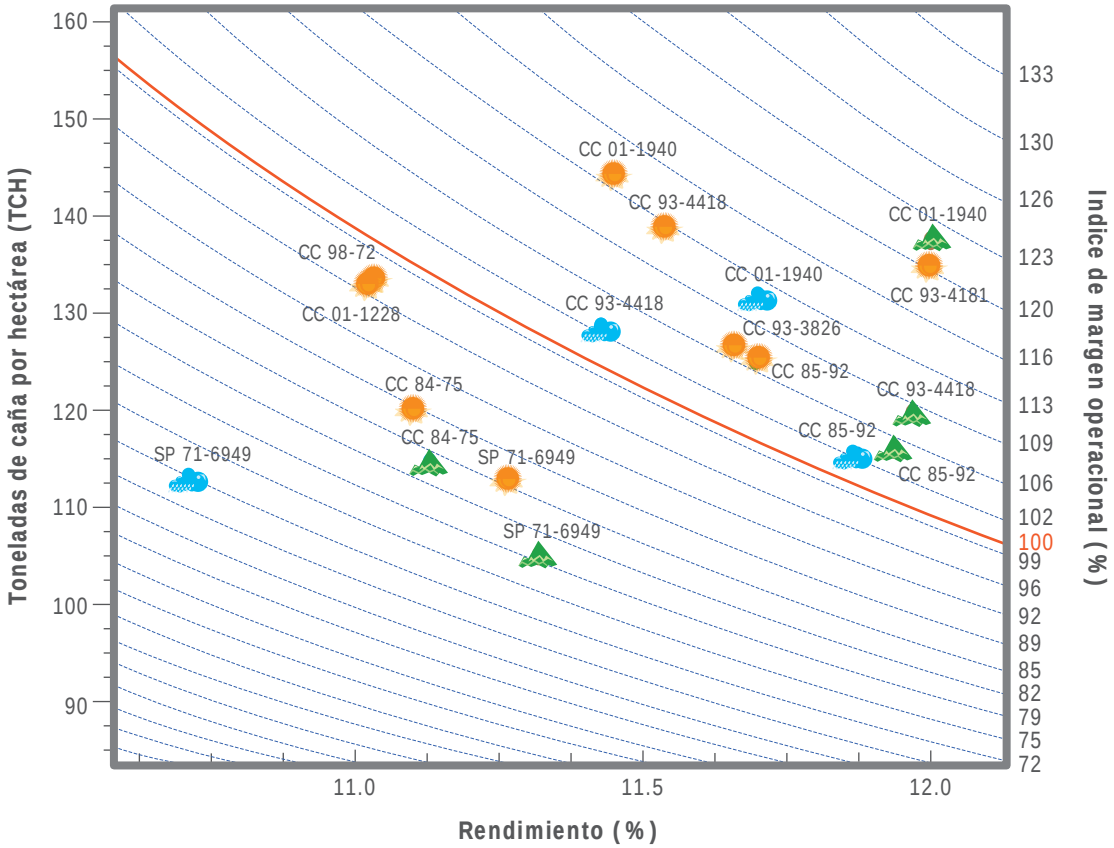
Cuadro 7

Distribución de las variedades sembradas a diciembre 31 de 2014.

Variedades	2014		2013		Diferencia 2014-2013	
	ha	%	ha	%	ha	%
CC 85-92	119,700	52.0	136,384	60.5	-16,685	-12.2
CC 93-4418	28,893	12.5	27,185	12.1	1709	6.3
CC 01-1940	27,227	11.8	12,495	5.5	14,732	117.9
CC 84-75	9997	4.3	12,908	5.7	-2911	-22.6
CC 93-4181	5764	2.5	2194	1.0	3570	162.7
SP 71-6949	3464	1.5	2433	1.1	1031	42.4
CC 01-1228	3213	1.4	2872	1.3	341	11.9
V 71-51	2322	1.0	2862	1.3	-540	-18.9
PR 61-632	1946	0.8	2173	1.0	-226	-10.4
CC 98-72	1853	0.8	1860	0.8	-8	-0.4
CC 93-3826	1636	0.7	1769	0.8	-133	-7.5
CC 92-2198	1486	0.6	1641	0.7	-155	-9.5
CC 97-7170	1386	0.6	734	0.3	652	88.8
RB 73-2223	1367	0.6	783	0.3	583	74.5
CC 01-746	1049	0.5	269	0.1	780	289.7
Renovación	8560	3.7	6991	3.1	1569	22.4
Misceláneas y otras	10,440	4.5	10,005	4.4	435	4.3
Total	230,303	100.0	225,560	100.0	4743	2.1

Figura 6

Índice de margen operacional (IMO) de las principales variedades en cada uno de los ambientes. Datos de trece ingenios en 2014



Variedad para ambiente semiseco

Variedad para ambiente húmedo

Variedad para ambiente de piedemonte

El censo de variedades a 31 de diciembre de 2014 mostró que el área sembrada con CC 85-92 disminuyó en 8.5% frente a 2013 y CC 93-4418 aumentó en 0.5%.

Observaciones de fábrica

En 2014 el sector superó el récord de 2009 en producción de caña molida y azúcar. Las mayores diferencias con respecto a 2013 se presentaron entre enero y mayo, cuando la molienda mensual pasó en promedio de 1,350,000 t a 1,830,000 t, y el azúcar producido, de 158,200 t a 205,800 t. La producción de etanol también registró el mayor valor obtenido hasta el momento: 406,544,000 litros, lo que equivale a un incremento del 4.8% frente al año anterior.

Como es normal, los mayores valores de sacarosa se presentaron entre agosto y octubre; sin embargo, los incrementos reportados entre marzo y junio (cerca de 0.2 unidades) también contribuyeron al incremento promedio de este indicador.

El promedio ponderado anual de fibra industrial % caña disminuyó en 2014 con respecto a 2013; pero un análisis por trimestres indicó que en el cuarto trimestre de 2014 los valores de fibra fueron mayores que los correspondientes al mismo periodo de 2013. Esta situación se explica, en gran medida, por un mayor contenido de sólidos insolubles en el jugo diluido, que aumentó debido a las mayores precipitaciones.

El incremento promedio de las pérdidas en miel final frente a 2013 estuvo asociado principalmente a la pureza del jugo diluido, de tal manera que en los meses de julio, agosto y diciembre, cuando la pureza del jugo diluido fue mayor, aumentó también el contenido de impurezas procesadas por la fábrica, y por consiguiente las pérdidas en miel final fueron mayores.

La mayor precipitación en el cuarto trimestre de 2014 contribuyó a incrementar en este periodo en 0.42 unidades en promedio las pérdidas indeterminadas, lo cual influyó significativamente en el aumento de 0.23 unidades en el promedio anual.

Los incrementos en las pérdidas en miel final e indeterminadas condujeron a que la recuperación en fábrica se redujera en promedio de 87.9 kg de sacarosa recobrados en azúcar en 2013 a 87.6 kg recobrados en 2014. Es importante anotar que el área de caña cosechada mecánicamente pasó de 38% a 46% entre los años 2013 y 2014, con lo cual aumenta el porcentaje de impurezas que procesan las fábricas y se afectan principalmente los procesos entre jugo diluido y azúcar (eficiencia de elaboración).

Pronóstico de productividad para 2015

El pronóstico de la productividad para 2015 se realizó con base en el comportamiento que tendrán las variables meteorológicas en una condición climática normal, la edad de cosecha (12.5, 13 y 13.5 meses), las condiciones de área cosechada por variedad en las que terminó el 2014 y mediante métodos estadísticos que suponen como autorregresivas las series de TCH y rendimiento comercial.

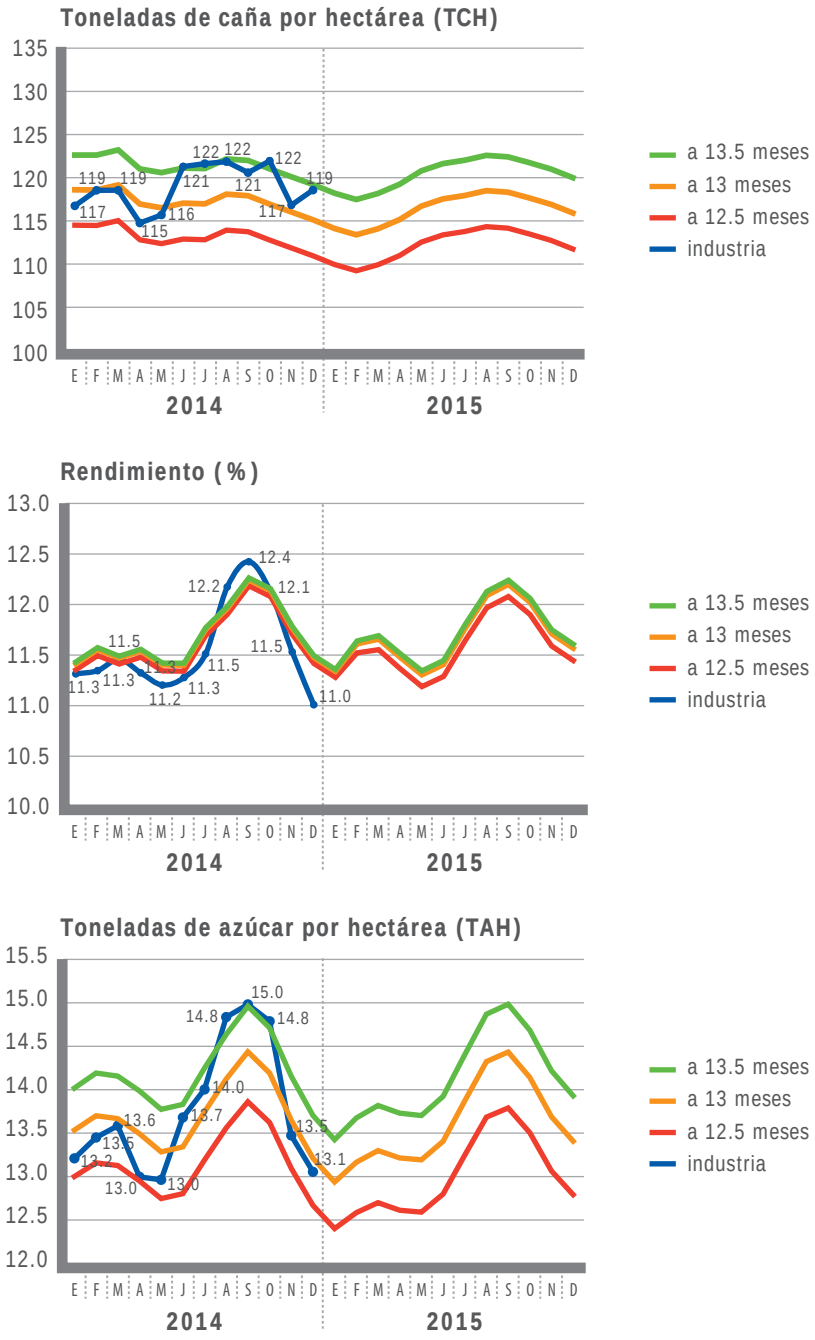
Según estas condiciones se puede esperar que:

- Las toneladas de caña por hectárea tengan un incremento a partir de marzo de 2015, y se alcance un promedio de 123 TCH (**Figura 7**).
- El rendimiento comercial presente sus dos picos de cada semestre, y que el último supere el 12%.
- Las toneladas de azúcar por hectárea tengan un comportamiento creciente hacia el segundo semestre y alcancen las 15 TAH, estimándose a una edad de corte de 13.5 meses.

En general, en los pronósticos de TCH y rendimiento tiene gran peso la productividad de CC 85-92, que en diciembre de 2014 terminó con un 58% del área cosechada. En cuanto a las demás variedades, se tiene que el TCH y el rendimiento de diciembre de 2014 (119 TCH y 12%) están asociados con los siguientes porcentajes del área cosechada para el mismo mes: CC 93-4418, 15.9%; CC 01-1940, 7.9%; variedades CC nuevas, 4.9%, y otras variedades,13.5%.

Figura 7

Tendencia de la productividad en 2015.



Adopción varietal y proyección de la productividad para 2015

El pronóstico de productividad de 2015 (**Figura 7**) se realizó con un modelo de series temporales al que se le incluyeron variables explicativas (clima y edad). Los valores futuros de TCH y rendimiento comercial se calcularon teniendo en cuenta el valor de éstas y suponiendo que las demás condiciones que afectan la productividad se mantendrán constantes, tal como sucede con el área sembrada y cosechada con las nuevas variedades (CC).

Para proyectar la productividad para 2015 a medida que se va realizando la renovación varietal, se analizó la tendencia mensual del TCH de los tres primeros cortes de tres variedades (CC), un grupo de nuevas variedades (CC) y otras variedades entre 2012 y 2014 (**Figura 8**). En el análisis es posible afirmar que la variedad CC 01-1940 supera en promedio a CC 85-92 en 16 TCH (lo cual se advierte después de que ésta se estabilizó en 2013); así mismo, CC 93-4418 y las nuevas variedades Cenicaña Colombia superan a CC 85-92 en 14 TCH y 9 TCH, respectivamente; las otras variedades tienen un tonelaje similar a CC 85-92.

Estos resultados corresponden a áreas de 13,141 ha, 40,723 ha y 25,218 ha para CC 01-1940, CC 93-4418 y nuevas CC, respectivamente, entre 2012 y 2014.

Lo anterior indica que en la medida en que estas nuevas variedades ocupen más área sembrada en el valle del río Cauca el TCH promedio aumentará a los niveles establecidos por ellas. Como la adopción es gradual, en la **Figura 9** se muestra el TCH que se hubiera obtenido en 2014 (línea azul clara) si el porcentaje de área cosechada hubiera sido de 50% en CC 85-92, 15% en CC 93-4418, 15% en CC 01-1940, 14% en las nuevas variedades Cenicaña Colombia y 6% en otras variedades, y se calcula que en promedio el TCH de 2014 hubiera sido superior en aproximadamente 3.3 toneladas de caña por hectárea en cada uno de los meses.

Con una edad de cosecha de 13.5 meses y estos mismos porcentajes se puede establecer un techo a alcanzar gradualmente durante 2015 en la medida en que esos porcentajes de área cosechada se logren (**Figura 9**), pudiéndose superar la barrera de las 125 toneladas de caña por hectárea en el segundo semestre de 2015.

En cuanto al rendimiento, en la **Figura 8** se observa que las nuevas variedades han estado en promedio 0.2% por debajo de CC 85-92, tendencia que no se afectará negativamente cuando se alcancen los porcentajes de área cosechada esperados (**Figura 9**), y puede llegarse a unas toneladas de azúcar por hectárea ideales de 14.5 TAH, que superan los pronósticos en 0.4 TAH, los cuales equivaldrían a 76,000 toneladas de azúcar de más por cuenta de la adopción varietal.

Figura 8

Tendencia mensual de TCH, Rendimiento y TAH de tres variedades CC, nuevas CC y otras variedades

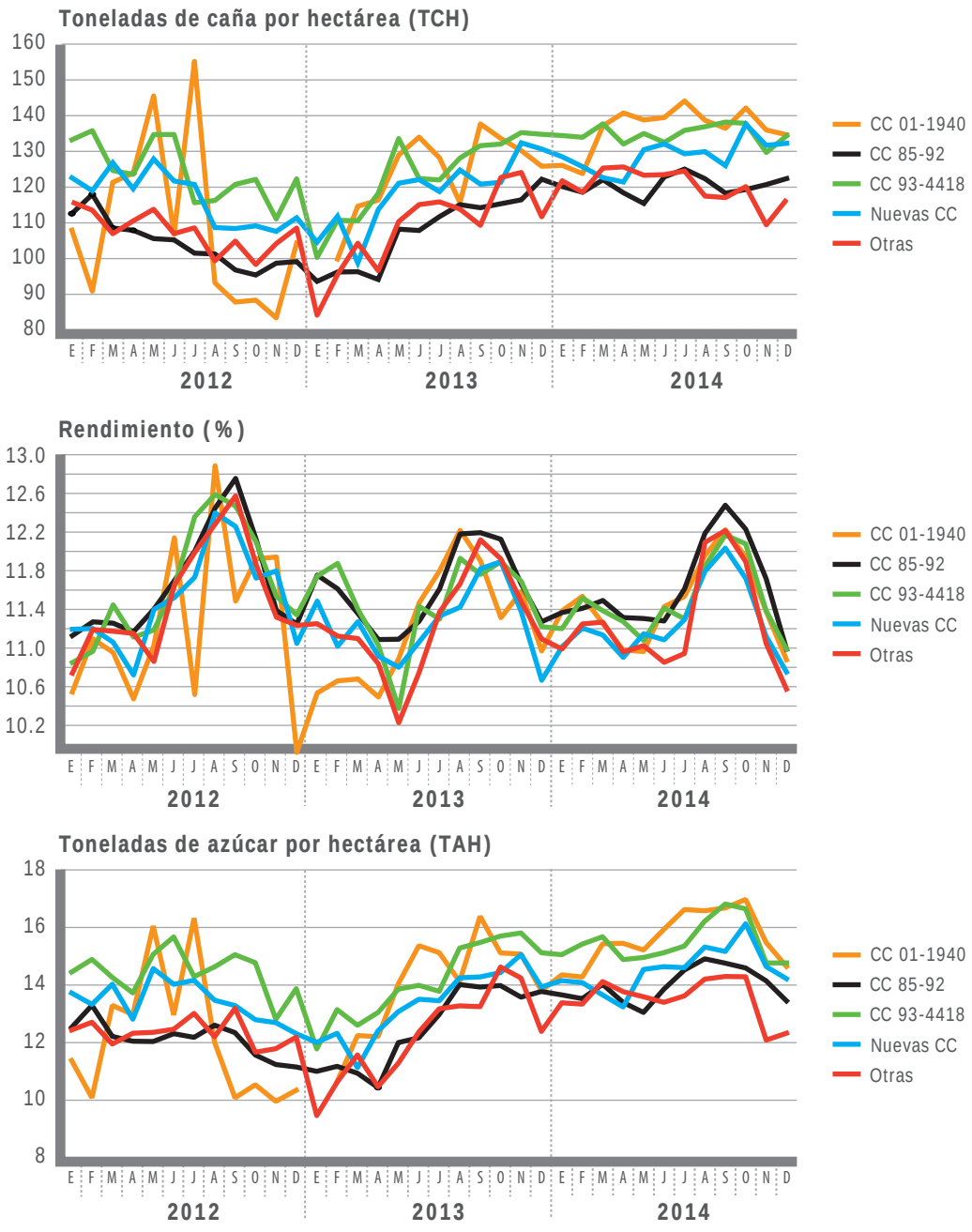
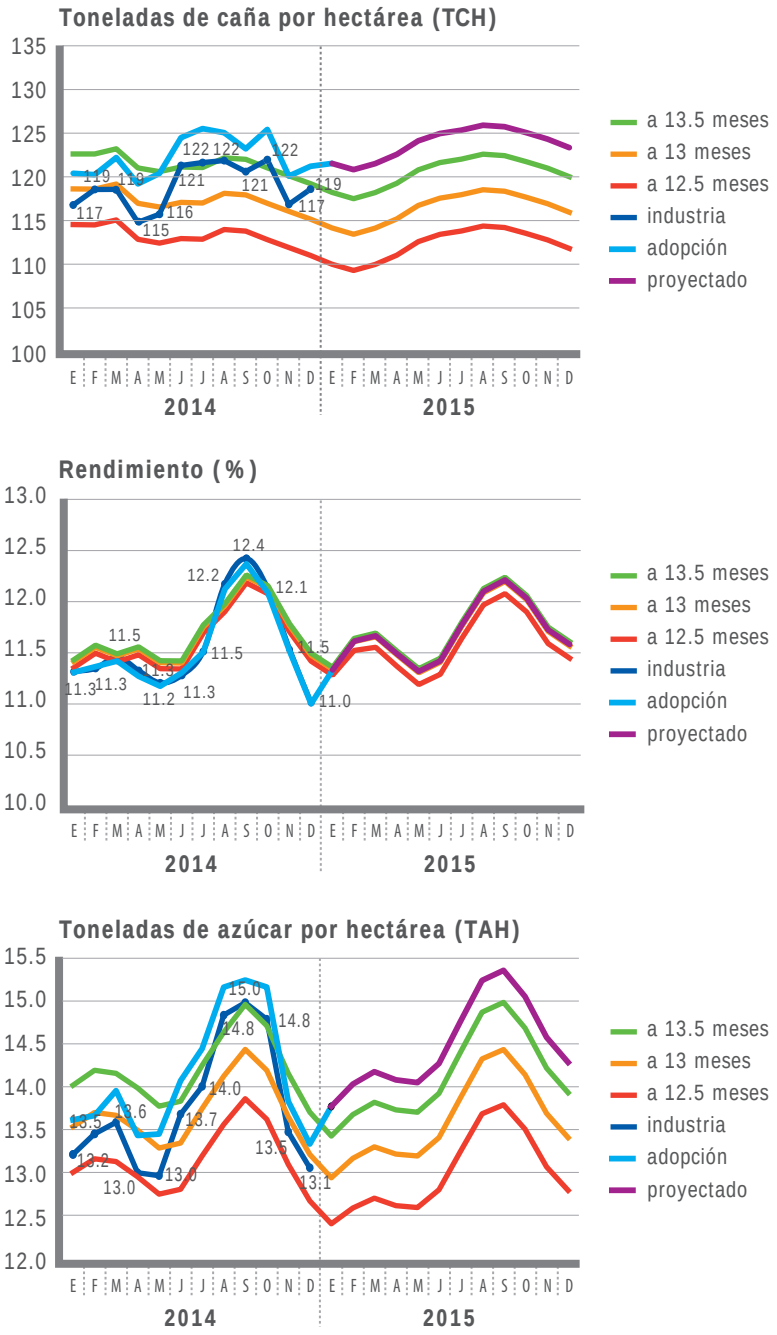


Figura 9

Proyección de TCH, TAH y Rendimiento para el 2015 con tres variedades CC, nuevas CC y otras variedades variedades, con un TCHM superior a 3.3.



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

MISIÓN

Mejorar los estándares tecnológicos y la logística del sistema de cosecha y transporte con la finalidad de disminuir los costos de la operación y obtener mejoras económicas en el sector productivo.

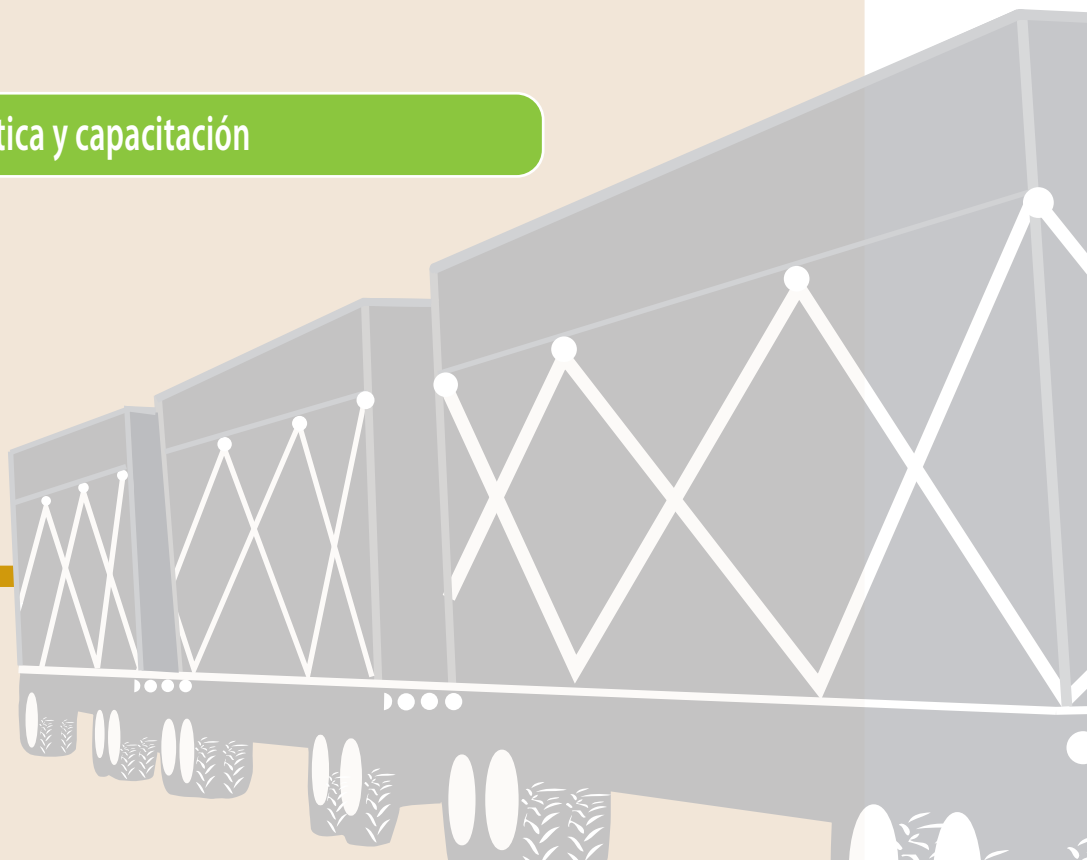
Desde 2006 Cenicaña ejecuta las actividades del proyecto de corte, alce, transporte y entrega de caña, CATE, mediante el trabajo participativo de grupos de trabajo multidisciplinarios, conformados con personal de Cenicaña y de los ingenios. La coordinación general la realiza el Servicio de Cooperación y Transferencia de Tecnología (SCTT).

La actividad relacionada con transporte y recepción de caña busca mejorar los estándares tecnológicos y la eficiencia de estas dos operaciones del proceso CATE. Para este propósito, durante el 2014 se hizo seguimiento a los indicadores logísticos asociados a la operación con vagones de mínimo peso y se inició la identificación de mejores prácticas en el mantenimiento de equipos de transporte. Los principales resultados en ese sentido se presentan en este informe.

De otra parte, se busca caracterizar la logística integral del sistema para definir indicadores relacionados con la operación, y con ello desarrollar modelos de simulación que contribuyan a definir y seleccionar opciones tecnológicas para la adopción de mejores prácticas en alce, transporte y entrega de la materia prima a la fábrica.

Se presenta la información recolectada que caracteriza la flota de cosecha y transporte utilizada en el proceso CATE en el sector y los resultados del estudio de tiempos y movimientos de los procesos de cargue y descargue realizado en el 2014. También se incluyen los avances del desarrollo del sistema de troceado con discos adaptado a alzadoras convencionales para transportar mayor cantidad de caña por vagón mediante el aumento de la densidad de carga.

- Cosecha
- Campo y cosecha
- Transporte y recepción de caña
- Logística y capacitación



Transporte y recepción de caña

Seguimiento logístico e impacto económico de los vagones de transporte de mínimo peso

Durante el seguimiento a la operación de los vagones de descarga lateral con capacidad de 24 toneladas y bajo peso estructural se encontró que en ciclos operativos de cosecha en los ingenios Incauca y Providencia se presentaron valores de carga de 24 toneladas de caña troceada por vagón.

Luego de más de 3,600,000 toneladas transportadas durante tres años de operación de estos equipos se sigue presentando una reducción entre 9% y 10% del costo de la actividad de transporte comparado con los vagones HD20000.

Vagones de descarga lateral de 24 toneladas.

En tres años de operación, los vagones de descarga lateral con capacidad de 24 toneladas y bajo peso estructural han transportado más de 3,600,000 toneladas de caña y se validó la reducción entre 9% y 10% del costo de la actividad de transporte, comparado con los vagones HD20000.

Mantenimiento de equipos de cosecha y transporte

La ejecución adecuada de los procedimientos de mantenimiento preventivo a los equipos de transporte de caña de azúcar es una condición necesaria para asegurar su disponibilidad, su confiabilidad y su seguridad. Para ello se revisaron las prácticas de mantenimiento en construcciones soldadas, conectores y articulaciones estándar, sistema rodante y sistema de frenos.

En 2014 Cenicaña actualizó el Manual de mantenimiento preventivo para trenes de vagones de transporte de caña de azúcar, el cual fue entregado al personal de cosecha y talleres agrícolas de los ingenios.

Comité de cosecha realizado el 16 de octubre de 2014.

Logística del sistema CATE

Caracterización de la flota de cosecha y transporte

Con la caracterización de la flota de cosecha y transporte se busca identificar la evolución de la adopción de tecnologías en la cosecha y el transporte de caña. La información recolectada en trece ingenios muestra que:

- De los 60 frentes o alces de cosecha del sector, el 52% realiza cosecha semi-mecánica (corte manual y alce mecánico) y el 48% hace cosecha mecánica. Esto representa una capacidad operativa de cosecha de 81,100 toneladas de caña por día.
- De los frentes de cosecha mecánica, el 59% utiliza vagones de autovolteo y el 41% usa cadeneo de los vagones de transporte en la suerte.
- De los 2001 vagones reportados, los más utilizados para el transporte de la caña son: HD 12000 (47%), HD 20000 (26%) y DL 24000 (11%).
- De 246 equipos de transporte inventariados, el 86% corresponde a tractomulas.
- El sector cuenta con 57 alzadoras, 103 cosechadoras y 243 tractores cadeneros para la cosecha.

El uso de vagones de autovolteo con cargas por eje menores (36%) a los utilizados en la operación de cadeneo en los frentes de cosecha mecánica, permite disminuir los efectos producidos sobre el suelo, un menor tráfico de los equipos en las suertes y un menor impacto sobre la productividad del campo. Los vagones de transporte de mayor tamaño que entraban a las suertes se destinan solamente para el transporte y utilizando llantas de camión de menor costo.

Estudios de tiempos y movimientos de los procesos de cargue y descargue

Los estudios plantean actualizar los indicadores de desempeño técnico e identificar mejores prácticas de estos procesos en las fábricas. Del análisis de la información recolectada en dos ingenios se encontró que:

- En el ingenio 1 los tiempos de espera para descargue de los dos tipos de caña (larga y troceada) alcanzaron un 36.1% del ciclo total y el tiempo en la estación de servicios, 24.8%, que representa la mayor cantidad de tiempo improductivo durante la permanencia de tractomulas en el patio.
- En el ciclo de cargue los tiempos improductivos representan 41% y en el caso de cadeneo, el 48%.
- En el ingenio 2, los tiempos de espera para descargue (26.7%) representan la mayor cantidad de tiempo improductivo durante la permanencia de las tractomulas en el patio. Para el caso del cargue con autovolteo los tiempos improductivos representan un 27.7%.

Es recomendable la realización de estudios de logística de cosecha con el fin de revisar e identificar en cada ingenio las posibles causas que pueden estar originando tiempos improductivos relacionados con las siguientes actividades:

- Planeación y programación semanal de la cosecha – ajustes diarios.
- Control de la flota durante el cargue y el descargue.
- Asignación de equipos a los frentes de acuerdo con las distancias, tipo de corte y aforos de caña.
- Asignación variable de equipos de acuerdo con los frentes que los requieran.
- Establecimiento de procedimientos para la determinación logística de causas de tiempos improductivos con el fin de tomar medidas correctivas.
- Coordinación de entrada de caña, propia y de contratistas.
- Control satelital de flota.
- Entrenamiento y concienciación del personal de cosecha y transporte.
- Diseño y adecuación de los campos de acuerdo con los criterios establecidos para cada ambiente, seco, húmedo y piedemonte (ancho de vías, patios o bahías de trasbordo, ubicación de canales, acequias en batea, surcos colineales).
- Disminución de los tiempos por giros al salir de las suertes.
- Ubicación de las estaciones de trasbordo a distancias adecuadas (no mayores que 600 m).
- Mantenimiento preventivo y correctivo a los equipos.
- Reposición de equipos (punto económico).
- Estaciones de mantenimiento móviles disponibles en cada frente.

Avances del desarrollo del sistema de troceado con discos adaptado a alzadoras convencionales

En el sistema de cosecha semi-mecánico se requieren alzadoras para cargar en los vagones la caña que ha sido cortada manualmente. Dicha condición y la longitud de la caña impiden que ésta se acomode de manera adecuada en el vagón, lo que genera bajas densidades de carga.

Cenicaña diseñó un mecanismo de corte que permite trozar la caña en porciones más pequeñas y transportar una mayor cantidad, debido a su mejor distribución en los vagones y a una densidad más alta, sin modificar las características operacionales de capacidad y velocidad de las alzadoras. Actualmente se encuentra en etapa de prototipo.

Durante 2014, luego de concluir la ingeniería básica y conceptual del mecanismo, se continuó con la ingeniería de detalle de cada uno de los elementos mecánicos y finalizó la etapa de diseño con la creación de los planos de fabricación y montaje para la construcción de un primer prototipo a escala real. Asimismo, se recibió de una empresa especializada en ingeniería hidráulica el diseño de la parte hidráulica del sistema de corte.

Con el apoyo del Ingenio Pichichí se fabricó y realizó el montaje de los componentes del prototipo sobre el brazo de una alzadora de caña y se instaló en un banco de pruebas hidráulico donde se ejecutaron las primeras pruebas de corte a un paquete de caña de tamaño real.

Pruebas de corte de caña.

Mediante dinamometría se estimaron los parámetros reales de la operación como potencia requerida para el corte, torque en ejes y fuerza generada por el mecanismo sobre el paquete de caña. Los parámetros de operación permitieron validar el diseño inicial del circuito hidráulico requerido para acoplar el mecanismo sobre la alzadora y una correcta selección de sus componentes hidráulicos.

Actualmente se realizan mediciones para estimar el potencial de ganancia en la densidad de carga al trozar la caña y la pérdida de sacarosa por efecto del troceado.

En el 2014 se diseñó e inició la construcción de un prototipo de mecanismo de corte que permite trozar la caña en porciones más pequeñas y aumentar la densidad de carga de transporte. Se hicieron las primeras pruebas de corte y actualmente se realizan mediciones para estimar el potencial de ganancia en la densidad de carga al trozar la caña y evaluar posibles pérdidas de sacarosa por efecto del troceado.

Programas de investigación y Servicios de apoyo

Programa de Variedades

MISIÓN

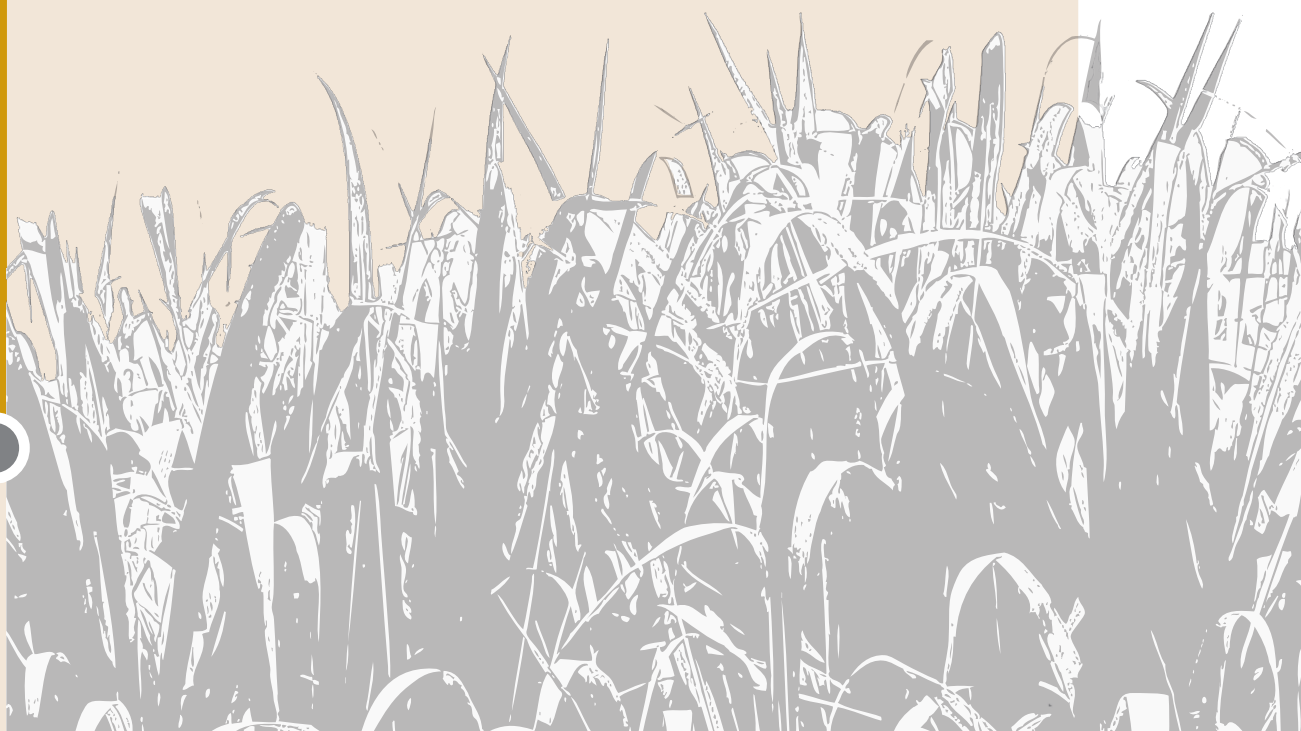
Obtener variedades que expresen su potencial genético en ambientes específicos y que mejoren la productividad y rentabilidad de las plantaciones comerciales de caña de azúcar en el valle del río Cauca.

La labor del Programa de Variedades es el desarrollo de variedades de caña de azúcar con alto contenido de sacarosa, alta producción de caña y resistentes a las principales enfermedades que afectan el cultivo. Trabaja en cuatro áreas de investigación que se complementan para cumplir con los objetivos a través de treinta y siete proyectos de investigación.

El presente informe consigna los resultados más sobresalientes de la investigación adelantada durante el 2014 en el área de Mejoramiento genético para el ambiente semiseco. No se incluyen los avances del proceso de selección y desarrollo de variedades para los demás ambientes (húmedo y piedemonte) debido a que los experimentos y evaluaciones todavía se encuentran en desarrollo.

Se presentan los resultados de las tres líneas de investigación en las cuales trabaja el área de Biotecnología y un resumen de la gestión de las áreas de Entomología y Fitopatología, incluidos los servicios que se prestan a ingenios y cultivadores para garantizar la sanidad de los cultivos.

- Mejoramiento
- Biotecnología
- Fitopatología
- Entomología



Mejoramiento genético

Obtención de variedades para ambiente semiseco

Estado III, series 2008 y 2009: se evaluaron variedades en plantilla y primera soca en los ingenios Providencia (hacienda Chontaduro), entre octubre de 2011 y diciembre de 2013; y en Manuelita (hacienda La Real), entre diciembre de 2011 y febrero de 2014. En la hacienda La Aurora, también del Ingenio Providencia, fue evaluada la plantilla entre diciembre de 2012 y marzo de 2014.

Condiciones

- Zona agroecológica (Z.A.): 11H1 y 6H1.
- Media para sacarosa % caña: 14.5% (rango: 12.7% - 15.9%).
- Media para TCH: 154 t/ha (rango:126 t - 196 t).
- Media para TSH: 22.3 t/ha (rango: 18.2 t/ha - 27.5 t/ha).
- Media para TAH: 19.2 t/ha (rango: 15.6 t/ha - 23.7 t/ha).
- CC 85-92: 14.5 % de sacarosa, 158 TCH, 22.8 TSH y 19.6 TAH.

Resultados

- Variedades con valores de toneladas de sacarosa por hectárea (TSH) superiores a 28.1 t/ha (entre 19% y 32% más que el testigo comercial CC 85-92): CC 09-066, CC 08-145, CC 09-304, CC 09-189, CC 09-251 y CC 08-352.
- Variedades con los valores más altos de sacarosa % caña: CC 08-16 y CC 08-352 (6% y 5% más que CC 85-92, respectivamente).
- Variedades con valores de toneladas de caña por hectárea (TCH) superiores a CC 85-92: CC 09-066, CC 09-251, CC 09-168 y CC 09-260.
- La interacción de variedad por ambiente fue significativa entre cortes y entre ingenios, lo cual significa que la siembra de variedades se debe hacer con el enfoque de agricultura específica por sitio (AEPS®).

En 2014 se cosechó un experimento con la prueba regional de la serie 2003. Un análisis combinado mostró que CC 03-154 y CC 03-217 presentaron mayor TSH, lo que superó al testigo CC 85-92, en 1% y 3%, respectivamente.

Prueba regional de la serie 2003: en 2014 se cosechó un experimento con la prueba regional de la serie 2003 en los ingenios Providencia (hacienda La Esmeralda, Z.A. 6H1) y Mayagüez (hacienda Las Margaritas, Z.A. 11H1) y en la hacienda Balsora (proveedor, Z.A. 11H1). En el Ingenio Providencia se evaluaron tres cortes. El análisis combinado a través de once cortes en los ingenios Central Castilla, Carmelita, Mayagüez, Providencia y Sancarlos y la hacienda Balsora mostró que las variedades CC 03-154 (139 t/ha) y CC 03-349 (139 t/ha) fueron estadísticamente similares al testigo comercial CC 85-92 (140 t/ha), con una producción media entre 10.2 y 10.1 toneladas de caña por hectárea y mes (TCHM), frente a 10.2 TCHM de CC 85-92.

Los testigos CC 92-2804, CC 93-3826 y MZC 74-275 tuvieron entre 5 TCHM y 9.0 TCHM, por debajo de la producción media de CC 85-92 (10.2 TCHM).

Para la variable sacarosa % caña, las variedades CC 03-148 y CC 03-154 superaron estadísticamente al testigo CC 85-92 en 6% y 4%, respectivamente, mientras que las demás variedades mostraron porcentajes de sacarosa iguales que el testigo. Al comparar con los testigos MZC 74-275 y CC 93-3826, las variedades CC 03-148 y CC 03-154 fueron iguales. Estos resultados permitieron concluir que en cuanto a sacarosa % caña las variedades de la serie 2003 tuvieron un comportamiento similar a los testigos comerciales.

En el Ingenio Mayagüez se cosechó a los 14.2 meses, y las variedades CC 03-154 y CC 03-217 se destacaron por su comportamiento fitosanitario y productividad, igual que el testigo CC 85-92.

El análisis combinado muestra que las variedades CC 03-154 y CC 03-217 presentaron mayor TSH, lo que superó al testigo entre 1% y 3%, respectivamente, y presentan mejor sanidad y mayor estabilidad.

Desarrollo de metodología para obtener líneas dobles haploides a partir de variedades

Para lograr híbridos de caña de azúcar con alto potencial de producción, Cenicaña trabaja en el desarrollo de una metodología que permita obtener líneas endocriadas (parentales genéticamente homogéneos).

La producción de líneas endocriadas es posible a través de métodos convencionales de mejoramiento, pero dada su complejidad y la cantidad de tiempo que se requiere, se exploran procedimientos biotecnológicos para lograrlo.

Como parte de este trabajo, en 2014 se finalizó el primer estudio de producción de células sexuales masculinas o granos de polen (microsporas) en diferentes variedades y se completó la caracterización de aspectos morfológicos de la inflorescencia, la flor y los granos de polen de varias opciones varietales. Adicionalmente, se seleccionaron veintiuna variedades del banco de germoplasma de Cenicaña por su floración natural, nivel de fertilidad y disponibilidad temporal del material en campo, con las cuales se realizaron diferentes evaluaciones y se logró diferenciar siete genotipos que actualmente son utilizados en el cultivo de anteras.

Selección recurrente para sacarosa

La selección recurrente es un método de mejoramiento poblacional cíclico que busca acumular la mayor cantidad de genes relacionados con la expresión de una característica de herencia compleja, como es el caso de la acumulación de sacarosa.

En 2005 se inició el mejoramiento de una población por selección recurrente para obtener progenitores con buen potencial de producción de sacarosa, que conformarán luego grupos élite de cruzamientos para desarrollar nuevas variedades. Desde entonces se han realizado dos ciclos de evaluaciones y seleccionado material para los cruzamientos.

Entre 2013 y 2014 se sembraron las sesenta y nueve familias de hermanos completos que fueron hechos durante la temporada de cruzamientos de 2011 y 2012 (ciclo 2). La siembra se realizó en una zona agroecológica 18H1, en un diseño de bloques aumentados y con los testigos comerciales: CC 93-3826, CC 85-92 y MZC 74-275.

Durante el desarrollo fenológico del cultivo se evaluó el aspecto de la cepa y el contenido de sacarosa % caña. El análisis de los datos de sacarosa mostró un coeficiente de variación de 6.5%. El análisis de varianza registró diferencias estadísticas significativas entre las familias evaluadas, así como entre éstas y los testigos comerciales. La media general de sacarosa % caña para las familias evaluadas fue de 15.8%, con un rango de variación entre 13.2% y 18.8%, y la media de los testigos fue 16.5% de sacarosa % caña.

Las familias fueron analizadas con base en un diseño genético de apareamientos según el modelo I de Carolina del Norte, que estima la varianza genética aditiva (heredable) y de dominancia (no heredable), responsables de los avances en el proceso de selección.

En las familias se usaron treinta y tres hembras con un promedio de 16% de sacarosa, y se seleccionaron ocho con valores superiores (entre 16.8% y 18.8%) y buena habilidad combinatoria general. También se utilizaron once clones machos con un promedio de 16% sacarosa, de los cuales se seleccionaron seis con valores entre 16.6% y 17.4% y buena habilidad combinatoria.

La varianza de dominancia fue cuatro veces más grande que la varianza aditiva (1.2 y 0.3, respectivamente); la heredabilidad en sentido amplio (incluye el componente ambiental, es decir un factor no heredable) fue del 59% y la heredabilidad en sentido estrecho (sólo componente heredable), de 12%. El grado medio de dominancia fue 3.9, lo cual indica que la expresión del carácter sacarosa % caña es controlada principalmente por genes con efectos de dominancia. Por lo tanto, debe explotarse más la hibridación para obtener variedades con mayor contenido de sacarosa.

A partir de estos resultados se seleccionaron veintiocho familias con una media de 17% y un rango de variación entre 16% y 18.9% para entrar a recombinar y cerrar el ciclo 2. De ellas se destacan quince familias con una media de 17.6%. Se espera que la ganancia genética del próximo ciclo sea de 0.21% más de sacarosa.

Con el propósito de obtener progenitores con buen potencial de producción de sacarosa, durante 2014 se completó el segundo ciclo de evaluación para seleccionar parentales para cruzamientos con mayor contenido de sacarosa. Entre las familias seleccionadas se destacan 15 con una media de 17.6%.

Biotecnología

Transformación genética mediante biobalística

Utilizando la técnica de biobalística se logró la regeneración de setenta plantas de la variedad CC 85-92 transformadas con el gen 1SD, el cual tiene potencial para conferir resistencia a las enfermedades bacterianas de raquitismo de la soca y escaldadura de la hoja.

Estas plantas fueron llevadas posteriormente a la estación de cuarentena abierta, donde se evaluaron para verificar la presencia tanto del gen de interés (1SD) como del gen de selección (hptII). Actualmente continúan su desarrollo, y se evaluará el impacto del gen en la sanidad del cultivo y en la productividad.

Durante 2014 se realizaron ensayos de transformación con el fragmento del genoma del virus de la hoja amarilla (SCYLV), con el objetivo de conferir resistencia a este virus. Con el fin de evaluar cada macollo, fueron separadas veinticuatro plantas macolladas, previamente diagnosticadas mediante PCR con el fragmento del virus. Se obtuvieron ciento ochenta y tres plantas, de las cuales 90% fueron PCR-positivo para el fragmento YLS y 10% fueron negativo.

La investigación continuará con la evaluación en campo e invernadero de la resistencia de las plantas a la enfermedad.

Estudios de diversidad genética con marcadores moleculares tipo microsatélites y SNP

Con el objetivo de evaluar la utilidad de los marcadores moleculares tipo microsatélites (SSR) y de polimorfismo de un solo nucleótido (SNP) en estudios de diversidad genética se compararon las agrupaciones formadas a partir de 220 genotipos de caña de azúcar utilizando los dos tipos de marcadores moleculares.

En el estudio de los marcadores SSR se utilizaron tres pares de iniciadores (CV29, CV37 y CV38), los cuales generaron un total de 67 marcadores (alelos). En el caso de los marcadores SNP se utilizaron un total de 32,567 marcadores.

Con los marcadores SSR los 220 genotipos se distribuyeron en 19 grupos genéticos, de los que se destaca lo siguiente:

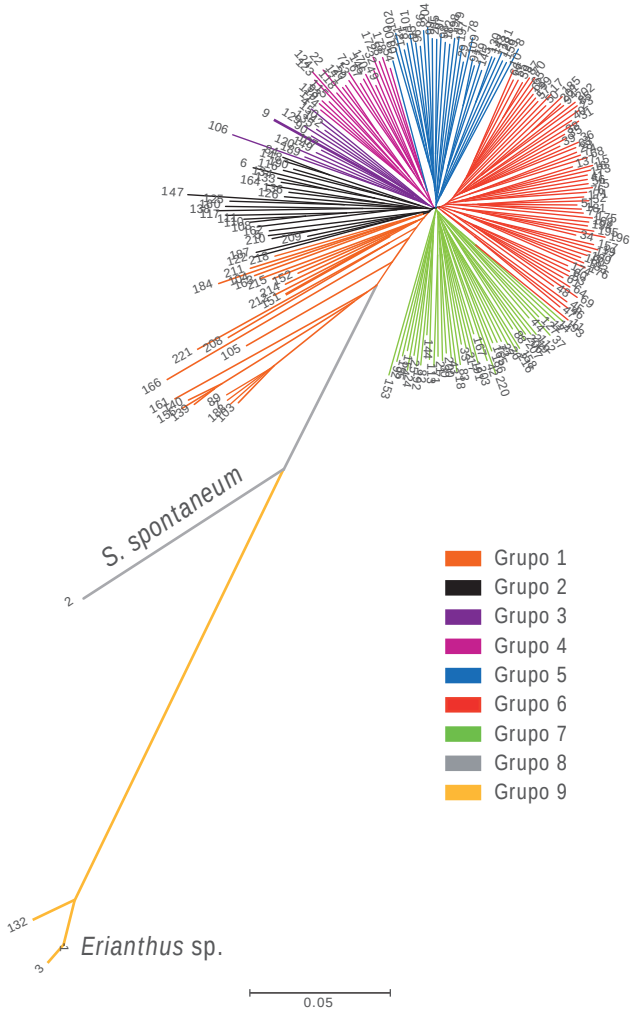
- El grupo 8 tuvo la mayor cantidad de genotipos (30), seguido del grupo 7, con 25 genotipos.
- Los grupos tuvieron un índice de similitud promedio de 0.46, es decir, diferencias moderadas entre ellos.
- Los grupos 5, 9, 12, 13 y 14 estuvieron conformados solamente por genotipos híbridos.
- En el grupo 13 las variedades EPC 47493 y EPC 47650 presentaron similitud genética de uno (1.0), lo que indica una alta cercanía genética.
- Siete genotipos silvestres formaron grupos individuales.

Con los marcadores SNP, los mismos 220 genotipos se distribuyeron en 9 grupos:

- El grupo 6 fue el de mayor cantidad de genotipos (63) (**Figura 10**)
- Los grupos mostraron un índice de similitud promedio de 0.24.
- Ocho variedades CP (Canal Point) conformaron el grupo 5.
- En el grupo 6 están 58 variedades CC (híbridos).
- Las variedades EPC 47493 y EPC 47650 presentaron un índice de similitud genética de 0.87, diferente al valor de 1.0 obtenido con SSR.
- La mayoría de variedades que conforman el grupo 1 son importadas, provenientes de Mauricio, la colección mundial de Miami y Australia.

Figura 10

Fenograma del agrupamiento de las variedades utilizando los marcadores SNP.



Entre las similitudes obtenidas con ambos marcadores (SSR y SNP) se destaca que la mayoría de variedades no-híbridas se distribuyeron en grupos alejados genéticamente; la conformación de los grupos 4 de SSR y 1 de SNP es similar, y que la agrupación 15 de SSR contiene tres variedades pertenecientes al grupo 5 de SNP.

El análisis consolidado de este estudio permitió concluir que los marcadores SNP son una mejor metodología para el estudio de diversidad genética de la caña de azúcar, porque:

- El rango de similitud genética con los marcadores SNP fue menor comparado con el de los SSR, lo cual demuestra una mayor consistencia de los datos.
- Con SNP la similitud fue mayor dentro de grupos que entre grupos, lo cual no siempre ocurrió con las agrupaciones formadas con los SSR.

Aislamiento y caracterización de genes asociados a estrés hídrico

Con el propósito de avanzar en el desarrollo de variedades cuya producción no sea afectada en condiciones de estrés hídrico, ya sea por déficit o anegamiento, se avanzó en la construcción de un modelo de selección de genes asociados al uso eficiente del agua en las plantas y en implementar una metodología de transformación genética para evaluar funcionalmente estos genes en la planta modelo *Arabidopsis thaliana.*

El modelo de selección considera cuatro variables:

- Análisis de expresión diferencial, del cual se obtienen los genes expresados diferencialmente (GED) con mayores niveles de expresión en los genotipos tolerantes.
- Rutas metabólicas, de las que se obtienen los GED que intervienen en procesos fisiológicos de relevancia durante los periodos de estrés (fotosíntesis y asimilación de carbono).
- Redes de coexpresión de genes (RCEG), para obtener los GED que intervienen en mayor o menor grado en los procesos biológicos de interés.
- Algoritmos de máquinas de soporte vectorial con eliminación recursiva de características (SVM-RFE, siglas de *Support vector machines – Recursive feature elimination*), para una categorización de los GED de acuerdo con su capacidad para diferenciar entre condiciones de estrés hídrico y el control.

Como resultado de la ejecución del modelo se fortaleció la plataforma de bioinformática de Cenicaña y se seleccionaron diez GED con potencial para conferir tolerancia al estrés hídrico por déficit o anegamiento. Estos GED serán evaluados funcionalmente mediante transformación genética en la planta modelo.

Con respecto a la metodología de transformación genética utilizada en este proyecto, se logró implementar la transformación mediada por *Agrobacterium tumefaciens* en *A. thaliana.*

Actualmente se cuenta con plantas transformadas con el vector pBI121, que permite la expresión de β -glucoronidasa del gen GUS y confirma la utilidad de la metodología en el proyecto. Adicionalmente, se trabaja en la transformación con el gen SodERF, el cual hace parte de los genes de interés para este estudio.

Fitopatología

Manejo sanitario de la caña de azúcar

En los distintos estados de selección y experimentos para el desarrollo de variedades CC en los tres ambientes (semiseco, húmedo y piedemonte) se realizaron evaluaciones fitopatológicas, en las cuales la principal enfermedad que se detectó fue la roya café. En algunos materiales también se encontró infección por roya naranja.

También se llevaron a cabo evaluaciones en los semilleros de ocho variedades para pruebas regionales en ambiente húmedo de las series 2003, 2005 y 2006 y los testigos CC 85-92 y CC 01-1940, en los ingenios Incauca (hacienda San Fernando), La Cabaña (hacienda La Victoria), Mayagüez (hacienda San Rafael), Sancarlos (hacienda Cairo) y Risaralda (hacienda Santa Lucía).

Resultados

- En cuatro sitios evaluados la variedad CC 06-436 mostró altos niveles de incidencia de roya café, por lo cual fue calificada como susceptible.
- Con menor incidencia de esta enfermedad se encontraron las variedades CC 03-469, CC 06-481 y CC 05-664.
- CC 85-92 continuó con alta incidencia de roya café y marcada severidad en su manifestación, por lo cual fue calificada como susceptible.
- Las demás variedades fueron resistentes a la roya café y no se encontró roya naranja, carbón ni mosaico.

Estado actual de las royas café y naranja

En las evaluaciones de incidencia y severidad de las royas café y naranja realizadas en el transcurso del año en haciendas y suertes de ingenios y proveedores se encontró lo siguiente:

- La incidencia de roya café en CC 85-92 y CC 84-75 permaneció en promedio entre 10% y 20%, con reacción grados 5 y 6, una clara tendencia al aumento en la severidad de las lesiones y pústulas, y niveles de susceptibilidad en ambientes favorables a la roya café.
- No se encontró presencia significativa de roya naranja en cultivos comerciales de variedades en multiplicación como CC 97-7170, RB 72-2223, CC 01-746, a pesar de estar registradas con baja incidencia (1%) y grado 5 de reacción a la enfermedad.
- A medida que aumentó el área sembrada con SP 71-6949, CC 97-7170, CC 92-2804, CC 01-1228, CC 98-72 y CC 03-154, se incrementó la incidencia de roya café; no obstante, los valores de reacción e incidencia se mantienen bajos y por lo tanto son variedades resistentes (I ≤ 12%, R ≤ grado 5), excepto SP 71-6949 que mostró grado 5 e incidencia de 15%.

Efectos de las royas naranja y café en la producción de caña

Para determinar el efecto de las royas naranja y café en la producción de caña de azúcar se realizó un experimento en la Estación Experimental de Cenicaña con diez variedades de alta, baja o ninguna incidencia.

Desde el primer mes de edad hasta los siete meses se aplicó el fungicida Ciproconazole 0.5 L/ha con el fin de reducir la presencia del hongo causante de la enfermedad, y se comparó con testigos sin aplicación. Se cosechó la plantilla a los 13.8 meses y la primera y segunda soca a los 13.5 meses. Los resultados de evaluaciones mensuales mostraron una menor incidencia de las royas en las parcelas en las que se aplicó el fungicida, sin que se lograra controlar totalmente la enfermedad.

Resultados

- No se encontraron diferencias significativas (α=0.05) en TCH y sacarosa % caña por efecto de roya café en las variedades evaluadas.
- La plantilla de la variedad CC 01-1884, que es altamente susceptible a roya naranja, presentó diferencias significativas (α=0.05) en TCH a favor de la parcela con aplicación de fungicida (205 t/ha) frente a la parcela sin aplicación (177 t/ha), lo que demostró el efecto perjudicial de la roya naranja en esta variedad, por lo cual no se recomienda para siembra comercial.
- En el resto de variedades no se detectaron diferencias significativas en las variables TCH y sacarosa % caña por efecto de la roya naranja entre ambos escenarios -con fungicida o sin él- ni en plantilla ni en soca.
- A pesar de la aplicación del fungicida, persistieron importantes reacciones e incidencias de roya café en CC 85-92, CC 84-75; de roya naranja, en CC 01-1884, y de las dos enfermedades, en MZC 74-275, incluso hasta alcanzar niveles de susceptibilidad.

Intercambio y manejo de germoplasma de caña de azúcar

En la Estación de Cuarentena Cerrada se encuentran en evaluación treinta variedades; y en la Estación de Cuarentena Abierta, otras veintinueve procedentes de Australia, Brasil, México, Islas Mauricio y de la colección internacional de Miami.

En 2014 se importaron dos lotes de semilla sexual procedente de los cruzamientos 2012 y 2013 realizados por Cenicaña en el Centro de Investigación y Desarrollo de la Caña de Azúcar (CIDCA), en México, y se enviaron trece variedades CC a Ecuador y México. El banco de germoplasma por cultivo *in vitro* libre de enfermedades alcanzó un total de 326 variedades, de las cuales 76 fueron incorporadas durante 2014.

Cenicaña continúa con la estandarización de la metodología de PCR en tiempo real para detectar con mayor sensibilidad el virus de la hoja amarilla y las bacterias causantes de la escaldadura de la hoja y el raquitismo de la soca. Adicionalmente, se avanzó en los estudios sobre terapia génica para el manejo experimental de estas dos últimas enfermedades.

Entomología

Registro de *Diatraea busckella* y avances en control biológico

Entre los municipios de San Pedro y Tuluá se registró la presencia del barrenador del tallo *Diatraea busckella*, especie que no estaba reportada en el valle del río Cauca pero que había sido detectada en la costa caribe, en la zona andina y más recientemente en los Llanos Orientales (**Figura 11**).

Figura 11

Tipos de larva de *Diatraea* recolectados en el valle del río Cauca.

Diatraea indigenella *Diatraea saccharalis* *Diatraea busckella* *Diatraea tabernella*

El incremento en los niveles de daño que se presentó en el centro del valle del río Cauca entre 2012 y 2013 se asoció al registro de esta especie de barrenador y se estableció su predominancia en la zona.

Con los ingenios ubicados en el centro del departamento se adelanta un diagnóstico de la situación de las especies de *Diatraea*, y se continuará con los ingenios de la zona centro-sur. También se estudiará la distribución espacial y temporal de las especies de *Diatraea* por suerte y por zonas en el valle del río Cauca (norte, centro y sur) y se avanzará en la búsqueda de alternativas que puedan integrarse al manejo de los barrenadores.

En relación con la acción de los enemigos naturales usados en el control biológico de la plaga, se encontró que las moscas taquínidas *Lydella minense* y *Genea jaynesi* lograron parasitismos aceptables: más del 25% de larvas parasitadas. De esta última especie no se hacen liberaciones comerciales dada su imposibilidad de cría en cautiverio.

Por otra parte, no se observaron larvas parasitadas por *Billaea claripalpis*, especie que puede conseguirse en insectarios comerciales.

Actualmente el sector implementa las recomendaciones de Cenicaña para el manejo del control biológico en zonas con problemas; incorpora en los planes de liberación a *B. claripalpis* y al parasitoide de huevos *Trichogramma exiguum* como una manera de diversificar los enemigos naturales de la plaga, e investiga nuevas alternativas de manejo como el uso del parasitoide de larvas *Cotesia flavipes*, que ha sido detectada en campo con niveles de parasitismo del 38% de larvas de *D. busckella*.

Evaluación de la eficiencia de *Cotesia flavipes* para el control de *Diatraea tabernella*

En diferentes haciendas del Ingenio Risaralda se evaluó la eficacia de *Cotesia flavipes* para el control de *Diatraea tabernella*. Este enemigo natural no se libera en el valle del río Cauca y no se ha detectado en el campo. Por lo tanto, cualquier registro de parasitismo por estas avispas constituye un hecho importante para el manejo de *Diatraea* spp. en la región.

Para esta evaluación se seleccionaron seis haciendas con alta presencia de la plaga y se realizaron tres evaluaciones cada dos semanas. Además del parasitismo causado por *C. flavipes* se tuvo en cuenta la acción natural de los taquínidos *Genea jaynesi* y *Lydella minense*. En las seis haciendas se encontraron larvas de *D. tabernella* (86%), *D. busckella* (12%) y *D. saccharalis* (2%).

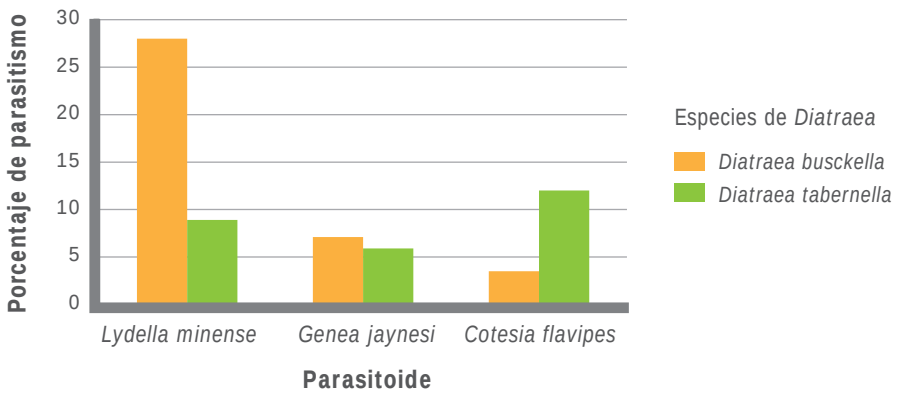
El parasitismo de *L. minense* en *D. busckella* fue mayor que el causado en *D. tabernella;* con *C. flavipes* el parasitismo en *D. tabernella* fue mayor que en *D. busckella.* Incluso, el parasitismo de *C. flavipes* en *D. tabernella* fue superior al de *L. minense* y *G. jaynesi* sobre esta misma especie (**Figura 12**).

En cuanto al parasitismo sobre *D. tabernella* se resalta que en todos los casos *C. flavipes* mantuvo su acción en un rango de 5% de larvas parasitadas y logró el mayor nivel en la hacienda Las Villas. Por su parte, *L. minense* estuvo por debajo del 5% de parasitismo en tres haciendas (**Figura 13**).

El nivel de parasitismo por *C. flavipes* fluctuó entre 5% (hacienda Castillo) y 22% (Las Villas), lo que evidencia que existe un margen de mejora en la adaptación de este enemigo natural al medio y a los hospedantes presentes. *Cotesia flavipes* tiene un alto potencial como alternativa en los planes de manejo de la plaga en la zona norte del valle del río Cauca. Sin embargo, es necesario trabajar más en la adaptación y fortalecimiento de las cepas de cría en laboratorio.

Figura 12

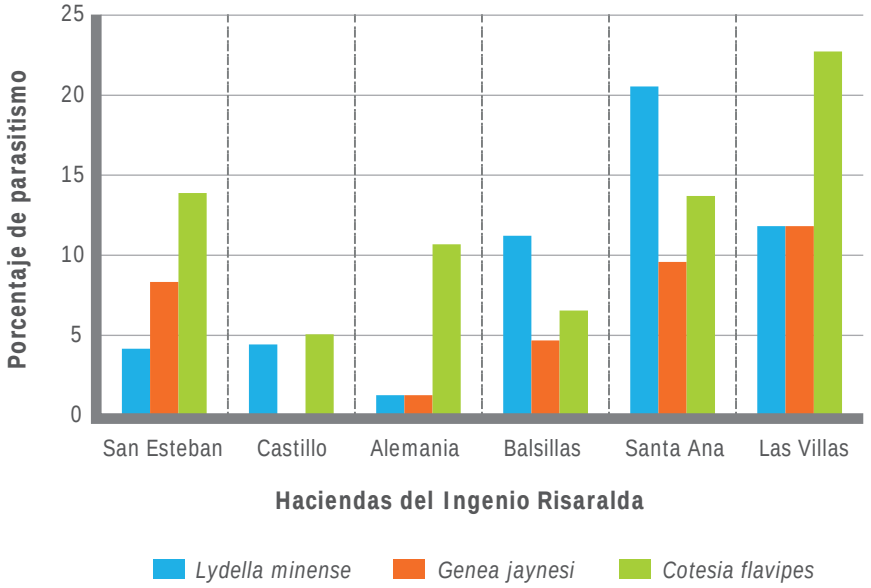
Parasitismo causado por *Lydella minense*, *Genea jaynesi* y *Cotesia flavipes* en larvas de *D. busckella* y *D. tabernella*



La evaluación se realizó en seis haciendas del Ingenio Risaralda luego de tres liberaciones de *C. flavipes*.

Figura 13

Parasitismo causado por *Lydella minense*, *Genea jaynesi* y *Cotesia flavipes* en larvas de *D. tabernella.* Las evaluaciones se realizaron en seis haciendas del Ingenio Risaralda.



Evaluación de plásticos en trampas para la captura del picudo negro

La captura masiva del picudo negro, *Rynchophorus palmarum*, es la única manera de reducir las poblaciones de la plaga tanto en caña de azúcar como en palma de aceite. El picudo negro ataca la semilla vegetativa o las cepas de las socas que se están estableciendo y se manifiesta en corazones muertos que pueden llegar a causar pérdidas de población de tallos.

Hasta el momento no se han demostrado efectos negativos en la producción, pero el incremento en las áreas cosechadas en verde se ha asociado a la proliferación del picudo rayado, *Metamasius hemipterus*, y se prevé que ocurra de igual forma con *R. palmarum*.

Desde hace varios años se recomienda el uso de trampas de guadua, que utilizan caña machacada como atrayente y de donde semanalmente se recogen los adultos. Más recientemente se ha recomendado la trampa implementada en Colombia por el Centro de Investigación en Palma de Aceite (Cenipalma), que además de utilizar residuos de caña en el interior de un tarro plástico, emplea una feromona producida por el macho.

A pesar de que las trampas son usadas comercialmente tanto en cultivos de caña de azúcar como de palma de aceite, es necesario mejorar las especificaciones de los dispensadores plásticos de la feromona para que su efecto atrayente en el campo dure más y con ello asegurar que se mantenga el control sobre las poblaciones de la plaga.

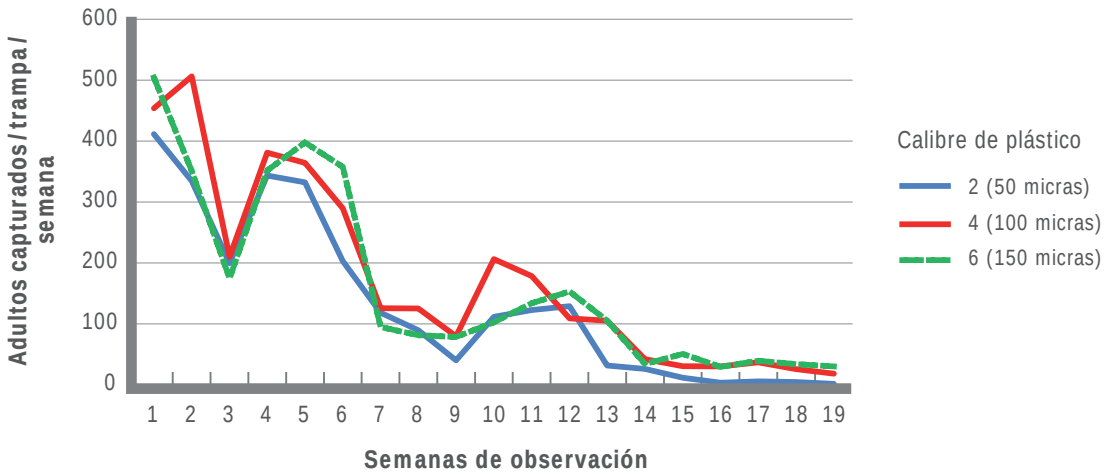
Para ello se propuso evaluar la atracción de la feromona con diferentes calibres de la bolsa plástica del dispensador y analizar el tiempo de vida útil de las feromonas en el campo.

La **Figura 14** muestra que en todos los calibres del plástico las capturas tienden a reducirse con el tiempo y estuvieron por debajo de 100 picudos por semana/trampa luego del tercer mes de trampeo, lo que es consistente con lo propuesto por Cenipalma como tiempo de vida útil de las trampas en el campo.

Asimismo, se obtuvieron diferencias significativas entre los calibres de los dispensadores: las capturas en las trampas con bolsas de calibres 4 (100 micras) y 6 (150 micras) fueron superiores a las de calibre 2 (50 micras); el total de picudos capturados en la trampa con calibre 4 fue 23% superior a los capturados con calibre 2, y no hubo diferencias con los calibres 4 y 6.

Figura 14

Captura semanal del picudo negro, *Rynchophorus palmarum*, en trampas de Rynchophorol con diferentes calibres de plástico en el dispensador.



Evaluación durante cinco meses en la estación experimental de Cenicaña.

Una evaluación de Cenicaña a las trampas plásticas utilizadas para capturar picudos determinó que para asegurar una mayor durabilidad se deben mejorar las especificaciones (calibre) de los dispensadores de plástico.

Servicios de sanidad vegetal

Inspección Fitopatológica

En 2014 se atendieron veintidós solicitudes para inspección fitopatológica de los ingenios Sancarlos, Providencia, Incauca, Pichichí, Riopaila-Castilla, Risaralda, Manuelita y la hacienda Pichucho, proveedor del ingenio Mayagüez. Dichas inspecciones comprendieron lotes comerciales y semilleros de las variedades CC 01-746, CC 01-1228, CC 93-4418, SP 71-6949, CC 92-2804, CC 01-1940, CC 93-4181, CC 98-72, RB 73-2223, CC 05-940, CC 05-948, CC 99-2282 y CC 85-92. A continuación se presentan los hallazgos más sobresalientes.

- La principal enfermedad encontrada fue roya café, con baja incidencia en las variedades CC 01-1228, CC 97-7170, CC 92-2804 y CC 98-72; moderada incidencia en SP 71-6949 y alta incidencia en CC 85-92, hasta alcanzar niveles de susceptibilidad (reacción grados 5 y 6; incidencia del 10% al 20%).
- No se detectó roya naranja en las variedades CC 97-7170 y CC 01-746 en Manuelita y Sancarlos, pero sí en RB 73-2223 en el Ingenio Risaralda, con reacción grado 5 e incidencia del 6%.
- Fue baja la incidencia de cogollo retorcido en las variedades CC 01-746, CC 01-1228 y CC 93-4418 en las inspecciones en los ingenios Sancarlos, Providencia, Manuelita e Incauca.
- No se registró virus del mosaico (SCMV) ni carbón.
- Se encontró baja incidencia de escaldadura de la hoja, fumagina, mancha de ojo, mancha de anillo y mancha púrpura, enfermedades sin importancia económica.
- Se diagnosticaron daños por insectos barrenadores y chupadores como áfidos y chinche de encaje y síntomas asociados a fitotoxicidad y déficit o exceso de humedad.

Multiplicación y Propagación de Variedades

Durante 2014 se solicitaron 386,698 plantas, de las cuales 220,548 corresponden a 33 variedades para el proyecto de renovación varietal liderado por el Área de Mejoramiento Genético de Cenicaña.

Se entregaron 204,254 plantas a los ingenios Manuelita, Sancarlos, Pichichí, Mayagüez, Riopaila-Castilla, Providencia y Carmelita, a la Universidad de la Amazonía y al Área de Mejoramiento Genético del Centro de Investigación.

Del total entregado, 37,854 plantas corresponden al proyecto de renovación varietal. Otras 92,805 están en proceso de producción, y 89,889 plantas están pendientes de multiplicar. Las variedades más solicitadas fueron CC 91-1606, CC 05-940, CC 01-678, CC 01-746, RB 73-2223 y CC 00-3079. De igual forma, se avanza en el establecimiento y entrega de semilleros básicos y semicomerciales en los once ingenios participantes en el plan de renovación varietal.

Se propagaron 191 variedades que hacen parte del Banco de Germoplasma, que produjeron 23,257 plantas que se encuentran en crecimiento, y se apoyó la extracción de yemas de 131 variedades para el Estado II de selección del ambiente semiseco.

Diagnóstico de Enfermedades

Cenicaña realizó 8453 análisis de diagnóstico de enfermedades, de los cuales 6761 fueron solicitudes de ingenios y proveedores y 1692, solicitudes internas como apoyo a proyectos de investigación del Centro.

El 97.8% de los análisis correspondió a raquitismo de la soca (RSD), escaldadura de la hoja (LSD) y virus de la hoja amarilla (SCYLV); y el 2.2%, a SCMV y virus baciliforme (SCBV).

En cuanto a las enfermedades bacterianas RSD y LSD, se realizaron 2250 análisis para cada una de ellas, y los porcentajes de incidencia ponderada estuvieron en 0.14% y 0.25%, respectivamente, lo cual es inferior al límite de la meta de la planeación estratégica del sector. Al analizar el número de plantas infectadas en cada muestra positiva los valores oscilaron entre 5% y 25%.

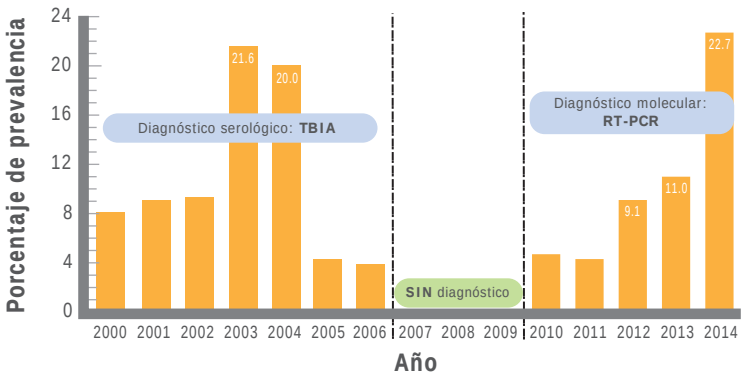
Estos resultados demuestran las ventajas del manejo integral de las enfermedades, enfocado principalmente al tratamiento térmico de la semilla y a la siembra de semilla sana.

La prevalencia del virus de la hoja amarilla (porcentaje de muestras positivas respecto al total de 2260 muestras analizadas en el 2014) fue del 22.7%, diagnosticado mediante la técnica molecular RT-PCR (**Figura 15**). Las variedades con mayor prevalencia de la enfermedad fueron RB 73-2223 (54.4%), SP 71-6949 (50.0%), CC 84-75 (40%) y CC 01-1940 (39.3%). En la **Figura 15** se ilustra el comportamiento del virus SCYLV en años anteriores. Las mayores prevalencias se observaron en cultivos ubicados en zonas del centro - sur y sur del valle del río Cauca, lo cual había sido ya documentado.

Para reducir fuentes de inóculo y de infección y evitar efectos en la producción en ambientes favorables a la escaldadura de la hoja, el raquitismo de la soca y el virus de la hoja amarilla, enfermedades transmitidas principalmente por semilla vegetativa, es fundamental evaluar los lotes semilleros de todas las variedades sembradas y sembrar solamente semilla sana.

Figura 15

Prevalencia de SCYLV mediante las técnicas de TBIA y RT-PCR desde 2000 hasta 2014.



Análisis a partir de muestras provenientes de ingenios y proveedores del Servicio de Diagnóstico de Enfermedades.

Programa de Agronomía

MISIÓN

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.

El Programa de Agronomía cuenta con siete áreas de trabajo que tuvieron en marcha treinta y un proyectos de investigación.

Durante el 2014, el Programa desarrolló experimentos y realizó actividades de validación con el propósito de avanzar en estas investigaciones.

En este informe se presentan los resultados más destacados y los principales logros alcanzados en el año en las áreas de Manejo de aguas, Fisiología, Mecanización Agrícola y Geomática. En Manejo de aguas también se presentan las principales conclusiones de las validaciones del sistema de riego con caudal reducido en zona plana.

De Nutrición y Fertilización se incluyen avances de dos proyectos, uno de los cuales concluyó en el 2014; mientras que de Maduración se presentan los resultados de las evaluaciones de la respuesta de las nuevas variedades a los maduradores.

Este año Meteorología y Climatología se concentró en la actualización del sistema de comunicación de la Red Meteorológica Automatizada (RMA), en una nueva versión del programa de Telemetría y en el desarrollo de un sistema para administrar la información de la RAM-PM10, gestión que se realizó en conjunto con el Servicio de Tecnología Informática (SETI); los avances se presentan en el capítulo correspondiente a este servicio (**Pág. 116**).

- Manejo de aguas
- Nutrición y fertilización
- Fisiología
- Mecanización agrícola
- Maduración
- Geomática
- Meteorología y climatología

Manejo de aguas

Evapotranspiración del cultivo (ETc) en lisímetros de pesaje

Con el propósito de lograr una mayor precisión en el balance hídrico y mejorar la gestión del riego en el cultivo de la caña de azúcar, se avanzó en una investigación para conocer la demanda de agua del cultivo, utilizando para ello lisímetros de pesaje.

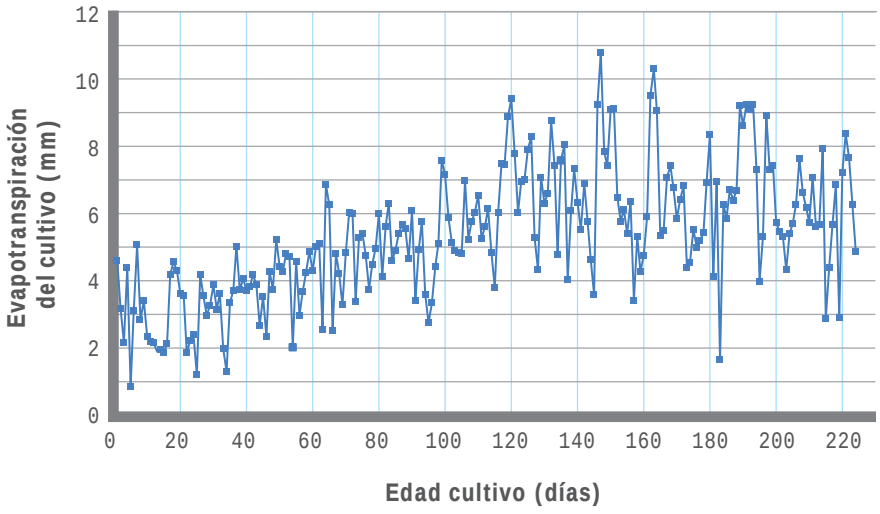
La base de este trabajo es la precisión de los datos con los cuales se calcula la evapotranspiración del cultivo (ETc), que está en función de la transpiración de la planta, la evaporación del agua a través de la superficie del suelo y el drenaje. La investigación inició experimentos con la variedad CC 93-4418, en los cuales se registró el comportamiento de la ETc media diaria desde la emergencia hasta los 220 días de edad del cultivo (**Figura 16**).

- ETc media acumulada durante el período: 1163 mm.
- ETc media: 2.9 mm/día en la primera etapa (30 días) (representada principalmente por la evaporación directa del agua de la superficie del suelo); de 6.8 mm/día en la etapa de máximo crecimiento; de 5.9 mm/día al final de la etapa de evaluación (séptimo mes).
- El incremento en la ETc observado en algunos días particulares se registró después de un evento de lluvia o la aplicación de riego, ya que las plantas absorben agua con mayor facilidad cuando el suelo está húmedo.

Esta investigación básica continuará durante el siguiente ciclo del cultivo.

Figura 16

Evapotranspiración (mm/día) del cultivo de caña de azúcar, variedad CC 93-4418, a partir de registros de lisímetros de pesaje durante 220 días.



Seguimiento de la humedad en el perfil del suelo

Para esta investigación se registraron diariamente la precipitación, la lámina de agua aplicada por el riego y la lámina de agua acumulada en el perfil del suelo entre 0 cm y 80 cm de profundidad. El experimento se realiza en un suelo Pachic Haplustolls (Palmira), familia francosa fina, sembrado con la variedad CC 93-4418.

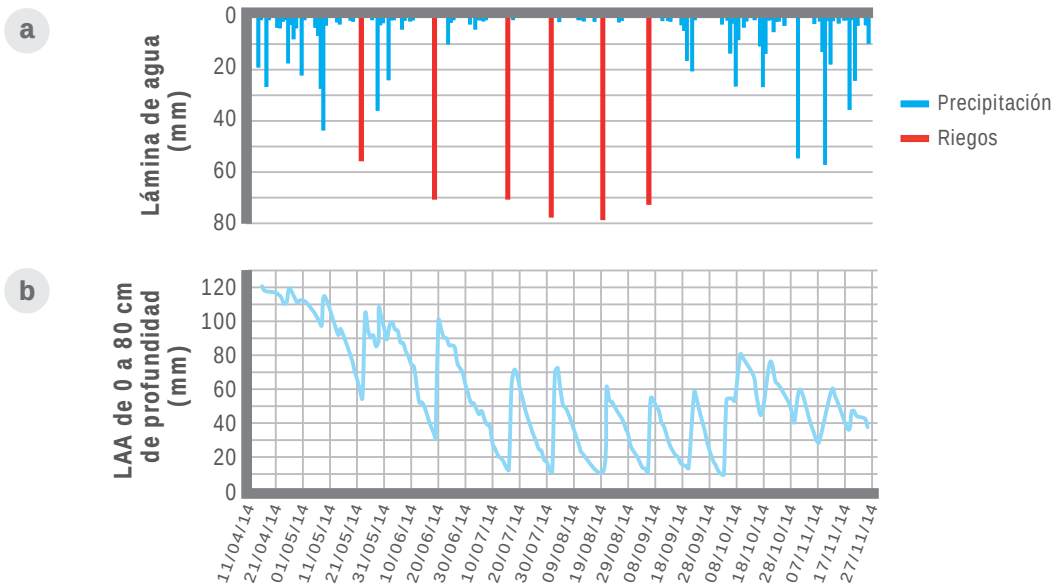
Resultados

- Durante los primeros estados de desarrollo del cultivo (0 a 2 meses) la lámina de agua acumulada (LAA) en el suelo se mantuvo por encima de los 100 mm, y en esta etapa las lluvias y el riego permitieron reponer el agua extraída por el cultivo (**Figura 17**).
- A partir del tercer mes se incrementó la tasa de extracción de agua por el cultivo, y la aplicación de riego no pudo reponer el agua extraída debido a la baja conductividad hidráulica del suelo (0.12 cm/h^{-1} entre 0 cm y 45 cm de profundidad). A su vez, la humedad del suelo fue menor a mayor profundidad.
- La humedad del suelo cambió veinticuatro horas después de la aplicación de un riego de 77 mm, pues el agua se infiltró hasta una profundidad de 80 cm.

Estos primeros resultados sugieren que se debe disponer en el campo de sistemas de medición continua de la humedad del suelo para conocer los impedimentos del flujo de agua.

Figura 17

a. Precipitación y riegos. b. Comportamiento de la lámina de agua acumulada (LAA) en el perfil del suelo entre 0 cm y 80 cm de profundidad.



Registros obtenidos de seis puntos de medición. Suelo Palmira (Pachic Haplustolls). Variedad CC 93-4418. Abril – noviembre de 2014.

Rango óptimo de potencial mátrico (*h*) del suelo

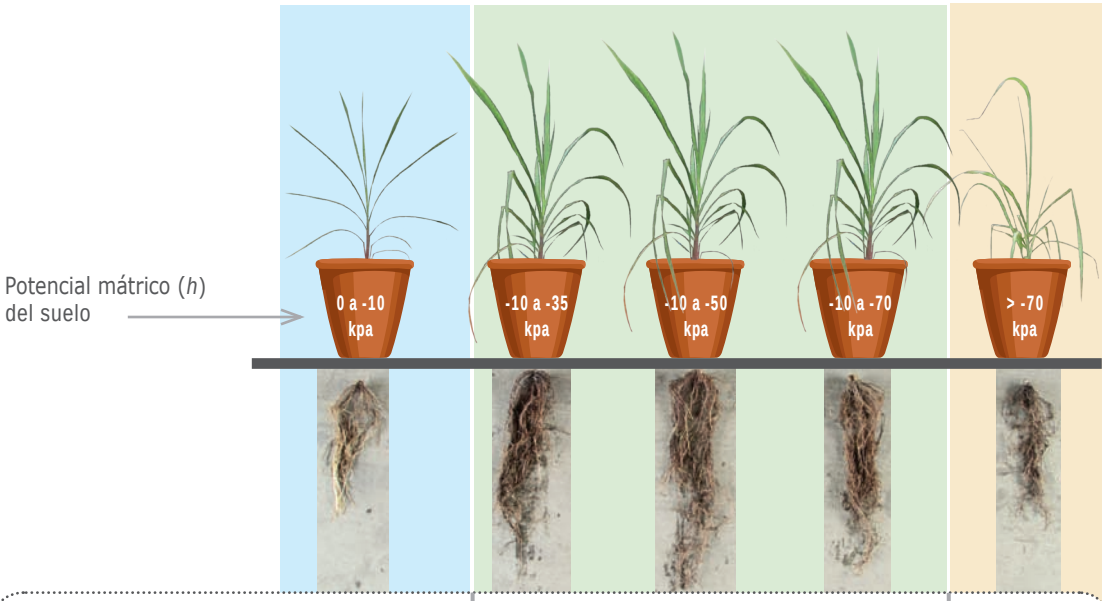
El agua del suelo está adherida a las partículas que en él se encuentran (arcilla, arena y limo); por lo tanto, las raíces de las plantas deben realizar un trabajo para absorber dicha agua. El potencial mátrico (*h*) se define como la fuerza (tensión) con que las partículas y agregados del suelo retienen la humedad.

Con el objetivo de determinar el rango óptimo de *h* que no afecta la absorción de agua por la planta, se evaluó la extracción de agua de la variedad CC 93-4418 de 0 a 2 meses. En general, no se afectó la acumulación de materia seca de las plantas cuando el potencial mátrico del suelo se mantuvo entre -10 y -70 kilopascales (kPa) (**Figura 18**), a diferencia de lo que ocurrió a **h** de 0 kPa a -10 kPa (exceso de humedad) y *h* mayores a -70 kPa (déficit de humedad), cuando se redujo la acumulación de biomasa.

La información obtenida se utilizará para estimar el factor de reducción de extracción de agua (α) como parámetro de entrada en un modelo de simulación de balance de agua en el cultivo de caña de azúcar en las condiciones edáficas y climáticas del valle del río Cauca.

Figura 18

Relación entre el potencial mátrico del suelo y la acumulación de materia seca en plantas de caña de azúcar de dos meses de edad.



	0 a -10 kpa	-10 a -35 kpa	-10 a -50 kpa	-10 a -70 kpa	> -70 kpa
Peso medio de raíz (g)	8.66	19.36	16.94	15.00	9.38
Peso medio de biomasa (g)	27.44	72.72	60.42	62.44	28.58
Biomasa total (g)	38.64	98.16	82.38	81.90	41.02

Riego con caudal reducido en zona plana

Durante 2014 se continuó con una serie de experimentos para seguir validando el sistema de riego con caudal reducido. La tecnología se evaluó exitosamente en diferentes consociaciones de suelos y pendientes desde 0.5% hasta 3%.

Con base en esto se estableció que los caudales de agua que se deben aplicar en cada surco están determinados por factores como la familia textural y la pendiente (**Cuadro 8**). Otros factores a tener en cuenta para el buen funcionamiento de este sistema de riego son la textura fina del suelo, el laboreo, la conformación del entresurco y la pendiente del terreno.

El riego con caudal reducido tiene un amplio potencial de aplicación, ya que se evaluó con éxito en los suelos de las consociaciones Corintias, Palmira, Manuelita y Galpón, que cubren más de 60,000 hectáreas del valle del río Cauca.

Cuadro 8

Caudal (L/s) recomendado por consociación de suelo para sistemas de riego con caudal reducido en el valle del río Cauca.

Subgrupo	Consociación	Familia textural	Pendiente de los surcos (%)	Caudal (L/s-surco)
Typic Haplustert	Corintias	Fina	< 1	0.4 – 0.6
Pachic Haplustoll	Palmira	Francosa fina	0.5	0.3 – 0.44
Pachic Haplustoll		Francosa fina	2.5	0.10 – 0.30
Fluventic Haplustoll	Manuelita	Francosa fina	0.6	0.5
Typic Endoaquert	Ballesteros	Fina	0.78	0.20 – 0.40
Typic Haplustert	Esneda	Arcillosa sobre esquelética arcillosa	3	0.3
Entic Haplustoll	Nima*	Francosa fina sobre esquelética arenosa	3	0.2
Vertic Argiustoll	Pichichí	Esquelética arcillosa	3	0.2
Typic Argiustoll	Italia	Arcillosa sobre esquelética arcillosa	3	0.25
Typic Haplustoll	Acuario	Esquelética francosa	3	0.2
Typic Calciustert	Galpón	Fina	< 1	0.6
Fluventic Haplustoll	Porce Blum*	Francosa fina sobre arenosa	< 1	0.5

* Los suelos Nima y Porce Blum poseen un primer horizonte fino que reposa sobre un horizonte arenoso; por esta razón su laboreo debe ser superficial para garantizar el avance del agua en los surcos.

Monitoreo hidrológico

En 2014 Natural Capital Project (NatCap) entregó al proyecto *Monitoreo de las funciones hidrológicas a escalas múltiples - caso de estudio: subcuenca Aguaclara, cuenca río Bolo*, recursos para establecer una red con doce pluviómetros automáticos, tres estaciones meteorológicas automatizadas y una estación hidrométrica, con el objetivo de caracterizar con más precisión la distribución de la precipitación y su impacto en la microcuenca.

Nutrición y fertilización

Evaluación de la aplicación de vinaza (V) y nitrógeno (N)

Finalizó el proyecto de investigación con el cual se pudo determinar que la vinaza es una buena fuente de potasio para el cultivo y que sirve, además, como vehículo para la aplicación de fertilizantes nitrogenados.

En el año 2014 se cosechó la segunda soca del último sitio de evaluación de este proyecto que comprendió un experimento de aplicación de V en mezcla con tres fuentes de N (úrea, solución UAN y nitrato de amonio) en la hacienda Delirios, del Ingenio Risaralda. En el desarrollo del experimento se observó que la V+N aplicada inmediatamente después del corte produjo un incremento de la productividad.

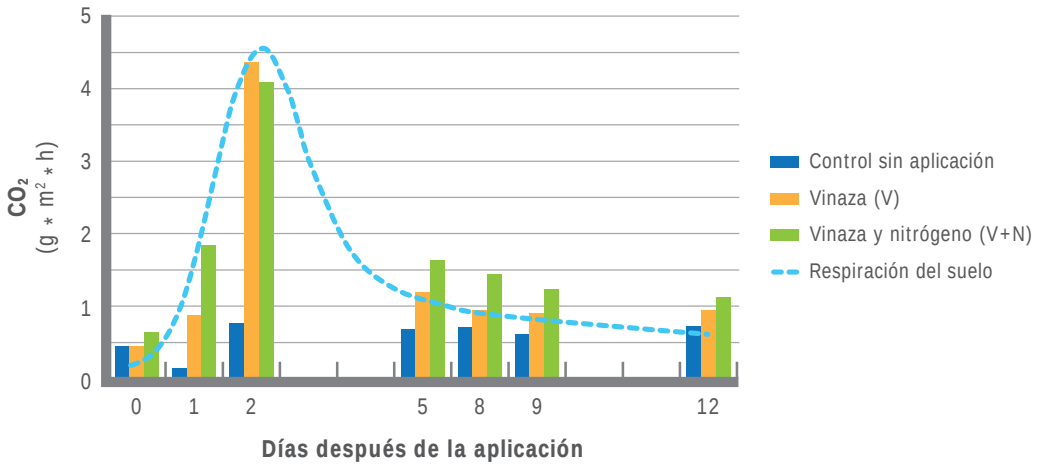
Para entender las posibles razones de este incremento se investigó la respiración del suelo en un experimento en la Estación Experimental de Cenicaña con tres escenarios: aplicando V+N, aplicando vinaza sola, y un control sin aplicación (**Figura 19**).

Resultados

- En el control sin aplicación la respiración del suelo se mantuvo estable.
- Cuando se aplicaron dos tratamientos de V la respiración del suelo creció nueve veces después del segundo día. Este hecho sugiere que al sincronizar las aplicaciones de vinaza o V+N con el periodo de absorción de N del cultivo se puede optimizar el uso de V como fertilizante.

Figura 19

Respiración del suelo después de aplicar dos tratamientos de vinaza (V y V+N), y un control sin aplicación.



Suelo Cantarina (Pachic Vertic Haplustolls). (Estación Experimental de Cenicaña). Z.A. 6H1.

Nutrición de la variedad CC 93-4418

A partir de los resultados de esta investigación se pudo establecer que la variedad CC 93-4418 tiene requerimientos nutricionales similares a los de la variedad CC 85-92, con excepción del hierro (Fe) y el manganeso (Mn) que presentaron contenidos más bajos en la CC 93-4418 (**Cuadro 9**). Lo anterior significa que en sitios con bajos contenidos de Fe, CC 93-4418 es menos susceptible a presentar deficiencia de este elemento.

Para calcular o ajustar la demanda de nutrimentos del cultivo se deben tener en cuenta tanto los análisis de suelo como los de tejido foliar. Por ello, en el **Cuadro 10** se presenta el contenido foliar óptimo de nutrimentos en condiciones de alta productividad de la variedad CC 93-4418 para plantilla y soca y a los 3 y 6 meses después de la siembra o del corte, producto de las investigaciones realizadas.

Cuadro 9

Contenido de nutrimentos de las variedades CC 93-4418 y CC 85-92 por cada tonelada de materia seca (hojas, tallos y yaguas) al momento de la cosecha en condiciones de alta productividad.

	Nutrimento	CC 93-4418	CC 85-92
Elementos mayores	N	3.7 kg	3.5 kg
	P	0.6 kg	0.5 kg
	K	6.6 kg	6.4 kg
	Ca	1.8 kg	1.6 kg
	S	0.6 kg	0.5 kg
	Mg	1.2 kg	1.1 kg
Elementos menores	Fe	181 g	285 g
	Mn	13 g	19 g
	Cu	3 g	3 g
	Zn	10 g	8 g
	B	2 g	2 g

Cuadro 10

Contenido foliar óptimo de nutrimentos para CC 93-4418 a los 3 y 6 meses después de la siembra o del corte.

Nutrimento		3 meses	6 meses	Nutrimento		3 meses	6 meses
Elementos mayores	N (%)	2.0	1.7	Elementos menores	Fe (mg/kg)	114.0	105.0
	P (%)	0.2	0.2		Mn (mg/kg)	40.0	48.0
	K (%)	1.4	1.4		Cu (mg/kg)	6.1	5.7
	Ca (%)	0.4	0.4		Zn (mg/kg)	20.4	15.3
	Mg (%)	0.3	0.3		B (mg/kg)	2.1	3.3

Fisiología

Dinámica de la acumulación de sacarosa

A pesar de su importancia, tanto la acumulación de sacarosa en el tallo de la caña de azúcar como su relación con la fotosíntesis aún no han sido ampliamente investigadas. Por esta razón, entre julio de 2013 y septiembre de 2014 se desarrollaron una serie de actividades orientadas a caracterizar el proceso (patrón y cantidad) de la acumulación de sacarosa en algunas variedades de caña.

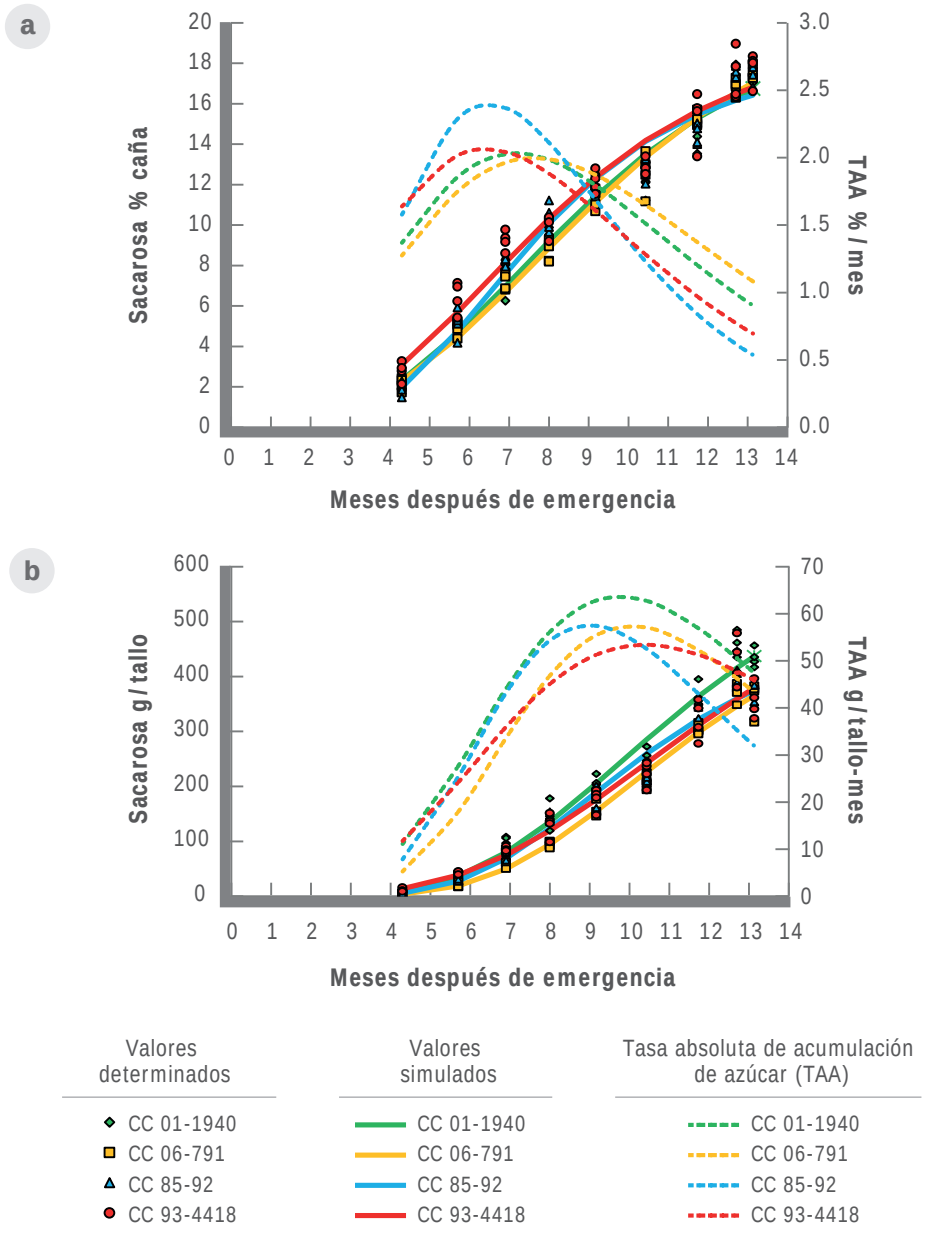
Como parte de esta investigación se tomaron muestras de caña de las variedades CC 85-92, CC 93-4418, CC 01-1940 y CC 06-791 desde los cuatro meses después de la emergencia (MDE) hasta los 13.1 MDE y se analizaron en el laboratorio para determinar su concentración de sacarosa (**Figura 20**).

Resultados

- Las variedades CC 85-92 y CC 93-4418 mostraron un patrón de acumulación más precoz con respecto a CC 01-1940 y CC 06-791. Sin embargo, al momento de la cosecha las concentraciones de sacarosa fueron en todos los casos similares, con valores de 17.5% para CC 01-1940, CC 06-791 y CC 85-92 y 17.8% para CC 93-4418.
- Las variedades CC 01-1940 y CC 06-791 tienden a presentar incrementos elevados del porcentaje de sacarosa en la fase final del ciclo del cultivo; en contraste con CC 85-92 y CC 93-4418 que exhiben ganancias limitadas, característica que indica una aparente acumulación máxima en la concentración de sacarosa en el tallo. Con lo anterior se plantea la hipótesis de que CC 01-1940 y CC 06-791 podrían alcanzar niveles porcentuales de sacarosa más altos en el tallo si sus ciclos de producción fueran más largos.
- La acumulación de sacarosa en los tallos no ocurre exclusivamente en la fase final del ciclo del cultivo; por el contrario, es un fenómeno continuo que va desde el momento de la diferenciación de los nudos y entrenudos y se extiende hasta la cosecha.
- La mayor ganancia de gramos de sacarosa por tallo ocurre entre los 9 MDE y 10.4 MDE, con valores que oscilan entre 53 - 63 g/sacarosa-tallo por mes. La variedad con mayor tasa de acumulación es CC 01-1940.
- La mayor acumulación de sacarosa % caña tiene lugar entre los 6.4 MDE y 7.6 MDE, con tasas máximas de acumulación que varían entre 2.0% y 2.4% de sacarosa por mes. La variedad CC 85-92 reporta las mayores ganancias porcentuales.

Figura 20

Dinámica de acumulación de sacarosa en cuatro variedades expresada en (a) sacarosa % caña y (b) sacarosa g/tallo.



Muestras de caña tomadas desde los 4 meses después de la emergencia hasta los 13.1 MDE.

Mecanización agrícola

Evaluación de esfuerzos horizontales en el suelo por tráfico de maquinaria

A partir de la evaluación de la compactación causada por el tráfico de equipos usados durante la cosecha se desarrolló una metodología para estimar los esfuerzos verticales inducidos a través del perfil del suelo, mediante sensores de presión ubicados a diferentes profundidades.

Esta metodología se adaptó para medir los esfuerzos horizontales inducidos al suelo durante el tráfico de una alzadora de caña JD 2040 (peso del equipo, 8.300 kg; llantas, 23.1x26; área de contacto, 0.26 m^2, presión de inflado, 20 psi) con sensores ubicados a 90 cm de distancia entre ellos para diferenciar entre equipos y cargas. El análisis de los datos reveló que hay una relación lineal entre los esfuerzos horizontales medidos y la resiliencia o capacidad del suelo para recuperarse de una perturbación, de tal manera que al incrementar la magnitud del esfuerzo disminuye la resiliencia para el rango de esfuerzos medidos. En las evaluaciones realizadas, cerca del 47% del esfuerzo quedó en el suelo y éste no regresó a su estado inicial debido a la perturbación generada.

Por lo tanto, los esfuerzos que quedan en el suelo por el paso de la maquinaria deben ser contrarrestados con el uso de equipos de roturación, teniendo como base el estudio detallado de suelos, lo cual permitirá el incremento de los espacios porosos.

Medición de los esfuerzos horizontales bajo las llantas de la alzadora JD 2040.

Para evaluar la compactación provocada durante la cosecha se desarrolló y adaptó una metodología de medición de esfuerzos horizontales. Los datos obtenidos mostraron que al incrementar la magnitud del esfuerzo disminuye la resiliencia para el rango de esfuerzos medidos

Maduración

Respuesta de las nuevas variedades a los maduradores

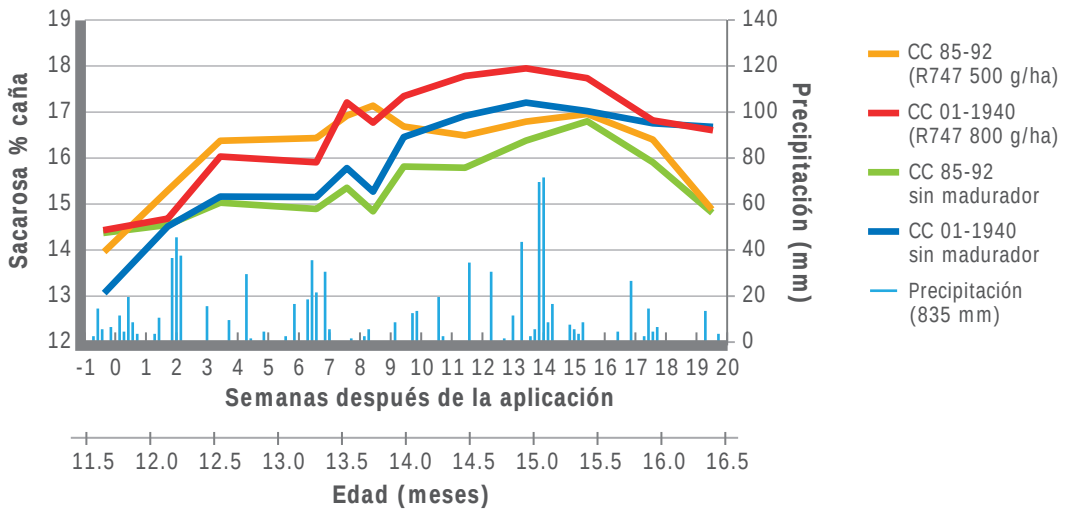
Durante 2014 continuaron las actividades para conocer la respuesta de nuevas variedades a los maduradores. Los resultados corresponden a evaluaciones que se realizan desde 2009 en cinco haciendas y en un lote de la Estación Experimental de Cenicaña.

Resultados

- Las variedades CC 93-4418, CC 01-1228 y CC 01-1940 maduran naturalmente de forma similar y en ocasiones hasta mejor que CC 85-92 cuando se comparan en igualdad de condiciones de suelo y clima. Esta característica, sumada al hecho de que las nuevas variedades superan en toneladas de caña a CC 85-92, ha permitido obtener entre 1.5 t/ha y 6 t/ha más de azúcar.
- CC 01-1940 mostró ser un poco más tardía que CC 85-92, y si se cosecha en edades alrededor de catorce meses puede brindar aun mayor rentabilidad que la que ha registrado hasta el momento (**Figura 21**).
- Las nuevas variedades son más tolerantes a los maduradores que CC 85-92 y por consiguiente requieren dosificaciones mayores, que se pueden determinar de acuerdo con lo propuesto por Cenicaña (**Cuadro 10**).

Figura 21

Sacarosa % caña de las variedades CC 01-1940 y CC 85-92 (plantillas) con madurador y sin él entre los 11.6 y 16.2 meses de edad.



Suelo Cachimbalito (Fluventic Hapludolls). Noviembre 20/2013 – abril 7/2014. Z.A. 8H3.

Cuadro 11

Dosis de madurador, por cada 100 toneladas de caña[1], para las principales variedades del sector.

Variedad	Humedad disponible[2] entre la aplicación y la cosecha					
	Baja	Alta	Baja	Alta	Baja	Alta
	Glifosato SL[3]		Glifosato SG[4]		Fluazifop[5]	
CC 85-92	0.7	0.9	0.30	0.38	0.4	0.5
CC 84-75	0.8	1.0	0.34	0.42	0.5	0.6
CC 93-4418 V 71-51	1.0	1.3	0.42	0.55	0.6	0.7
CC 01-1940 CC 01-1228 PR 61-632	1.3	1.6	0.55	0.68	0.7	0.8

1. Producción estimada de caña al momento de hacer la aplicación.
2. Involucra tipo de suelo, precipitación estimada y aportes del nivel freático.
3. Dosis en L/ha de productos comerciales como Round-up, Round-up Activo y Glifolaq. En el caso que se use Touchdown, multiplicar los valores de la tabla por 0.7.
4. Dosis en kg/ha de productos comerciales como Round-up 747 y Agrogen 747.
5. Dosis en L/ha de productos comerciales como Fusilade.

Geomática

Evaluación de equipos para ejecutar labores de precisión

A través de convenios con empresas proveedoras de equipos y servicios como Inntagri LCC, Agricultura Científica, Operadores del Campo, Verion Agricultura, BBB Equipos, Casa Toro y Geosystem Ingeniería se tuvo acceso a equipos para evaluar diferentes labores de precisión.

La tecnología del sistema autoguía fue validada en tres ingenios del sector y se concluyó que en las condiciones del valle del río Cauca el sistema entrega resultados de acuerdo con las especificaciones técnicas establecidas por los fabricantes. Igualmente, se utilizó tecnología de nivelación de precisión GPS en campos comerciales de un ingenio del sector.

En la Estación Experimental de San Antonio de los Caballeros también comenzó la evaluación del sistema de fertilización de tasa constante.

Establecimiento de una red RTK sectorial

El 22 de mayo de 2014 se hizo entrega de la estación GNSS al sector azucarero colombiano, como parte de un convenio con el Servicio Geológico Colombiano.

El uso de tecnologías para labores de precisión se ha incrementado en los últimos años en la agroindustria colombiana de la caña de azúcar.

Un inventario reciente de equipos mostró que en el sector hay 70 equipos para realizar mapas de productividad; 14, de fertilización; 8 pilotos automáticos y 5 para realizar nivelación que requieren de un sistema de navegación global satelital (Global Navigation Satellite System, GNSS) con corrección en tiempo real (Real Time Kinematic, RTK).

Con el objetivo de garantizar una mayor eficiencia en el uso de tecnología para labores de precisión, se contrató un estudio para determinar la potencial implementación de una red RTK que se encargue de proveer un servicio para corregir en tiempo real las coordenadas geográficas de los equipos de la agroindustria que estén en operación. Dicho estudio estableció qué equipos se deben instalar, así como su ubicación, cobertura y tipo de señal, lo que permitirá hacer un análisis económico sobre la viabilidad de la red.

De manera paralela, por convenio con el Servicio Geológico Colombiano (SGC) se instaló un equipo base de Cenicaña que está disponible como punto de la red RTK para ser usado por los cañicultores del sur del valle del río Cauca.

Programa de Procesos de Fábrica

MISIÓN

Contribuir al mejoramiento de los procesos fabriles que se desarrollan en el sector azucarero colombiano siguiendo los principios de la sostenibilidad ambiental, la optimización tecnológica y la rentabilidad económica.

El Programa Procesos de Fábrica cambió este año la denominación de sus áreas de trabajo y adoptó los correspondientes a los pilares de la planeación estratégica de Cenicaña: Azúcar, Energía, Sostenibilidad y Diversificación.

De acuerdo con esa reorganización, en el área Azúcar se enmarcan proyectos de investigación dirigidos a reducir las pérdidas de sacarosa en la producción de azúcar, aumentar la eficiencia en el uso de insumos, controlar la calidad de los materiales intermedios y obtener mayor robustez y estabilidad en los procesos. Este último aspecto es transversal al área Energía.

En Energía se tratan aspectos relacionados con la generación y uso de la energía térmica y eléctrica y la eficiencia en la producción de etanol.

En Sostenibilidad se estudia todo lo relacionado con el uso eficiente del agua, el desarrollo de herramientas de gestión ambiental como el análisis del ciclo de vida, del cual ya se tiene establecida una metodología; la gestión del mantenimiento, y el apoyo técnico para cumplir con las normativas legales y las exigencias del mercado.

Finalmente, en el área de Diversificación se estudian alternativas para obtener nuevos productos a partir de los residuos agrícolas de cosecha (RAC) y el etanol de segunda generación, o producir biocarbón. De lo anterior no se presentan avances en este documento, pero siguen en marcha las investigaciones.

El Programa finalizó este año catorce proyectos de investigación, cuyos resultados han contribuido a la sostenibilidad y productividad del sector. Los logros más importantes de algunos de ellos se presentan a continuación.

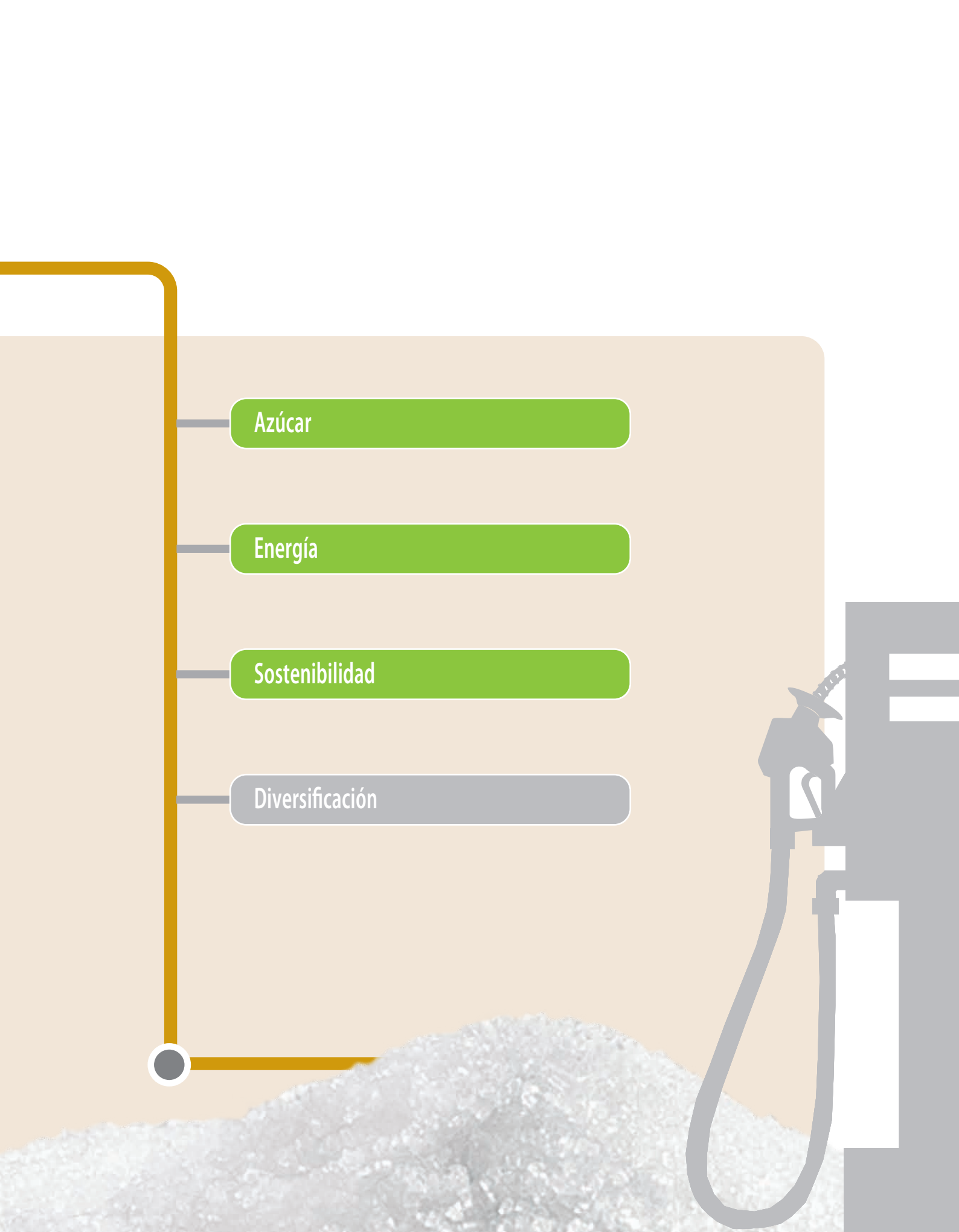
De acuerdo con los lineamientos del Comité de Fábrica, para los próximos tres años el Programa trabajará en nuevos proyectos enfocados en alternativas sostenibles para mejorar las eficiencias de los procesos y fortalecer la gestión de calidad de la caña de azúcar.

Azúcar

Energía

Sostenibilidad

Diversificación



Azúcar

Recepción, preparación y molienda

La materia extraña vegetal como residuo agrícola de cosecha (RAC) tiene usos potenciales en procesos bioquímicos y termoquímicos. Su uso más común es como combustible de las calderas, pero para su procesamiento se requiere la separación del RAC que ingresa a la fábrica.

Los sistemas de limpieza en seco son una alternativa para remover el material vegetal proveniente de la cosecha mecanizada. La eficiencia de la separación depende, entre otras cosas, de la posición del aire suministrado en la cámara de separación.

Cenicaña, por medio de simulaciones de mecánica de fluidos usando el componente CFX de ANSYS, evaluó el efecto que en la eficiencia de remoción tienen diferentes ángulos de entrada del aire (60°, 90° y 120°) con respecto a la trayectoria de caída de la caña.

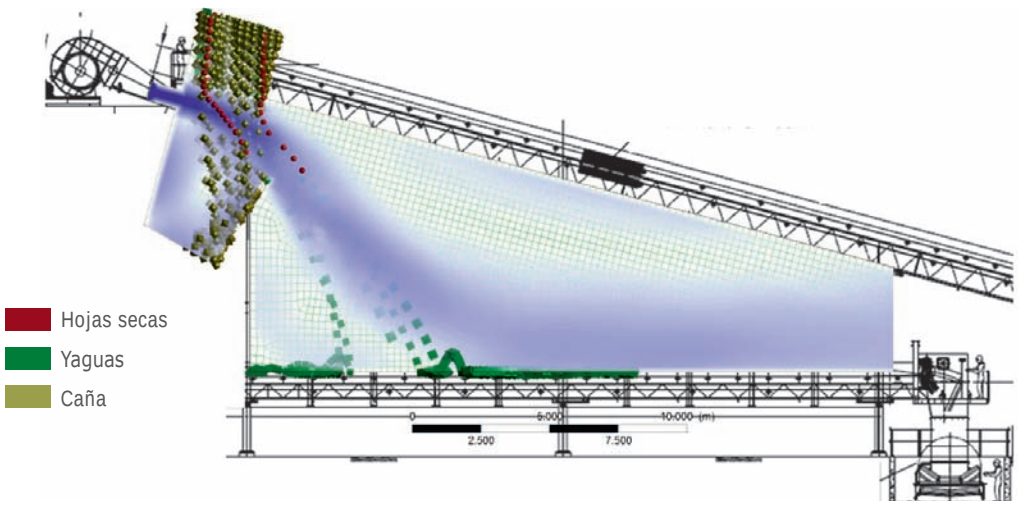
En los experimentos virtuales se obtuvo una eficiencia de hasta 95% para las hojas y 54% para las yaguas. Estos resultados contribuyen a establecer criterios de diseño básico y a seleccionar los componentes de una estación de limpieza en seco (**Figura 22**).

Para la evaluación de las máquinas usadas en la preparación de la caña -picadoras y desfibradoras- se estableció una metodología con el programa ANSYS, basada en parámetros de diseño y operación.

Con la evaluación de cargas, esfuerzos, factores de seguridad en zonas críticas y análisis de fatiga de componentes que se realiza a partir de esta metodología se pueden hacer recomendaciones para mejorar los procesos industriales.

Figura 22

Modelo computacional de fluidos para sistema de limpieza en seco.



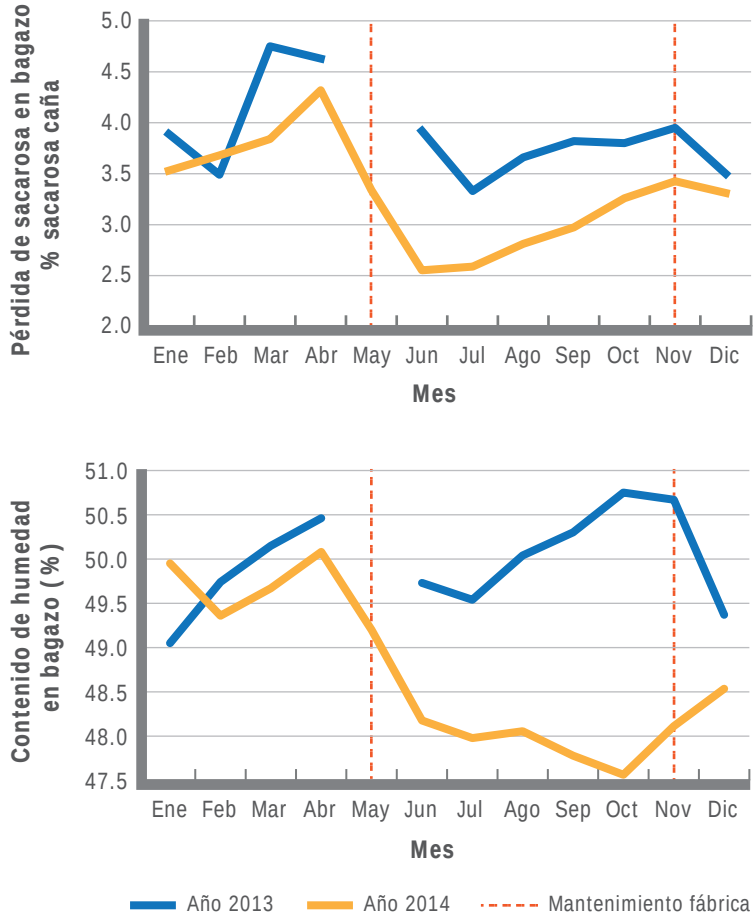
Precisamente gracias a las evaluaciones llevadas a cabo con esta metodología se le propuso a un ingenio cambiar de cuchillas fijas en la picadora a cuchillas basculantes, con lo cual logró reducir el tiempo perdido no programado en fábrica en aproximadamente veinte horas con respecto al año anterior.

La adopción de tecnologías desarrolladas por Cenicaña, tales como la configuración de ajustes y cargas del tándem de molinos usando Cenimol; las prácticas operativas propuestas por el Programa y el seguimiento de indicadores con el laboratorio móvil han contribuido a mejorar significativamente los indicadores de extracción del sector.

Con Ceniprof 2.0 se valoró el impacto de adoptar estas tecnologías en un ingenio y se comparó el periodo junio - diciembre de 2014 con el mismo periodo del año anterior (**Figura 23**). Se comprobó un beneficio estimado de $1470 millones por menor contenido de sacarosa en bagazo y $432 millones por menor contenido de humedad.

Figura 23

Comportamiento de la pérdida de sacarosa y la humedad en bagazo en un ingenio piloto.



Una valoración del impacto de la adopción de tecnologías promovidas por Cenicaña mostró cómo éstas contribuyen a mejorar los indicadores de extracción del sector. En un ingenio, durante el periodo junio-diciembre de 2014, se observó un beneficio estimado de $1470 millones por menor contenido de sacarosa en bagazo y $432 millones por menor contenido de humedad, frente al mismo periodo del año anterior.

En algunos ingenios se comprobó que la eficiencia de extracción es altamente variable, con fluctuaciones del orden de ±0.9%, cuando el valor del promedio ponderado de 2014 es 96.24%. Dicha variabilidad puede estar asociada a la inestabilidad en la alimentación del primer molino, como se evidenció en mediciones realizadas con el laboratorio móvil.

Según estas mediciones, los coeficientes de variación fluctuaron entre 19% y 61% en las extracciones individuales de los molinos, cuando su variabilidad debería ser menor que 8%. También se encontraron variaciones en 2.2 unidades porcentuales en la humedad del bagazo, lo que afecta significativamente el desempeño de las calderas bagaceras.

Con base en resultados de experimentos que mostraron una correlación (R^2=0.65) entre la humedad del bagazo y el torque de operación del molino, en 2014 Cenicaña puso a prueba en cuatro ingenios la estrategia de control por torque de cada unidad de molienda. El torque es una variable que tiende a aumentar proporcionalmente con el nivel de llenado del chute del molino. En 2015 se continuará con la validación de esta técnica de control y su transferencia y el seguimiento de su adopción por los ingenios.

Desarrollo de herramientas computacionales

Para evaluar la relación entre calidad de la caña (expresada como la relación entre sacarosa y fibra industrial % caña) y eficiencia de extracción de sacarosa durante la molienda se desarrolló una herramienta de cálculo con base en el balance de masa en molinos y los indicadores históricos de cada fábrica.

El uso de la herramienta indicó que la disminución de 0.1 en la relación sacarosa/fibra en caña significa una disminución de 0.5% en la eficiencia de extracción de sacarosa del tándem.

Durante 2014 también se continuó el desarrollo de Cenimol y se construyó un complemento para obtener planos detallados del montaje de molinos con el análisis de ajustes realizado. Se levantaron planos parametrizados que permiten la interacción de Microsoft Excel y AutoDesk Inventor para el posicionamiento de las cuatro mazas del molino, el virador y el chute de alimentación.

Finalmente, se elaboró una metodología para trazado de viradores que incorpora prácticas adoptadas por los ingenios y referencias de procedimientos establecidos por la industria internacional.

Control de imbibición en línea

El sistema de control de imbibición en línea desarrollado por Cenicaña ha sido adoptado por cinco ingenios, que representan el 45% de la molienda total del sector. En tres ingenios más se caracterizaron las ecuaciones para su adopción, con lo cual se alcanzaría el 65% de la molienda.

Este sistema regula el agua aplicada en el proceso de extracción en función de la fibra procesada en el tándem de molienda. Sus principales beneficios son una mayor estabilidad de los resultados de sacarosa en bagazo (±0.22% → ±0.06%), es decir, una disminución de las pérdidas de sacarosa en bagazo; y una reducción de la imbibición % caña (27.6% → 26.8%), que aumentó en 0.43% el °Brix del jugo diluido, lo que representa menos vapor de escape.

La caracterización e implementación se realizó con resultados exitosos en molinos accionados por turbinas de vapor, motores hidráulicos o motores eléctricos.

Eficiencia en el uso de insumos

En pruebas de clarificación en el laboratorio se evaluaron floculantes caracterizados por el grado de hidrólisis y la viscosidad en jugos provenientes tanto de cosecha manual como mecánica.

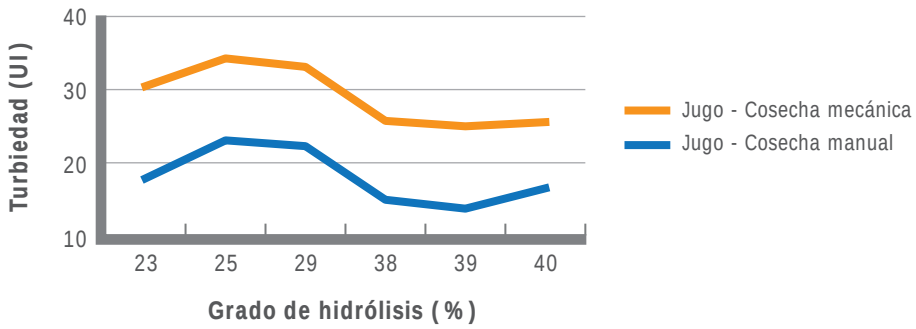
Los resultados mostraron que en jugos provenientes de cosecha mecánica la turbiedad (parámetro que califica el proceso de clarificación) fue 58% mayor en comparación con los jugos provenientes de cosecha manual. Al utilizar floculantes con grado de hidrólisis entre 37% y 40% se alcanzaron las menores turbiedades en los dos escenarios de tipo de cosecha (**Figura 24**).

Los mismos floculantes se evaluaron en temporadas seca y lluviosa, y se encontró que en esta última se presentan valores de turbiedad 33% más altos que en tiempo seco. Este hecho puede estar relacionado con la diferencia en el contenido de sólidos insolubles de los jugos (54% mayor para época de lluvia). El incremento de la dosis de floculante en tiempo de lluvia no contribuyó a reducir la turbiedad.

A partir de este resultado se determinó que es necesario utilizar estrategias integrales de remoción de impurezas (tierra principalmente), como el uso de filtros trommel para mantener la calidad del jugo clarificado.

Figura 24

Comportamiento de la turbiedad (UI) en escenarios de cosecha mecánica y manual con floculantes de diferentes características (grado de hidrólisis).



Calidad de productos intermedios y terminados

La presencia de polisacáridos en el jugo de caña de azúcar puede reducir el rendimiento final durante el proceso de elaboración de azúcar. Los principales polisacáridos responsables de este tipo de situaciones son las dextranas y los almidones. Las primeras son producidas por la acción metabólica de la bacteria *Leuconostoc mesenteroides*, mientras que los almidones son de origen natural y se generan por factores como variedad, clima y edad de cosecha, entre otros.

El almidón se concentra en mayor proporción en las hojas y cogollos, razón por la cual con el incremento de la cosecha mecanizada a las fábricas ingresa mayor contenido de estos materiales y por ende aumenta la concentración de almidón en el jugo. Se ha evidenciado que el contenido de polisacáridos en jugos provenientes de cosecha mecánica es hasta 25% mayor con respecto al jugo proveniente de cosecha manual.

Con el fin de minimizar su impacto en el proceso se evaluó su remoción con la aplicación de enzimas tipo α amilasa en jugo clarificado en la estación de evaporación. Con esto se alcanzaron niveles de remoción de almidón entre 30% y 50% en meladura cruda, y el contenido de almidón en azúcar crudo fue menor que 250 ppm/brix, valor límite en la materia prima de los procesos de refinación.

Robustez y estabilidad de los procesos

A partir de una evaluación técnica de la instrumentación instalada en las áreas de clarificación de jugos y filtración de diferentes ingenios se encontró que:

- En general, las tecnologías de sensado son adecuadas para las variables medidas; sin embargo, se evidenció una oportunidad de mejora en los parámetros de acoplamiento del instrumento de medición a los lazos de control.
- Una inadecuada frecuencia de muestreo contribuye a que la variable controlada presente valores por fuera del valor establecido. En 52% de las observaciones realizadas en un ingenio la variable controlada registró valores por fuera del rango.
- La metodología utilizada para la preparación de la lechada de cal afecta el desempeño de la estación de clarificación. Por esta razón, Cenicaña avanza en el desarrollo de un prototipo para medición de grados Baumé, que mide la concentración de hidróxido de calcio, a fin de obtener una condición estable y satisfactoria de la lechada de cal que garantice un mejor control del pH del jugo encalado.

En diferentes estudios se evidenció que el contenido de polisacáridos en jugos provenientes de cosecha mecánica es hasta 25% mayor con respecto al jugo de cosecha manual. Por esa razón se evaluó su remoción con la aplicación de enzimas tipo α amilasa, con la que se alcanzaron niveles óptimos para los procesos de refinación.

Energía

Ceniprof 2.0

En 2014 se realizó el lanzamiento oficial de Ceniprof 2.0, herramienta de simulación para predecir el desempeño operacional en las fábricas para la producción de azúcar y cogeneración de energía eléctrica.

La nueva versión de Ceniprof es un programa que reemplaza un aplicativo en Excel desarrollado por Cenicaña en 2005 y ofrece a los ingenios una alternativa para analizar las variables involucradas en cada una de las operaciones de la fábrica y mejorar su desempeño.

Esta nueva versión es más amigable en su presentación y se opera más fácilmente, ya que está configurada para hacer cálculos de manera automática, lo que significa que el usuario sólo debe ingresar los datos que desea analizar.

Cenicaña facilitó la capacitación de cuarenta y tres funcionarios de ingenios en donde está instalado el programa en el manejo de la herramienta y realiza un seguimiento a su adopción.

Ceniprof se ha utilizado en el marco del proyecto de optimización de los sistemas de cogeneración de la industria sucroenergética para el análisis de proyectos de integración energética y de reconfiguraciones de proceso.

Asistentes a la capacitación en Ceniprof 2.0 que se realizó en Cenicaña el 14 y 15 de mayo de 2014.

Cenicaña lanzó la nueva versión de Ceniprof 2.0, que reemplaza un aplicativo en Excel desarrollado en 2005 y ofrece a los ingenios una alternativa para analizar las variables involucradas en cada una de las operaciones de la fábrica y mejorar su desempeño.

Eficiencia en la generación de vapor y energía eléctrica

Con base en el seguimiento y evaluación del desempeño de las calderas del sector azucarero colombiano, Cenicaña comprobó la relevancia que tiene un adecuado manejo de la combustión (desde el suministro del aire) para lograr mejoras significativas en la eficiencia de la operación.

Con herramientas de simulación en dinámica computacional de fluidos (CFD) con el software ANSYS®, se diagnosticó el funcionamiento de las calderas y se propusieron mejoras en el diseño de estos sistemas.

Para garantizar una combustión eficiente y una operación óptima de las calderas en el circuito de aire forzado se identificaron las siguientes condiciones óptimas de desempeño:

- Suministrar homogéneamente el aire ingresado al hogar para una combustión completa.
- Favorecer la suspensión del combustible para generar mezclas con los aires secundarios.
- Garantizar un buen control de temperatura de la parrilla.

Asimismo, se plantearon cambios de diseño para mitigar los efectos de condiciones que desfavorecen su óptimo desempeño. Esas condiciones eran recirculaciones (**Figura 25a**) y flujos preferentes del aire (**Figura 25b**), que incrementaban el consumo de potencia en los ventiladores, las pérdidas de presión y el ingreso no homogéneo del aire al hogar. Para mitigar los efectos se propuso el empleo de bafles en los ductos (**Figura 26a**) y modificaciones a secciones del circuito (**Figura 26b**).

Figura 25

Recirculaciones en ductos de canalización de flujos.

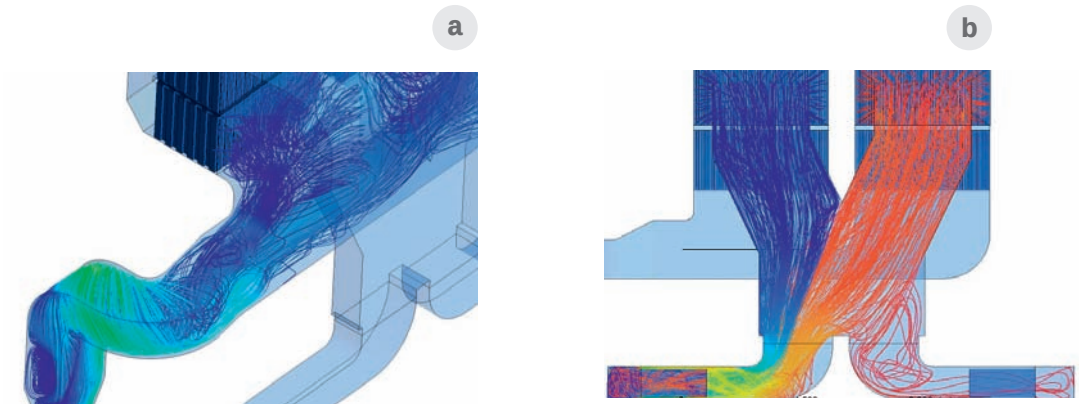
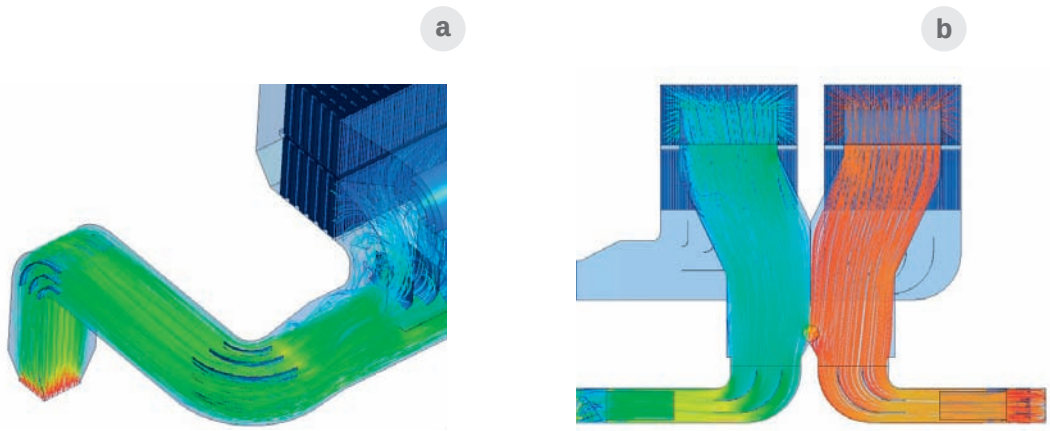


Figura 26

Estrategias empleadas para mitigar condiciones desfavorables.



Etanol

Evaluaciones realizadas en el laboratorio demostraron el efecto positivo que sobre la eficiencia fermentativa tienen concentraciones de magnesio (200 ppm), hierro (50 ppm) y zinc (10 ppm) en el sustrato empleado en la etapa de propagación.

Estos resultados fueron validados a escala piloto en una de las plantas de producción de alcohol carburante, en donde se requirió suplementar zinc y hierro de acuerdo con los resultados de los análisis realizados a la materia prima.

Los resultados mostraron que para diez horas de fermentación con levadura propagada en medios suplementados con zinc y hierro la producción de alcohol aumentó entre 0.02 $L/m^3 \cdot h$ y 0.91 $L/m^3 \cdot h$ con respecto a las fermentaciones con levadura obtenida mediante el esquema de propagación tradicional.

Según estos resultados, el beneficio económico diario de suplementar nutrientes, con una producción adicional de alcohol de 0.02 $L/m^3 \cdot h$ sería de $905,000, con una inversión en insumos de $40,700/día (proyección realizada con base en una producción de 250,000 L/día de alcohol anhidro).

Sostenibilidad

Uso eficiente del agua en plantas de azúcar y etanol

Por iniciativa de la Mesa de Agua de Fábrica se promovieron las siguientes acciones de gestión del recurso hídrico:

- Mantenimiento y limpieza de piscinas de enfriamiento.
- Mejoramiento de sellos húmedos en las tolvas de las calderas.
- Disminución en la frecuencia del lavado de pisos e inclusión y acondicionamiento de torres de enfriamiento de condensados.

Gracias a la implementación de estas acciones se logró reducir el promedio ponderado de la captación de agua en los años 2013 y 2014, que pasó de 1.41 m^3/t caña a 1.35 m^3/t caña, lo que equivale a aproximadamente 1,186,000 m^3 de agua.

Por otra parte, en el proceso de producción de etanol se validó, mediante fermentaciones por lotes a escala piloto, el uso de flemazas como agua de dilución de mieles en la etapa fermentativa en lugar del agua de proceso. Los resultados no mostraron diferencias significativas en la producción de etanol ni en la viabilidad de la levadura.

Se estimó un potencial de disminución de generación de efluentes y captación de agua de fuentes hídricas de 1100 m^3/día, teniendo en cuenta la producción diaria del sector de 1,250,000 L de etanol.

Sistema de Gestión de Inocuidad

Evaluaciones microbiológicas realizadas en el área blanca de azúcar (desde tachos hasta empaque) en varios ingenios indicaron que los mayores riesgos de contaminación cruzada se presentan en los sistemas de transporte de azúcar húmedo, como conductores, sinfines y bandas, en los cuales aumenta la concentración de bacterias mesófilas aerobias y levaduras, principalmente. En ninguno de los ingenios donde se realizó el seguimiento se detectó la presencia de indicadores de contaminación fecal como *Escherichia coli* en la etapa de la línea blanca.

En cuanto a la eficiencia de las jornadas de limpieza y sanitación (L&S) en el área blanca de azúcar se encontró que en los días posteriores a la práctica de L&S el contenido microbiano en el azúcar se redujo más del 50%.

Gestión del Mantenimiento

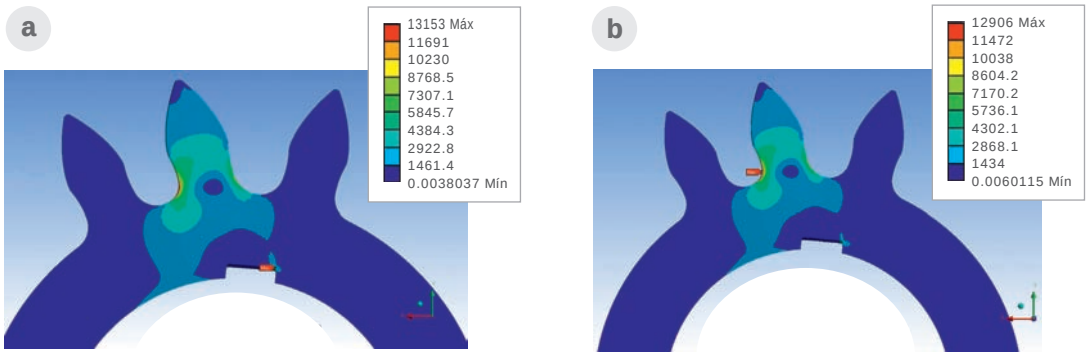
Cenicaña diseñó una encuesta sobre la norma PAS-55, relativa a la Gestión de Activos, cuyos resultados permitieron proponer esquemas y herramientas de mantenimiento basados en la confiabilidad (Reliability Centered Maintenance, RCM), como análisis de falla (Root Analysis Causes, RCA) y análisis proactivos de modos de falla (Failure Modes, Effects and Criticality Analysis, FMECA) para ser adoptados en la industria regional.

La aplicación de las herramientas generadas en torno al RCM permitió realizar el análisis de confiabilidad a diferentes componentes mecánicos del proceso, como coronas de molinos, cureñas y cadenas de conductores.

En el caso de las coronas de molinos se logró determinar la causa de la falla del componente y formular una propuesta de solución que incrementará su confiabilidad. En el marco de esta investigación se formuló el parámetro adimensional "R" (diámetro raíz/diámetro de eje), el cual identificó que para R<1.5 se favorece la ocurrencia de fallas en la zona del chavetero de la corona, donde se presenta la mayor concentración de esfuerzos (**Figura 27a**), mientras que para valores R>1.5 el esfuerzo máximo se traslada hacia la raíz del diente, donde hay menor concentración de esfuerzos (**Figura 27b**), es decir, menor probabilidad de falla.

Figura 27

Estado de esfuerzos para R < 1.5 (a) y R > 1.5 (b).



Servicios de laboratorios*

Laboratorio de suelos y tejido foliar[1]

Muestras de suelos procesadas:

2730 correspondientes a solicitudes de donantes (53%).

2644 de solicitudes internas para proyectos de investigación (47%).

Muestras de tejido foliar procesadas:

2511 correspondientes a solicitudes internas (95%).

132 de solicitudes de donantes (5%).

En 2014 se registró un incremento del 10% en muestras procesadas con respecto al año anterior.

Laboratorio de análisis de caña[1]

16,986 muestras procesadas.

El laboratorio de análisis de caña es un servicio para los investigadores del Centro como apoyo al proceso de selección y evaluación de las variedades de caña.

ISO 9001 icontec Internacional

SC-CER225754

CERTIFIED IQNet MANAGEMENT SYSTEM

Laboratorio de cromatografía

1856 muestras procesadas para análisis de azúcares y glicerol.

299 muestras procesadas para análisis de ácidos orgánicos, entre los que se encuentran: ácido cítrico, ácido succínico, ácido láctico y ácido acético.

* Laboratorios administrados por el Programa Procesos de Fábrica.

1. Servicios certificados por ICONTEC.

Servicio de Análisis Económico y Estadístico

MISIÓN

Proporcionar información en términos probabilísticos 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 técnica y productiva, la rentabilidad y la competitividad de los procesos agroindustriales.

En cumplimiento de su misión, el Servicio de Análisis Económico y Estadístico (SAEE) desarrolla una serie de actividades para que el sector agroindustrial de la caña de azúcar tome decisiones fundamentadas en análisis estadísticos y económicos.

Como parte de las actividades de análisis de productividad y rentabilidad, se presenta a continuación un estudio realizado en el 2014 sobre el impacto de las variedades CC 01-1940 y CC 93 44-18 para el sector. En las páginas 24 a 38 de este informe también se publican otros análisis realizados en el marco de esta actividad del SAEE.

Respecto a nuevos desarrollos metodológicos y estudios específicos se incluye una simulación de indicadores económicos en la producción de azúcar utilizando la técnica de Monte Carlo, con el propósito de presentar la técnica que utilizará el Servicio para próximos análisis.

Finalmente, se relacionan los análisis que se realizaron por solicitud de ingenios y cultivadores como parte de los servicios y asesorías que prestó el SAEE durante el 2014.

- Análisis de productividad y rentabilidad
- Evaluación económica de las variedades semicomerciales de caña de azúcar
- Nuevos desarrollos metodológicos y estudios específicos
- Servicios y asesorías

Análisis de productividad y rentabilidad

Impacto de las variedades CC 01-1940 y CC 93- 4418 para el sector

Con el objetivo de comparar las diferencias en las variables de productividad de las variedades CC 01-1940 y CC 93-4418 con el resto de opciones varietales se realizó un análisis para estimar los promedios del sector para toneladas de caña por hectárea (TCH), rendimiento (Rto) y toneladas de azúcar por hectárea (TAH) con las variedades y sin ellas, y el comportamiento de cada una.

El análisis también permitió cuantificar la probabilidad de obtener diferencias adicionales en utilidad con la introducción de estas variedades a escala comercial.

CC 01-1940

CC 93-4418

Análisis de promedios con CC 01-1940

AMBIENTE HÚMEDO

Condiciones

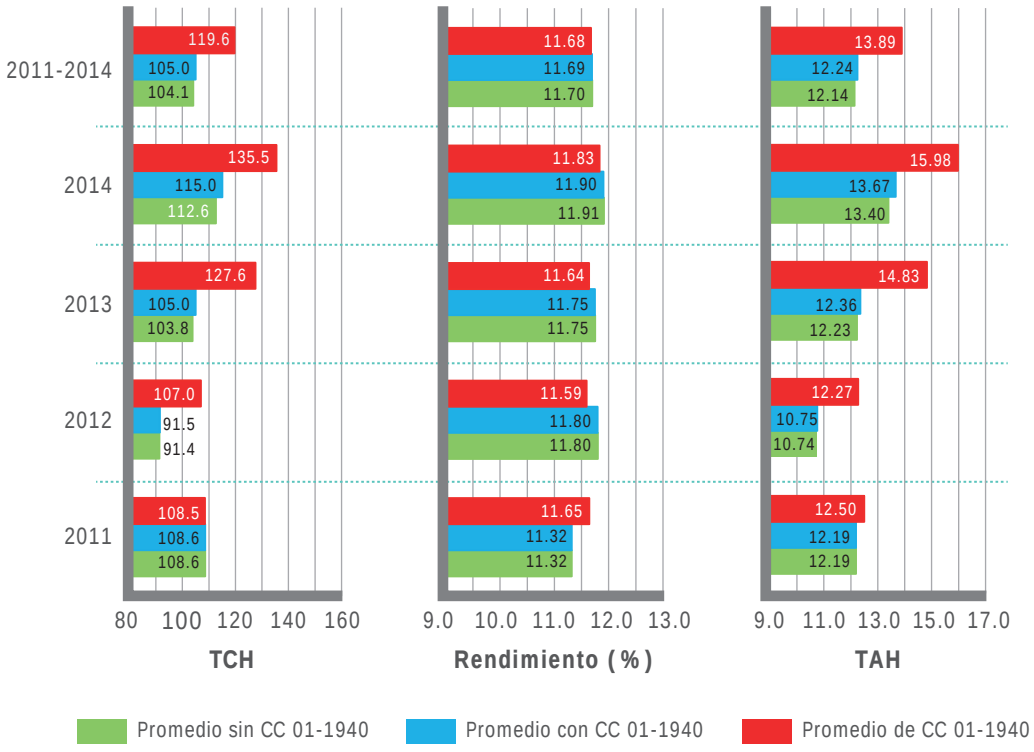
Datos comerciales de enero de 2011 a septiembre de 2014 de las suertes cosechadas por el sector.

Resultados

- El TCH promedio del sector en el periodo de análisis fue ligeramente superior (1 tonelada más) al mismo promedio cuando no se incluyó CC 01-1940. Además, cuando se comparó este último con el comportamiento de la variedad hay una diferencia a favor de ésta de 16 TCH. Lo anterior demuestra que incrementar la siembra de CC 01-1940 en el ambiente húmedo podría impactar favorablemente el promedio del sector (**Figura 28**).
- El rendimiento promedio fue similar en los tres escenarios.
- El comportamiento del TAH en términos de las diferencias fue similar al observado para TCH. La variedad CC 01-1940 superó la tendencia del sector sin ella en 1.8 TAH. Se resalta que para el 2013 y 2014 esta diferencia fue de 2.6 TAH a favor de esta variedad.

Figura 28

Resultados del TCH, Rto (%) y TAH de CC 01-1940 en ambiente húmedo. 2011-2014.



Análisis de promedios con CC 93-4418

Condiciones

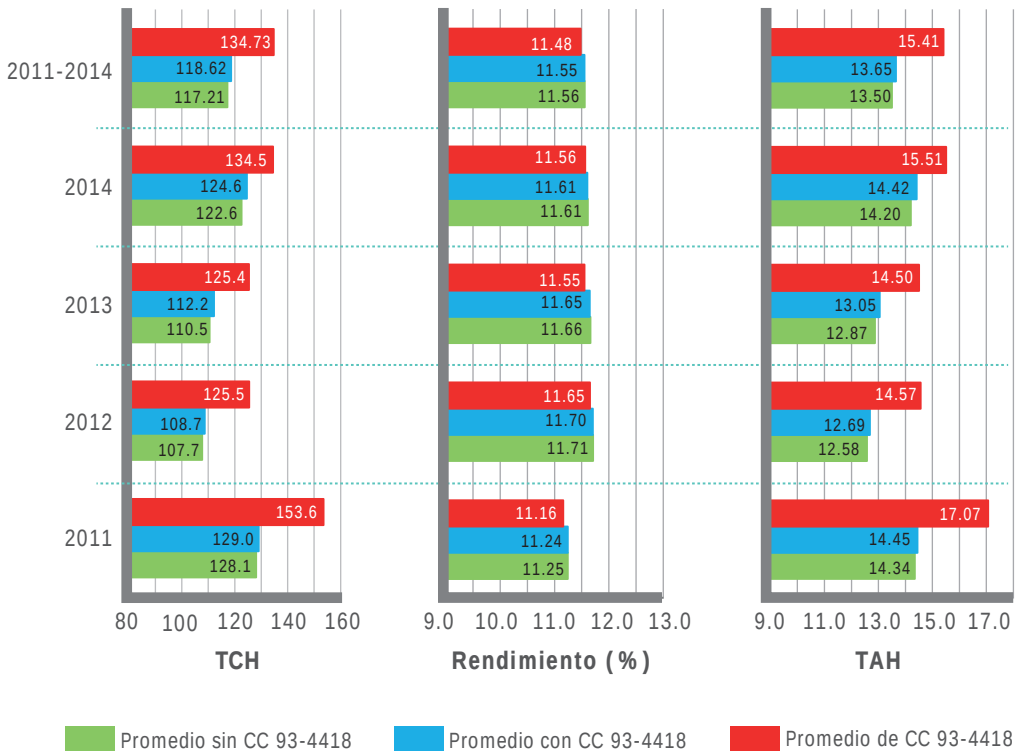
Datos comerciales de enero de 2011 a septiembre de 2014 de las suertes cosechadas por el sector.

Resultados

- El TCH promedio del periodo de análisis fue ligeramente superior (1.4 tonelada más) al promedio sin incluir la variedad. Además, cuando se comparó este último con el comportamiento de CC 93-4418 hubo una diferencia a favor de ésta de 18 TCH. Lo anterior demuestra que incrementar la siembra de CC 93-4418 en el ambiente semiseco podría impactar favorablemente el promedio del sector (**Figura 29**).
- En cuanto a rendimiento, la variedad tuvo un comportamiento muy similar.
- En TAH, CC 93-4418 fue superior en 1.9 frente al promedio del sector sin la variedad.

Figura 29

Resultados del TCH, Rto (%) y TAH de CC 93-4418 en ambiente semiseco. 2011-2014.



En 2014 se cosecharon 4425 hectáreas con CC 01-1940 en ambiente húmedo (10% del área del sector correspondiente a ambiente húmedo). Por otro lado, con CC 93-4418 se cosecharon 14,786 hectáreas en ambiente semiseco (15% del área correspondiente a este ambiente).

Análisis de probabilidades con CC 01-1940 y CC 93-4418

Condiciones

- Distribución: normal para TCH y Rto.
- Para escenario promedio sin CC 01-1940:
  Media: 104 (TCH), 11.7 (Rto).
  Desviación: 26 (TCH), 1.3 (Rto).
- Para escenario promedio con CC 01-1940:
  Media: 120 (TCH), 11.68 (Rto).
  Desviación: 29 (TCH), 1.2 (Rto).
- Para escenario promedio sin CC 93-4418:
  Media: 117 (TCH), 11.6 (Rto).
  Desviación: 26 (TCH), 1.2 (Rto).
- Para escenario promedio con CC 93-4418:
  Media: 135 (TCH), 11.5 (Rto).
  Desviación: 27 (TCH), 1.2 (Rto).
- Distribución normal para cuantificar la probabilidad de obtener un TAH mayor que 13.8, promedio del sector en el 2014.

Resultados

- Se cuantificó la probabilidad para la utilidad adicional.
- Las variedades CC 01-1940 y CC 93-4418 brindan al sector una mayor productividad en toneladas de azúcar por hectárea cuando se comparan con el resto de variedades en sus respectivos ambientes (**Figura 30**).
  - En el caso de CC 01-1940, la probabilidad de obtener más de 13.8 TAH (promedio del sector en 2014 en todos los ambientes) es de 50.2%; probabilidad que se reduce a 30% con otras variedades en el ambiente húmedo.
  - Para CC 93-4418, la probabilidad de obtener más de 13.8 TAH es de 67.2%. Con el resto de variedades en ambiente semiseco la probabilidad es de 45.6%.
- Por lo tanto, estas variedades incrementan la posibilidad de obtener utilidades adicionales (**Figura 31**). Según el análisis, la probabilidad de obtener utilidades adicionales con CC 01-1940 y CC 93-4418 frente al resto de variedades para ambientes húmedo y semiseco es del 61.3%.

Figura 30

Distribución de probabilidad de TAH mayor que 13.8 con CC 01-1940 y CC 93-4418.

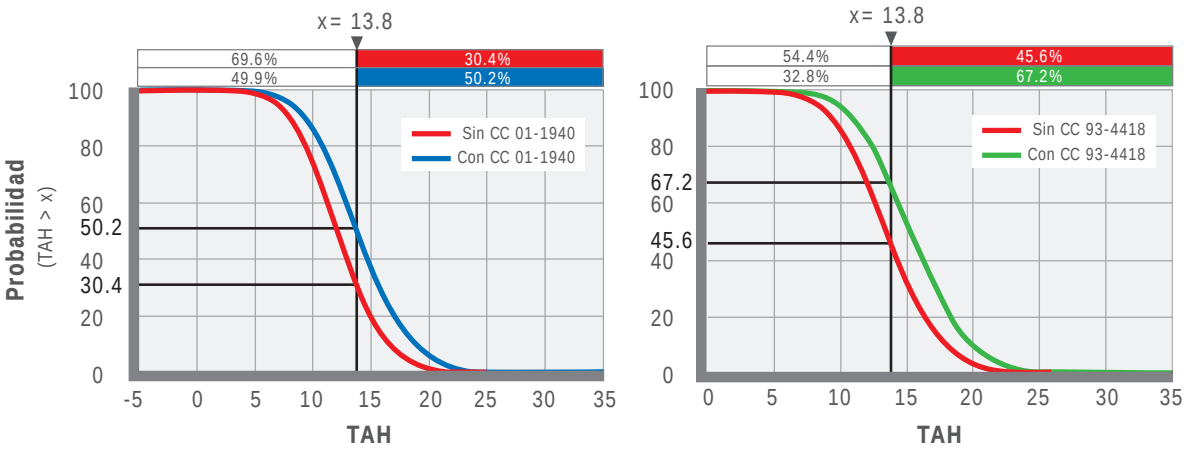
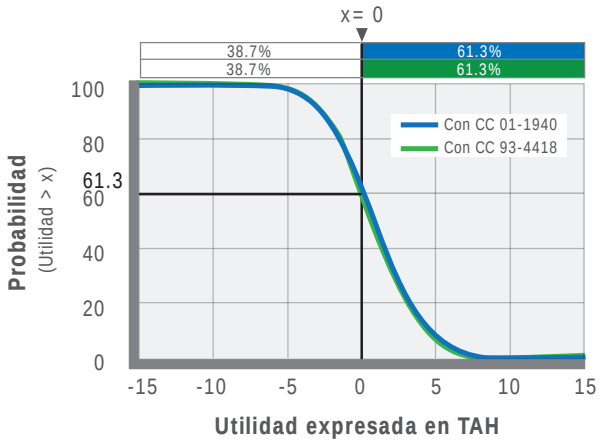


Figura 31

Distribución de probabilidad de utilidad (expresada en TAH) adicional con CC 01-1940 y CC 93-4418 en sus respectivos ambientes.



Un análisis de la productividad del sector con las variedades CC 01-1940 y CC 93-4418 en los ambientes para los cuales Cenicaña las recomienda mostró que estas opciones varietales ofrecen mayores probabilidades de obtener más TAH y utilidades adicionales que otras variedades.

Nuevos desarrollos metodológicos y estudios específicos

Simulación de indicadores económicos en la producción de azúcar

La simulación de Monte Carlo es una técnica matemática computarizada que proporciona a los responsables de la toma de decisiones una gama de resultados posibles que se presentarán con cada acción elegida.

Esta técnica contrasta con la formulación tradicional estática de modelos, cuyos resultados no reflejan con certeza la realidad porque los valores de referencia de las variables de entrada no tienen un alto nivel de confianza.

Cenicaña utilizó la técnica de Monte Carlo para realizar un ejercicio de simulación de los indicadores de ingresos, costos de producción y utilidades para el sector azucarero colombiano y determinar los factores que influyen en las variaciones de estos indicadores.

Esta técnica será utilizada por el SAEE para atender las solicitudes de análisis económicos con los cuales tanto ingenios como cultivadores puedan complementar su toma de decisiones.

Condiciones

- Se utilizó el programa @risk de palisade, versión 6.0.
- Los valores de los indicadores se presentan en la **Figura 32** a manera de índice con base 100 del año 2014. Por lo tanto deben tomarse como referencia, ya que sólo pretenden mostrar la técnica y su aplicación en variables económicas.
- Los ingresos se estimaron con base en la variación de TCH y Rto.
- **Media:** 118 (TCH), 11.4 (Rto).
- **Desviación:** 29 (TCH), 1.2 (Rto).
- **Distribución:** normal para TCH y Rto y uniforme para el precio del azúcar y demás costos de producción, pagos y canon.

Resultados

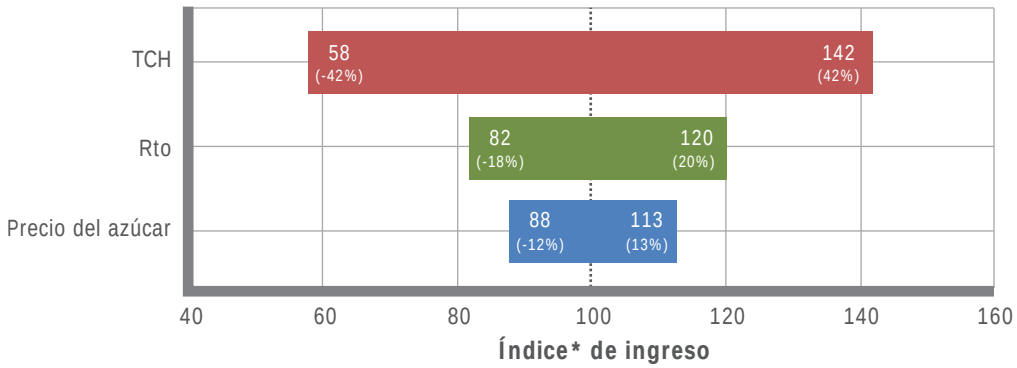
- Las variables que más influyen en los ingresos promedio por venta de azúcar son TCH y Rto.
- Las variables que más influyen en los costos de producción son, en su orden: TCH, precio del azúcar, costos de campo, cosecha y fábrica.
- En las utilidades promedio las variables que más influyen son Rto y TCH.
- Las variables impactan cada uno de los indicadores (ingresos, costos de producción y utilidades) con relación a sus resultados promedio. Es decir, si se mantiene constante el Rto y el precio del azúcar, el ingreso puede variar entre -42% y 42%, de acuerdo con el TCH.

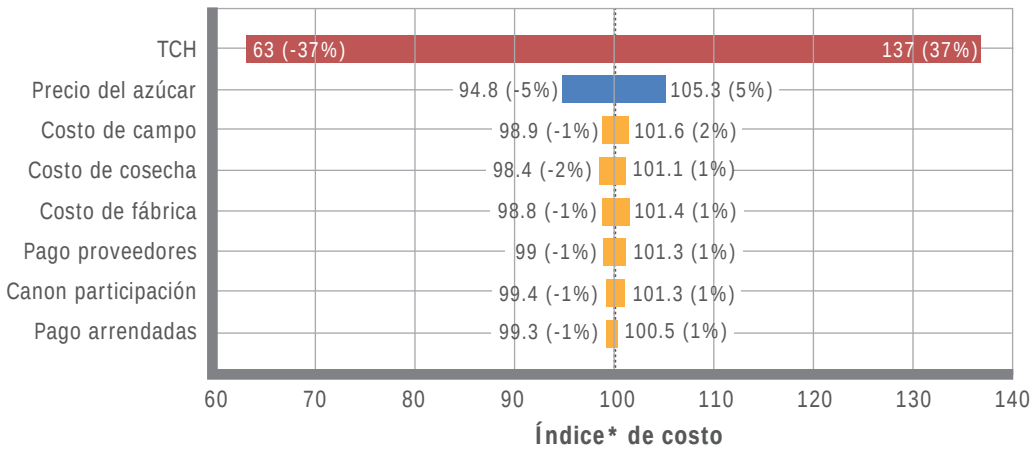
  Asimismo, si se mantienen constantes todas las variables, los costos de producción podrían oscilar entre -37% y 37% según el TCH. Para la utilidad se presenta una variación entre -198% y 202% según el comportamiento del rendimiento, siempre y cuando las demás variables permanezcan constantes (**Figura 32**).

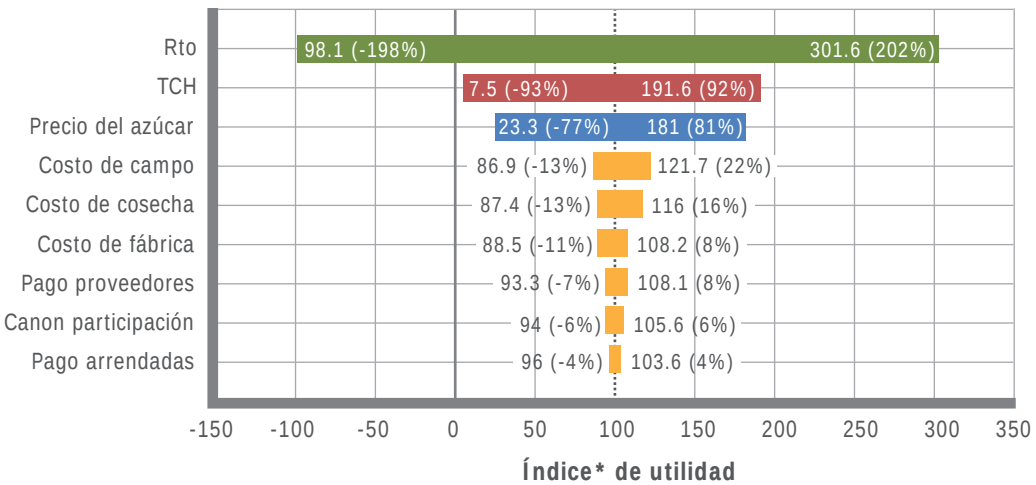
  De ahí que para el tomador de decisiones sea importante priorizar el manejo de cada una de estas variables con el fin de lograr iguales o mayores ingresos, menores o iguales costos y por lo tanto mayores utilidades.

Figura 32

Variaciones de los índices de ingreso, costo y utilidad según el comportamiento de las variables de interés.







* Valor del indicador a manera de índice con base 100 a diciembre de 2014.

Servicios y asesorías

- Determinación del tamaño de muestra para estimar parámetros de calidad de labores en campo y cosecha en el Ingenio Manuelita.
- Diseño y análisis de experimentos para proyectos realizados en el Ingenio Providencia.
- Evaluación del rendimiento en función de variables de manejo, materia extraña y madurador en varias topografías, diferentes tipos de cosecha y distintas condiciones de clima en el Ingenio Mayagüez.
- Conglomeración estadística de los pluviómetros del Ingenio La Cabaña.
- Cuantificación del daño causado por *Diatraea* en el porcentaje de germinación de la caña en los ingenios Incauca y Providencia.
- Cuantificación económica del daño causado por *Diatraea* spp. en el Ingenio Risaralda.
- Análisis para cuantificar el efecto del insecto *Mocis* (en estado larval y pupa) en Incauca.
- Determinación de la concentración óptima de nitrógeno para la propagación y fermentación a escala piloto de la destilería de Incauca.
- Evaluación económica para el Ingenio María Luisa.
- Determinación de la repetibilidad y reproducibilidad del método de detección de mohos, mesófilos y levaduras en Incauca.
- Análisis de fibra en caña en el Ingenio Risaralda.
- Metodología de aforo de caña y diseño de muestreo multi-etápico para estimar las toneladas de caña por hectárea a nivel de suerte en el Ingenio Pichichí.
- Muestreo multi-etápico para determinar la variabilidad de la sacarosa en campo de los ingenios Castilla, Providencia y La Cabaña.
- Pronóstico de TCH y rendimiento comercial a 2015 para el Ingenio Riopaila-Castilla.
- Pronóstico de TCH y rendimiento comercial a 2015 para el Ingenio Risaralda.
- Determinación del tamaño de la muestra para estimar el rendimiento precosecha en el Ingenio Risaralda.
- Determinación del tamaño de la muestra para estimar el rendimiento en el Ingenio Mayagüez
- Análisis estadístico de ensayos de germinación en el Ingenio San Carlos.
- Análisis estadístico de ensayos de aplicación de maduradores en el Ingenio Sancarlos.
- Validación de aforo de caña del Ingenio Pichichí.
- Análisis de factores que afectan la sacarosa en el Ingenio Providencia.
- Análisis sobre los efectos del fenómeno de El Niño sobre la productividad de la caña de azúcar en el valle del río Cauca.

Durante el 2014, Cenicaña, a través del SAEE, atendió veintidós solicitudes de análisis económicos y estadísticos para apoyar la toma de decisiones de ingenios, cultivadores y el sector en general.

Servicio de Cooperación Técnica y Transferencia de Tecnología

MISIÓN

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.

Fortalecer y desarrollar las capacidades institucionales de gestión del conocimiento científico y técnico para el mejoramiento de la productividad y la sostenibilidad de la caña de azúcar en Colombia es un propósito de la agroindustria azucarera, el cual se materializó en 2014 con la apertura del Programa de Aprendizaje y Asistencia Técnica (PAT) y la celebración del primer ciclo de capacitaciones.

Durante este año, seis profesionales de Cenicaña actuaron como transferidores de cinco tecnologías de producción y, a través de trece eventos de capacitación, contribuyeron a la formación de más de cien profesionales de los ingenios como facilitadores de la capacitación y la asistencia técnica. Ellos, a su vez, en el ejercicio de sus competencias de transferencia tecnológica, realizaron ciento doce eventos de capacitación en los que participaron más de mil usuarios potenciales de la nueva tecnología, todos ellos vinculados a las fincas proveedoras de caña y a las administradas por los ingenios.

Como parte de los insumos del programa, el Servicio caracterizó la línea base del nivel de adopción de tecnología antes de comenzar el primer ciclo de capacitaciones; editó cinco guías metodológicas dirigidas a los facilitadores; y diseñó el nuevo sitio web del PAT, www.cenicana.org/pat, desde el cual los usuarios registrados pueden acceder a los materiales pedagógicos disponibles, como videos, galerías de imágenes, documentos, programación y estadísticas de eventos. Otras actividades del Servicio, como la validación de tecnología y la gestión de la Red de Grupos de Transferencia de Tecnología (GTT), también registraron avances en 2014, como se muestra a continuación.

- Investigación de mercado
- Programas de transferencia y capacitación
- Validación participativa de tecnología con enfoque AEPS
- Producción de material divulgativo

Investigación de mercado

Niveles de adopción de tecnología y seguimiento dinámico

En 2014 concluyó el estudio de caracterización de base para conocer los niveles de adopción de tecnología con los que inició el Programa de Aprendizaje y Asistencia Técnica (PAT) que actualmente desarrolla Cenicaña.

Para saber qué tecnología utilizan las unidades productivas de caña de azúcar en el valle del río Cauca, entre abril de 2013 y junio de 2014 se recolectó la información pertinente con el apoyo de los ingenios azucareros.

Un grupo representativo de productores, conformado por trescientos noventa y seis proveedores de caña (PV) y treinta y nueve administradores de zona en tierras con manejo directo de doce ingenios (MD), fueron entrevistados y respondieron un cuestionario diseñado por Cenicaña.

Los resultados muestran el nivel de adopción de tecnología antes de comenzar las actividades del PAT. Los doce ingenios cosechan el 98% del área cultivada por la agroindustria, un poco más del 50% con manejo de proveedores de caña.

Línea base del nivel de adopción de tecnología (enero 2013-junio 2014)

Manejo agronómico de proveedores de caña (PV) y manejo directo de ingenios (MD).

Agricultura específica por sitio, AEPS®

El nivel de adopción de AEPS se calcula con base en las respuestas de cada productor a una serie de preguntas relacionadas con la utilidad de la zonificación agroecológica (cuarta aproximación) en la toma de decisiones de manejo agronómico. Se tienen en cuenta siete tecnologías (entre variedades y prácticas de cultivo) a las que se les asigna un valor de importancia relativa de acuerdo con la condición de humedad de la zona agroecológica representativa de cada finca.

Porcentaje de productores que toman decisiones de manejo agronómico con enfoque de AEPS®

Nivel de adopción AEPS	PV (%)	MD (%)
Muy bajo (<20%)	4	0
Bajo (>20% y <50%)	56	0
Medio (>50% y <80%)	37	44
Alto (>80%)	3	56

- De acuerdo con las respuestas dadas por el 56% de los proveedores de caña, se determinó que el nivel de adopción de la AEPS es bajo en este segmento de productores:
  - El 51% manifestó que desconoce cuál es la principal zona agroecológica presente en la unidad productiva.
  - El 65% seleccionó la variedad para renovación sin tener en cuenta la zona agroecológica.
  - El 71% decidió las prácticas de cultivo sin considerar la zona agroecológica.

Balance hídrico, BH priorizado versión 4.0

¿Utiliza el sistema de balance hídrico priorizado para programar los riegos en la finca?

Sí utiliza BH	PV	MD
Productores (%)	27	100
Área (%)	42.5	98

Nota: el 9% de los proveedores no aplica riego.

▶ El 27% de los proveedores de caña utiliza el sistema de balance hídrico priorizado para programar los riegos en el 42.5% del área donde se realiza esta labor cultural.

Control administrativo del riego, CAR

¿Cuáles de las siguientes mediciones y cálculos realiza cuando aplica riego en la finca?

Sí mide o calcula	PV (%)	MD (%)
Caudal entregado a la suerte	16	90
Caudal aplicado por surco	7	54
Volumen aplicado por hectárea	16	90
Lámina de agua aplicada	10	72
Velocidad de avance del agua	10	44
Jornales por hectárea	19	72
Área regada por día	38	90
Tiempo perdido de los regadores	6	33
No hace mediciones (no realiza CAR)	36	0
No aplica riego	9	0

▶ Se determinó que el 55% de los proveedores y el 100% de los administradores de zona de los ingenios realizan mediciones y cálculos para el control administrativo del riego.

- El volumen de agua aplicado por hectárea por evento de riego, indicador de manejo de agua de gran importancia para el control del consumo de agua en las suertes, es determinado en el 16% de las unidades de producción de los proveedores de caña y en el 90% de las unidades de producción de los ingenios.

La información obtenida sugiere la necesidad de emprender acciones para cerrar la brecha existente en los niveles de adopción de tecnología. Por esta razón, en el Programa de Aprendizaje y Asistencia Técnica iniciado en 2014 se dio prioridad a la capacitación en tecnologías de AEPS y de manejo de aguas de riego.

Programas de transferencia y capacitación

Programa de Aprendizaje y Asistencia Técnica (PAT)

El PAT es una estrategia pedagógica para el fomento de la ciencia, la tecnología y la innovación en el sector agroindustrial de la caña de azúcar de Colombia.

Cenicaña impulsa el Programa con el objetivo de incrementar el nivel de adopción de la tecnología disponible para el cultivo de caña de azúcar en el valle del río Cauca.

La metodología del PAT propone un ciclo de aprendizaje compartido, el cual se basa en la gestión de conocimiento y el desarrollo de competencias para la adopción de prácticas mejoradas en las unidades productivas de la agroindustria. En este sentido:

- Contribuye a cimentar las capacidades institucionales requeridas para la adopción de prácticas sostenibles en las unidades productivas.
- Impulsa el desarrollo de un programa de asistencia técnica con base en la gestión de procesos pedagógicos de capacitación.
- Diseña y produce guías metodológicas concebidas con los enfoques de gestión del conocimiento y desarrollo de competencias.

La línea base del nivel de adopción de tecnología (**páginas 104-105**) es el punto de referencia para fijar las metas del PAT. El programa de capacitación con los cultivadores de caña es definido por cada ingenio de acuerdo con su capacidad y siguiendo el plan de actividades acordado con el Centro de Investigación; éste, a su vez, les presta el apoyo necesario en el proceso.

Actividades durante el 2014

Entre marzo y diciembre de 2014, Cenicaña celebró tres talleres de motivación y trece eventos de capacitación para la formación de los facilitadores del PAT, entre ellos profesionales vinculados a los ingenios Carmelita, Castilla, Incauca, La Cabaña, Manuelita, María Luisa, Mayagüez, Pichichí, Providencia, Riopaila, Risaralda y Sancarlos (**Cuadro 12**).

El primer insumo para el ciclo de capacitación del PAT fueron cinco guías metodológicas con orientaciones para los facilitadores, contenidos de referencia técnica y una serie de prácticas y ejercicios especialmente diseñados para favorecer el aprendizaje. Los autores, investigadores y profesionales de Cenicaña compartieron con los facilitadores más de doscientas cincuenta horas de formación en cuatro tecnologías de producción de caña y una tecnología de fábrica.

Durante el año, también con el apoyo del Centro de Investigación, los ingenios realizaron ciento doce eventos de capacitación en los que participaron sus empleados y cultivadores de caña de azúcar. El registro de eventos y seguimiento a las acciones realizadas está disponible en www.cenicana.org/pat

Cuadro 12

Beneficiarios del Programa de Aprendizaje y Asistencia Técnica (PAT), 2014.

Ingenio	AEPS[1]		CAR[1]		BH[1]		RCR[1]		EFICAL[1]
	Facilitador	Usuario	Facilitador	Usuario	Facilitador	Usuario	Facilitador	Usuario	Facilitador
Risaralda	4	71	6	67	5	67	5		2
Riopaila	11	130	13	11	11		14		
Carmelita	3	27	3	33	3	17	2		2
Sancarlos	3	46	6	38	6	8	2		1
Pichichí	6	83	6	40	5	44	5		1
Providencia	13	94	14	119	14	85	14	26	1
Manuelita	7	80	7	194	8	65	8		1
Mayagüez	7	112	8	86	8		8		
Castilla	14	77	21	68	17	22	11		
María Luisa	3	33	3	18	4		2		3
Incauca	16	106	14	125	11	12	14		
La Cabaña	15	157	19	103	12	31	16		3
TOTAL	**102**	**1016**	**120**	**902**	**104**	**351**	**101**	**26**	**14**

1. Los datos muestran el número de facilitadores de los ingenios que participaron en las capacitaciones dirigidas por Cenicaña y el número de usuarios potenciales de cada tecnología (vinculados a las fincas proveedoras de caña y a las administradas por los ingenios) que participaron en las actividades dirigidas por los facilitadores.

Tecnologías (abreviaturas) y mes de las capacitaciones en Cenicaña:
AEPS: Manejo agronómico del cultivo con enfoque de agricultura específica por sitio (AEPS) (febrero, 2014)
CAR: Control administrativo del riego (mayo, 2014)
BH: Balance hídrico, BH priorizado v.4.0 (julio, 2014)
RCR: Riego con caudal reducido (noviembre, 2014)
EFICAL: Evaluación de eficiencia térmica de calderas en ingenios del sector sucro-energético (noviembre, 2014)

"Entre las nuevas tecnologías de la agroindustria azucarera, el enfoque de agricultura específica por sitio es una de las más importantes. Gracias a la capacitación que recibí sobre el tema, trataré de ubicar mejor las distintas variedades de caña en las renovaciones y tendré en cuenta las recomendaciones, sobre todo en fertilización y manejo del agua. Eso se traducirá en mejores producciones, que es lo que esperamos todos".

Alberto Quintero, proveedor de caña de Riopaila- Castilla.

"A nosotros como empresa nos parecen muy interesantes todas las actividades que se están haciendo con el PAT porque nos proporcionan herramientas importantes para medir y mejorar las labores. Hoy casi todo lo que hemos visto lo estamos aplicando porque nos han parecido funcionales las capacitaciones, y gracias a la coordinación con el ingenio se ha logrado llevar la parte técnica a la práctica".

Marco Antonio García, proveedor del ingenio La Cabaña.

Red de Grupos de Transferencia de Tecnología (GTT)

Las actividades de divulgación de la Red GTT fortalecen la comunicación y la interacción entre los profesionales de campo de los ingenios, los proveedores de caña y los investigadores de Cenicaña. El propósito de la Red es apoyar con información técnica la toma de decisiones de los productores sobre la adopción de tecnologías que contribuyan a solucionar dificultades del proceso de producción y necesidades en sus cultivos.

La metodología de trabajo empleada en las reuniones de GTT ha sido replicada en los ingenios para suministrar información técnica al personal de supervisores y mayordomos, lo que promueve la comunicación interna con el personal de campo.

Durante 2014 las actividades de GTT fueron menos frecuentes que en años anteriores debido a la participación de los proveedores de caña en el PAT. En once ingenios se realizaron dieciocho días de campo; en total participaron mil quinientos proveedores de caña y la asistencia por evento fue en promedio 70%. Los eventos consistieron en prácticas de campo que se llevaron a cabo en fincas de ingenios y proveedores innovadores. En esas prácticas trece investigadores de Cenicaña y diecinueve profesionales de los ingenios realizaron presentaciones técnicas sobre prácticas agrícolas, aplicación de tecnologías con enfoque de agricultura específica por sitio, selección de variedades para propagación en las zonas agroecológicas de influencia en las unidades productivas, manejo integral de la fertilización y la nutrición del cultivo, prácticas de control biológico de plagas, evaluación y diagnóstico de enfermedades, diseño de campo y labores de cultivo para la cosecha mecánica, entre otras.

Con el apoyo del Programa de Agronomía y los profesionales de campo de los ingenios en las reuniones de GTT también se difundió una serie de recomendaciones y actividades para enfrentar periodos de sequía, ante la alerta que se generó a mediados de año por la alta probabilidad de ocurrencia de un fenómeno El Niño.

Reunión de GTT sobre variedades de caña de azúcar en Incauca, en mayo de 2014.

Estas acciones han contribuido a:

- Actualizar permanentemente a los proveedores acerca de los avances en nuevas tecnologías.
- Mantener informado al personal de campo (mayordomos, supervisores, administradores y asistentes técnicos particulares) sobre los avances de la investigación de Cenicaña.
- Motivar a los proveedores a capacitarse.
- Integrar a los proveedores, personal de los ingenios e investigadores de Cenicaña.

Validación participativa de tecnología con enfoque de AEPS®

Durante 2014 se establecieron dos nuevas áreas de validación de tecnología en donde se evaluarán las ventajas relativas de las prácticas de fertilización de precisión con tasa fija en comparación con las prácticas convencionales con abonadoras tradicionales y utilizando dos dosis y dos estados del fertilizante: líquido y granulado. Las nuevas áreas se encuentran en Manuelita, hacienda Santa Anita (zona agroecológica 11H0, ambiente semiseco) y en Incauca, hacienda Villadiego (zona 8H3, ambiente húmedo).

En relación con las áreas de validación establecidas en cooperación con otros cuatro ingenios azucareros y que fueron cosechadas el último año se presentan las conclusiones generales sobre los resultados de productividad y rentabilidad observados en los distintos tratamientos. Los indicadores muestran el porcentaje de ganancia relativa para el ingenio y para el proveedor de caña por la adopción de prácticas de AEPS en comparación con las prácticas convencionales.

Áreas de validación

Ambiente semiseco:

- Sancarlos, hacienda Esmeralda (6H1)
  Análisis combinado de cuatro cortes.
- Mayagüez, hacienda El Convenio (6H1)
  Análisis del tercer corte.
- Providencia, hacienda Ciat (11H0)
  Análisis del primer corte.

Ambiente húmedo:

- Risaralda, hacienda Bohíos (5H5)
  Análisis del segundo corte.

Indicadores observados

Productividad:

- Toneladas de caña por hectárea (TCH)
- Rendimiento en azúcar (Rto. %)

Rentabilidad:

- Ingreso neto por tonelada de azúcar ($/t) (ingenio: tierras propias).
- Ingreso neto por hectárea ($/ha) (proveedor: 58 kilos de azúcar por tonelada de caña. Sólo en Bohíos: contrato por rendimiento, 50/50)

Tecnologías AEPS

Variedades de caña de azúcar:

- CC 93-4418 (Z.A. 6H1 y 11H0)
- CC 93-4181 (Z.A. 6H1)
- CC 98-72 (Z.A. 11H0)
- CC 01-1940 (Z.A. 5H5)

Manejo agronómico:

- Preparación de suelos con el mínimo número de pases y surcado de precisión.
- Labores de cultivo: escarificación y aporque (en ambiente semiseco) y además subsuelo topo (ambiente húmedo)
- Programación del riego mediante el balance hídrico (BH priorizado, v.4.0) y su aplicación por surco alterno.
- Fertilización con dosis establecidas de acuerdo con los niveles críticos definidos por Cenicaña (Sistema Experto de Fertilización, SEF) (sólo en Ciat se valida además la aplicación de tasa fija; mientras sólo en Bohíos, Risaralda, se valida además la aplicación de compost)

Con el propósito de separar el efecto de cada componente tecnológico del enfoque de AEPS en los resultados de productividad y rentabilidad, las áreas de validación incluyen tratamientos para identificar las ventajas relativas de la variedad de caña, la dosis de fertilizantes y los métodos de programación y aplicación del riego en comparación con los resultados del manejo agronómico del ingenio respectivo.

Variedades de caña de azúcar

- **Zona agroecológica 6H1 (Esmeralda, combinado de cuatro cortes)**. La variedad CC 93-4418 (AEPS) fue más productiva que la CC 85-92 (convencional) y con ella se registró 1% más TCH y 4% más rendimiento. En términos de ingresos netos esto representa un incremento de 12% para el ingenio ($/t de azúcar, diferencia estadística significativa con respecto a la variedad convencional) y un incremento de 0.5% para el proveedor de caña ($/ha, diferencia sin significancia estadística).
- **Zona agroecológica 6H1 (El Convenio, tercer corte**). La variedad CC 93-4181 (AEPS) presentó 11% más TCH, 3% más rendimiento y 13.5% más toneladas de azúcar por hectárea (TAH) que la CC 93-4418 (convencional); esto significa 5.6% más ingresos netos en tierras propias del ingenio ($/t de azúcar) y 13% más en tierras de proveedores ($/ha, diferencias significativas).
- **Zona agroecológica 11H0 (CIAT, primer corte)**. Las variedades CC 93-4418 y CC 98-72 fueron cultivadas con manejo AEPS y con manejo convencional; en el caso de CC 93-4418 y AEPS se incrementó en 9% el TCH respecto al manejo convencional, mientras que en el caso de la CC 98-72 y AEPS el TCH aumentó en 7%. Esta última variedad genera 19% más $/t de azúcar y 21% más $/ha.
- **Zona agroecológica 5H5 (Bohíos, segundo corte).** La variedad CC 01-1940 (AEPS) fue mejor en TCH que la CC 85-92 tanto en la plantilla (24% más) como en la primera soca (5%).

Manejo agronómico con enfoque de AEPS

En general, se observaron diferencias positivas a favor del manejo agronómico de AEPS comparado con el manejo convencional.

- **Zona agroecológica 6H1 (Esmeralda, cuatro cortes)**. El manejo agronómico de AEPS fue 3.7% más rentable para el ingenio por mayores ingresos netos ($/t de azúcar).
- **Zona agroecológica 6H1 (El Convenio, tercer corte)**. El ingreso neto para el ingenio ($/t de azúcar) fue 8.5% superior al realizar todas las prácticas con manejo agronómico de AEPS (variedad, preparación de suelos, riego y fertilización) respecto a todo con manejo convencional.
- **Zona agroecológica 11H0 (Ciat, primer corte)**. Se registró un incremento de 7% del rendimiento en azúcar con el manejo agronómico de AEPS respecto al convencional. En los tratamientos AEPS que incluyeron surcado de precisión y la labor de aporque se definió una geometría de surco trapezoidal y una mejor conformación de las calles, lo contribuyó a un mejor avance del riego y a optimizar la labor de cosecha mecánica. En estos tratamientos de AEPS la caña dejada en el campo luego de la cosecha (t/ha) fue 37% menor que en los tratamientos en donde no se realizó esta labor.

- **Zona agroecológica 5H5 (Bohíos, segundo corte)**. Los beneficios del manejo de AEPS en comparación con el manejo agronómico convencional se vieron reflejados en aumentos de 16% de rendimiento y de 33% de ingreso neto para el ingenio ($/t de azúcar) y 21% para el proveedor ($/ha) con contrato 50/50.

Manejo del riego con enfoque de AEPS

Se destacan también los resultados del manejo del riego con enfoque de AEPS, de forma que la programación basada en el balance hídrico y la aplicación del riego por surco alterno mostraron ahorros significativos en el número de riegos, el volumen de agua aplicado y los costos de la labor, sin que se viera afectada la productividad del cultivo ni en TCH ni en rendimiento.

- **Zona agroecológica 6H1 (Esmeralda, cuatro cortes)**. La programación de los riegos mediante el balance hídrico indicó incrementos de los ingresos netos con respecto a la programación convencional en la que el riego se aplica cada 20 días. El balance hídrico representó 4.4% más ingresos netos para el ingenio ($/t de azúcar) y 11% más para el proveedor ($/ha, diferencias significativas).
- **Zona agroecológica 6H1 (El Convenio, tercer corte)**. Con la aplicación de los riegos por surco alterno se presentaron ahorros en el consumo de agua (m^3/ha) entre el 24% y el 50% con respecto al riego por surco continuo, lo cual significó una reducción de costos del 14% con el surco alterno.
- **Zona agroecológica 11H0 (Ciat, primer corte)**. Igual que en la zona agroecológica 6H1 de la hacienda El Convenio, en el caso del Ciat se presentaron ahorros en el consumo de agua (m^3/ha) entre el 24% y el 50% y reducción de costos del 14%.

Manejo de la fertilización con enfoque de AEPS

- **Zona agroecológica 6H1 (Esmeralda, cuatro cortes)**. Con base en las recomendaciones del Sistema Experto de Fertilización (SEF) se defineron las dosis de fertilizantes y se obtuvo un ingreso neto ($/t de azúcar) 1.5% superior en comparación con el ingreso asociado a las dosis convencionales.
- **Zona agroecológica 5H5 (Bohíos, segundo corte)**. Se observó aporte de la aplicación de compost en el manejo AEPS, el cual produjo 20% más rendimiento y 2% más TCH, así como ingresos netos superiores en 38% ($/t de azúcar) y 23% ($/ha).

Producción de material divulgativo

Se coordinó la producción editorial de cinco guías metodológicas como insumo del PAT y se editaron el Informe Anual 2013 y dos números de la Carta Informativa; los títulos fueron publicados en formato impreso y en formato electrónico. Así mismo, el servicio coordinó la producción de tres videos de contenido técnico.

Sistema de información en web

Se desarrolló el sitio web del PAT, orientado principalmente a los facilitadores de la transferencia tecnológica, quienes planifican, ejecutan y evalúan las actividades de capacitación en las que participan los usuarios finales de la tecnología.

Tanto en la versión web como en la versión móvil se dispuso la colección de materiales (cinco guías metodológicas), recursos digitales asociados con cada guía, materiales de trabajo para entregar a los participantes en los eventos de capacitación, y el registro de las capacitaciones dirigidas a facilitadores y a usuarios finales, con el respectivo seguimiento a las metas de capacitación.

Se actualizó la información en web de comités, novedades en biblioteca, eventos, GTT y servicios, entre otros; se publicaron treinta y dos noticias generadas por Cenicaña y se enviaron más de diez boletines electrónicos a los usuarios registrados.

En 2014 los usuarios de los servicios de información en web registrados ascendían a 1275, de los cuales 780 son personas naturales o representantes de las empresas proveedoras de caña y 495 son representantes de los ingenios y las instituciones del sector.

Comunicación institucional y visibilidad

Con el propósito de hacer visible la gestión de Cenicaña, en el transcurso del año se emitieron siete boletines informativos dirigidos a entidades del sector azucarero para su difusión entre sus colaboradores, proveedores y afiliados. Estos boletines abordaron temáticas como los servicios del Centro de Investigación, el clima y el PAT.

Asimismo, se gestionó la publicación de siete artículos o menciones en los diarios *El País* y *El Tiempo*, *Sumamente* (Publicaciones *Semana*) y los medios de comunicación de Procaña y Tecnicaña. Para esta labor se realizaron actividades de acercamiento con los directivos de los medios y encargados de las áreas de comunicaciones, con el propósito de presentar el Centro de Investigación como una fuente de información científica, técnica y ambiental.

Finalmente, se coordinó la atención de cincuenta y tres visitas en la Estación Experimental, a las que asistieron más de mil doscientas personas entre estudiantes universitarios, técnicos y profesionales de entidades estatales, investigadores de otros centros y representantes de organizaciones agrícolas tanto nacionales como extranjeras.

Apoyo a capacitación

En el marco del convenio de cooperación 00114, suscrito entre Asocaña y el Sena para mejorar el desempeño y competitividad de la industria, Cenicaña apoyó la realización de cuatro cursos que se ofrecieron a profesionales del sector azucarero durante el 2014.

Los programas de Agronomía y Procesos de Fábrica y el Servicio de Cooperación Técnica y Transferencia de Tecnología colaboraron en el programa académico de los cursos:

- Aseguramiento de la calidad del proceso de cosecha de caña de azúcar cumpliendo parámetros técnicos.
- Operación de equipos de extracción del jugo de caña y control del proceso de acuerdo con procedimientos establecidos.
- Operación de la unidad térmica a vapor para la generación de energía eléctrica en plantas sucroenergéticas.
- Operación de sistemas de medición de agua para riego, de acuerdo con las necesidades del cultivo de caña de azúcar.

Servicio de Tecnología Informática

MISIÓN

Definir, facilitar y mantener una infraestructura de informática alineada con los objetivos estratégicos del Centro, con una plataforma tecnológica eficiente de alto nivel y que garantice seguridad al sistema.

Para garantizar un adecuado funcionamiento de la plataforma tecnológica en la cual se soportan los productos, los servicios y las investigaciones de Cenicaña para la agroindustria de la caña de azúcar, el Servicio de Tecnología Informática (SETI) trabaja en tres áreas: desarrollo de software, administración y bases de datos y operativa y soporte técnico.

A continuación se presenta un balance de la gestión realizada en el área de desarrollo de software, con énfasis en la actualización del sistema de comunicación de la Red Meteorológica Automatizada (RMA), actividad que concentró los esfuerzos del equipo profesional del SETI, con el apoyo del área de Meteorología y Climatología del Programa de Agronomía.

En el área operativa y soporte técnico se actualizaron los sistemas operativos de los servidores, se amplió el ancho de banda, se desarrollaron sistemas en recuperación de desastres y se crearon controles de servicio.

El presente informe no incluye información detallada sobre estas actividades, ni de las ejecutadas en el área de administración y bases de datos, por tratarse de actividades permanentes con las cuales se garantiza el buen funcionamiento de la red tanto para la investigación como para la transferencia de tecnología y la oferta de información.

Desarrollo de software

Administración y base de datos

Operaciones y soporte técnico

Desarrollo de software

Actualización del sistema de comunicación de la RMA

En el 2014 se actualizaron los sistemas de comunicación celular de las estaciones de la RMA, que operaban desde el 2005.

Este sistema de comunicación recupera y almacena la información horaria de las estaciones meteorológicas ubicadas en todo el valle del río Cauca y permite que los ingenios utilicen el programa de telemetría para tomar decisiones relacionadas con labores agrícolas.

Como parte de este proceso, Cenicaña evaluó diferentes esquemas de comunicación y servicios de telefonía celular en cada estación para evitar fallas de cobertura de los operadores. Adicionalmente se cambiaron los módems para que fueran compatibles con la tecnología 3G.

En la implementación de este nuevo esquema fue necesario desarrollar un sistema para administrar la información de la Red Automatizada de Monitoreo de Material Particulado (RAM-PM10), una nueva versión del programa de Telemetría y cambiar el proceso de recuperación de la información horaria y diaria de la RMA.

Sistema para administración de la información de la RAM-PM10

Se desarrolló un sistema de tecnología celular para recuperar lecturas horarias de la calidad del aire de las estaciones de la RAM-PM10 administradas por Cenicaña. Adicionalmente, el sistema posee un módulo de control que reporta inconsistencias, con el fin de tomar medidas correctivas cuando se requiera.

Este sistema apoya el proceso de acreditación en la norma ISO-17025 de la Red Automatizada de Monitoreo de Material Particulado del sector azucarero.

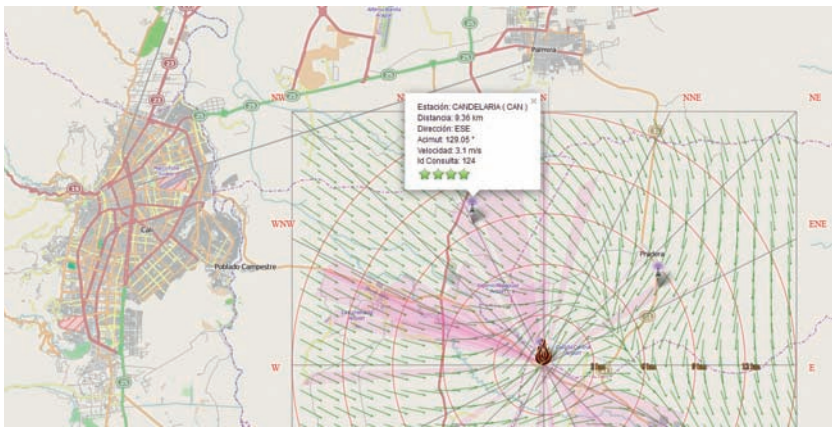
Telemetría versión 2.0

Para recuperar en tiempo real los datos de temperatura, humedad y dirección y velocidad del viento de las estaciones meteorológicas más cercanas a una suerte se desarrolló una nueva versión del programa de telemetría en plataforma web. Este programa genera una tabla con los datos consultados y un mapa interpolado del campo del viento, lo que permite contar con más herramientas para planear y realizar ciertas prácticas agrícolas, como quemas contraladas y aplicación de maduradores (**Figura 33**).

En el 2014 se actualizaron los sistemas de comunicación celular de las estaciones de la RMA, que operaban desde el 2005, para mejorar el proceso de recuperación y almacenamiento de la información horaria de las estaciones meteorológicas.

Figura 33

Modelo de mapa interpolado generado por el programa de Telemetría.



En el mapa se incluye la dirección del viento en tiempo real hasta 15 kilómetros a la redonda de la suerte donde se planea realizar prácticas agrícolas.

Recuperación de registros de la RMA

Este desarrollo en plataforma web permite recuperar en forma remota los datos horarios y diarios de las estaciones de la RMA. También posee un módulo de administración y control que informa, a través de correo electrónico, si alguna estación presenta fallas en la recuperación de los datos.

Balance Hídrico versión 4.0

Continuó la actualización del programa del Balance Hídrico versión 4.0 y se acompañó a los proveedores e ingenios en el uso, montaje y migración de la información desde otras versiones. Igualmente, el servicio apoyó actividades de capacitación que realizó Cenicaña a personal del sector.

Capacitación en Balance Hídrico priorizado a personal del Ingenio Manuelita.

Servicio de Información y Documentación

MISIÓN

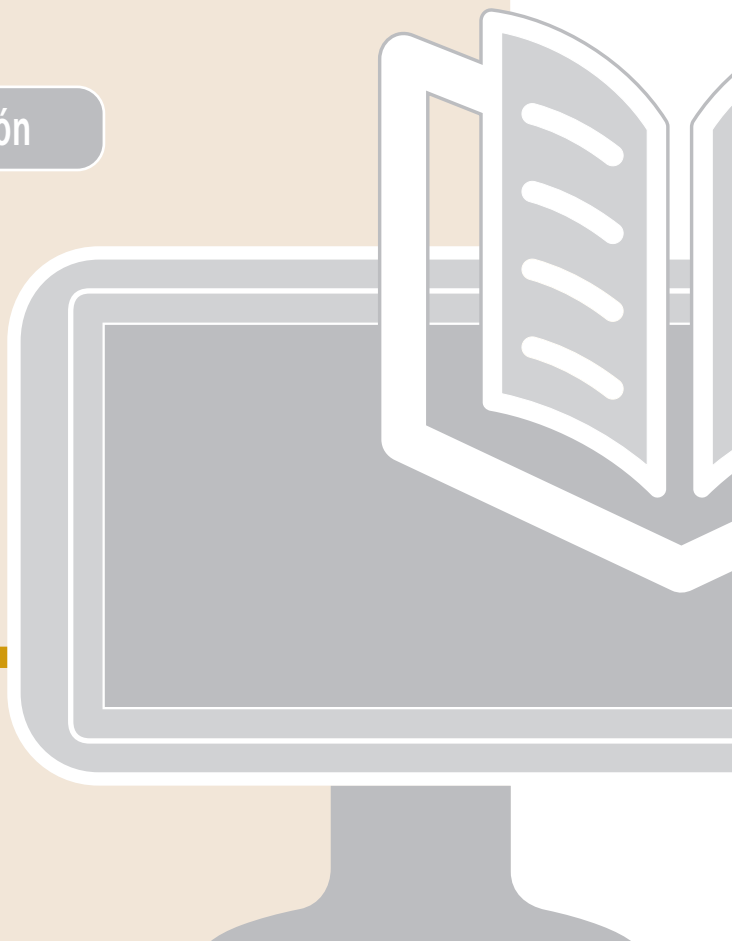
Servir de apoyo a la investigación del Centro, suministrando a los investigadores y al personal vinculado al sector azucarero la información bibliográfica necesaria para llevar a cabo sus proyectos y actividades.

El Servicio de Información y Documentación de la Caña de Azúcar (SEICA) ejecuta actividades permanentes en tres frentes de acción. Este año concentró su gestión en fortalecer los servicios de información con el acceso a nuevos recursos y la cooperación con otras instituciones. Se presenta aquí un resumen de sus actividades más relevantes, así como las cifras de las solicitudes atendidas.

Respecto al registro de información, este informe incluye datos generales del Catálogo de biblioteca disponible para todo el sector de la caña de azúcar colombiano y referencias de la producción bibliográfica del personal de Cenicaña en el 2014, que se pueden consultar en **Anexo III páginas 134-137**.

En apoyo a grupos de investigación, el SEICA desarrolla una serie de actividades permanentes que no se presentan en este documento, pero son fundamentales en la gestión de Cenicaña, como la colaboración en la actualización de la información de los grupos en la plataforma ScienTI de Colciencias (CvLac y GrupLac), que es requisito indispensable para la participación del Centro en las convocatorias de la entidad estatal.

- Servicio de información
- Registro de información
- Apoyo a grupos de investigación



Servicio de información

Nuevos recursos de información

Se suscribió un acuerdo con la editorial Springer para que los usuarios de la biblioteca del Centro tengan acceso a los artículos científicos y capítulos de libros editados por esta casa editorial.

Este modelo de servicio se presta por demanda y le permite al sector azucarero contar con una de las bases de datos científicas más importantes del mundo.

Con este nuevo recurso de información la agroindustria azucarera colombiana amplió sus opciones para obtener información bibliográfica, ya que desde 2013 también tiene acceso a las bases de datos ScienceDirect®, Scopus™ y CAB Abstracts, mediante consorcios liderados por Colciencias y la Red de Información Agrícola de Colombia, Ridac, en la cual participa Cenicaña.

Cooperación institucional

Cenicaña participó en el taller web Semántica y su aplicación a los servicios de información, organizado por la Ridac, y en el Segundo Congreso Internacional Gestión para la Información y la Documentación, convocado por el Comité de Bibliotecas de la Red Universitaria de Alta Velocidad del Valle del Cauca, Ruav.

La participación de la institución en estas actividades es resultado de los acuerdos de cooperación existentes con diferentes entidades, que permiten al Centro estar permanentemente actualizado en sistemas de información y documentación para ofrecer mejores servicios.

Precisamente, este año se continuaron las alianzas con las bibliotecas de once universidades e instituciones de educación superior de la región, el Sena y el CIAT, lo que les permite a los usuarios del Servicio solicitar artículos científicos y préstamos interbibliotecarios con estas entidades.

Cifras del servicio

- 2741 consultas al catálogo en línea de la biblioteca.
- 2124 usuarios en la sala de lectura.
- 380 consultas por correo electrónico.
- 3411 préstamos de documentos, revistas y equipos.
- 65 solicitudes de artículos científicos.
- 286 documentos en formato electrónico enviados.
- Entre las solicitudes atendidas en el transcurso del año, 116 fueron de ingenios, cultivadores y entidades del sector agroindustrial de la caña de azúcar. La mayoría de estas correspondieron a consulta en sala (59), solicitud de artículos (33), préstamo de documentos (19), consulta de información (4) y compra de libros y normas técnicas (1).

ISO 9001 icontec internacional SC-CER225754

CERTIFIED IQNet MANAGEMENT SYSTEM

Un acuerdo suscrito con la editorial Springer permite que los usuarios del sector azucarero colombiano tengan acceso a los artículos científicos y capítulos de libros editados por esta casa editorial. A través de estos acuerdos, actualmente la agroindustria también cuenta con acceso a las bases de datos ScienceDirect®, Scopus™ y CAB Abstracts.

Registro de información

Cifras del Catálogo de biblioteca

- 40,374 documentos, entre libros, revistas, tesis, folletos, boletines e informes, están registrados a diciembre de 2014 y disponibles para su consulta.
- 71% de los documentos registrados corresponden a la colección de caña, que incluye temas sobre el cultivo y procesamiento de la caña de azúcar, industria azucarera y etanol. El 19% restante pertenece a la colección general, que recoge áreas complementarias como: suelos, aguas, biotecnología, microbiología, química y estadística.

Superintendencia de la Estación Experimental

MISIÓN

Prestar 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.

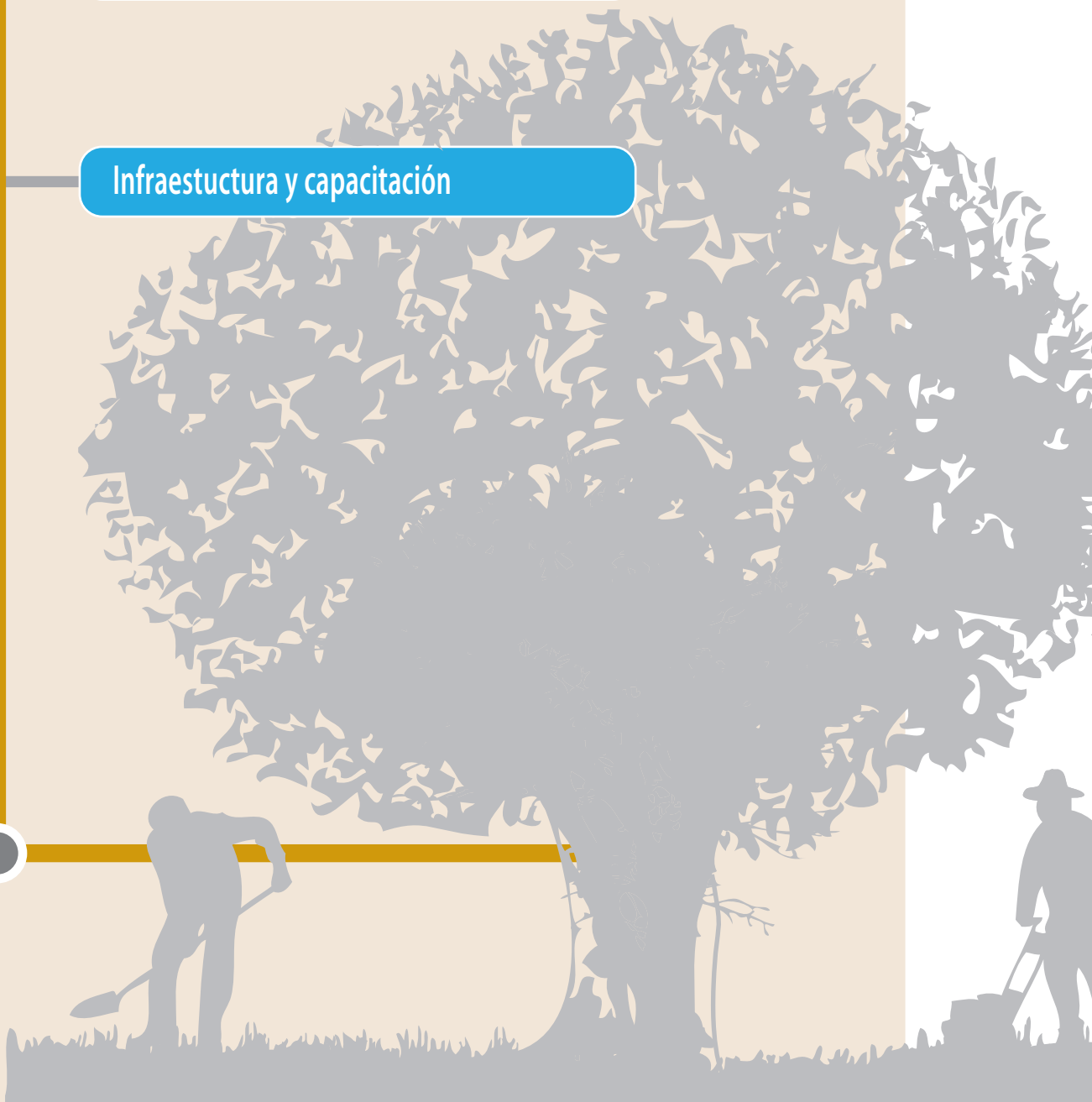
La Superintendencia de la Estación Experimental (SEE) ofrece apoyo a la investigación de los diferentes programas y servicios de Cenicaña y se encarga de la infraestructura de la Estación Experimental de San Antonio de los Caballeros.

En el 2014 centró su gestión en brindar apoyo logístico para la realización de experimentos del Programa de Agronomía y en concluir una serie de obras de infraestructura, con las cuales se busca ser más eficientes en la prestación de servicios a los usuarios y en las actividades de investigación.

Asimismo, la SEE cumplió con una serie de actividades permanentes, como mantenimiento de invernaderos, redes eléctricas, transformadores, plantas de emergencia y subestaciones, vías internas y jardines. Además, realizó labores culturales en los lotes experimentales y semilleros.

Apoyo a la investigación

Infraestuctura y capacitación



Apoyo a la investigación

Se prestó apoyo al Programa de Agronomía para la evaluación de equipos de agricultura de precisión como piloto automático, kit de topografía GNSS y sistema de fertilización de precisión.

Los equipos se encuentran instalados en el tractor CASE MXM 165 y se evalúan en lotes experimentales de Cenicaña.

Asimismo, se instaló un sistema de riego por goteo y caudal reducido en 1.24 ha de los lotes 10 y 11 con fines demostrativos y para optimizar el uso del agua y energía. También en el perímetro de la Estación se instalaron 30 trampas con feromonas para control de picudos.

Lote experimental en la Estación Experimental de Cenicaña con sistema de riego con caudal reducido.

Infraestructura y capacitación

Concluyeron las obras de construcción y adecuación de los nuevos laboratorios de química, fisiología y nuevos procesos. Asimismo, se remodelaron los laboratorios de microbiología, fitopatología y las zonas de esterilización, lavado y cultivo *in vitro*.

Se construyó un pozo de monitoreo para medir los cambios del acuífero al pasar del sistema de pozos sépticos a planta de tratamiento de aguas residuales.

Entró en funcionamiento una plataforma de manejo de agroquímicos para dar una adecuada disposición al agua de lavado de bombas de espalda y ropa usada en la aplicación de estos elementos.

Se facilitó la capacitación de personal de apoyo operativo en manejo seguro de herramientas y la recertificación de seis personas en trabajo seguro en alturas, y se coordinó la realización de seminarios en almacenamiento de productos químicos, manejo de sustancias cáusticas y corrosivas y autocuidado y prevención de accidentes.

Laboratorio de Física de Suelos.

Laboratorio de Microbiología.

En el 2014 entraron en funcionamiento los nuevos laboratorios de química, tejido foliar, fisiología vegetal, física de suelos y nuevos desarrollos; y concluyó la remodelación de los laboratorios de microbiología, fitopatología y las zonas de esterilización, lavado y cultivo *in vitro*.

Anexos

I. RMA. Clima anual en el valle del río Cauca. Comparativo multianual 1994-2014.

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
2014	**13.8**	**12.9**	**12.9**
2004	12.8	13.7	12.8
2001	13.6	12.7	12.7
Años de menor temperatura mínima absoluta			
2003	14.6	12.6	12.6
2011	14.2	12.3	12.3
2013	14.0	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
2013	19.1	18.6	18.9
2003	19.1	18.7	18.9
2014	**19.1**	**18.5**	**18.8**
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			
2014	**23.4**	**23.4**	**23.4**
2002	23.3	23.5	23.4
2005	23.5	23.1	23.3
2013	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			
2014	**30.3**	**30.7**	**30.5**
2009	29.7	31.1	30.4
2012	29.7	30.5	30.1
Años intermedios			
2013	30.1	30.1	30.1
1998	30.8	29.3	30.1
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	29.7

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
2014	**37.3**	**36.1**	**37.3**
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
2011	35.0	35.8	35.8
Años de menor temperatura máxima absoluta			
2013	37.8	35.7	37.8
1994	33.0	34.4	34.4
1999	33.4	33.6	33.6
Clima	37.8	39.2	39.2

Oscilación de temperatura (°C)			
Año	Sem. 1	Sem. 2	Anual
Años de mayor oscilación media diaria de temperatura			
2014	**11.2**	**12.1**	**11.6**
2009	10.8	12.2	11.5
2012	10.8	11.9	11.4
Años intermedios			
2002	10.9	11.4	11.2
1997	10.2	12.1	11.1
2013	10.9	11.3	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

RMA. Clima anual en el valle del río Cauca. Comparativo multianual 1994-2014. Continuación.

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
2006	80	76	78
2009	81	76	78
Años de menor humedad relativa (años más secos)			
2013	78	77	78
2012	80	75	77
2014	**78**	**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
2014	**664**	**560**	**1224**
2012	755	445	1200
1997	774	421	1196
2013	627	539	1166
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	695	587	1282

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
2014	**94**	**80**	**174**
2013	82	87	169
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	92	88	180

Evaporación (mm)			
Año	Sem. 1	Sem. 2	Anual
Años de mayor evaporación			
1994	821	907	1729
2009	795	940	1735
1995	862	837	1710
Años intermedios			
1997	793	913	1706
2012	790	899	1689
2014	**794**	**879**	**1673**
2002	830	867	1696
2007	838	837	1675
2003	852	837	1689
2001	804	847	1651
2004	863	837	1701
1998	815	924	1740
2006	775	865	1640
1996	780	839	1619
2008	811	783	1594
2013	793	829	1621
2011	769	803	1573
2010	831	725	1556
Años de menor evaporación			
2005	730	845	1575
1999	758	790	1548
2000	719	761	1479
Clima	801	846	1647

Radiación solar [cal/(cm²x 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
2014	**402**	**414**	**408**
2012	397	416	406
2008	412	394	403
1999	404	402	403
2013	396	401	399
Años de menor radiación solar media diaria			
2011	393	395	394
2000	389	397	393
2010	407	371	389
Clima	409	412	410

En la página siguiente se muestran los promedios y la desviación estándar de siete indicadores de productividad de variedades CC cosechadas en el valle del río Cauca durante 2014.

Para la observación de los datos se recomienda tener presentes las particularidades del clima regional en 2013 y 2014.

II. Productividad de variedades Cenicaña Colombia (CC)

Cosechadas en las quince zonas agroecológicas más representativas de la agroindustria azucarera colombiana en 2014. Datos de trece ingenios.

Zona agroecológica	Variedad	Número de suertes	Area cosechada (ha)	Rto. Ccial. (%)	TCH	TCHM	TAH	TAHM	Edad (meses)	Corte (no.)
10H3	CC 85-92	429	3460	11.8	120.3	9.4	14.2	1.11	12.9	4.9
	CC 93-4418	69	501	11.7	133.9	10.5	15.6	1.22	12.9	2.6
	CC 01-1940	54	413	11.6	140.4	10.7	16.3	1.24	13.2	1.5
	CC 84-75	23	191	11.5	113.7	8.9	13.1	1.03	12.9	7.8
	CC 98-72	5	51	11.7	128.7	9.9	15.1	1.15	13.2	1.4
	CC 93-3826	3	39	10.6	111.8	9.0	11.9	0.96	12.4	3.9
	CC 01-1228	3	27	12.0	113.6	9.2	13.6	1.10	12.4	1.8
	CC 92-2198	4	21	10.8	104.7	8.3	11.4	0.90	12.6	2.9
			4704							
10H4	CC 85-92	247	1753	11.8	112.1	8.9	13.2	1.05	12.7	5.3
	CC 01-1940	54	393	11.5	137.9	10.4	15.8	1.20	13.3	1.2
	CC 93-4418	41	386	11.5	137.9	10.8	15.8	1.25	12.9	1.6
	CC 84-75	17	143	11.6	112.5	9.0	13.1	1.04	12.5	6.0
	CC 98-72	4	73	10.6	100.5	5.9	10.6	0.63	17.1	1.0
	SP 71-6949	7	54	11.1	112.0	8.9	12.4	0.99	12.6	1.3
	CC 05-940	3	22	12.1	124.1	9.6	15.0	1.16	13.0	1.7
	CC 92-2198	3	17	10.7	106.0	8.0	11.4	0.85	13.3	3.5
	CC 01-1228	3	11	10.6	113.2	9.2	11.9	0.97	12.5	2.8
			2850							
10H5	CC 85-92	449	2615	12.1	105.7	8.2	12.7	0.98	13.1	5.3
	CC 01-1940	64	447	11.5	122.1	9.3	14.1	1.07	13.3	1.5
	CC 93-4418	28	163	11.0	124.4	9.6	13.7	1.05	13.2	1.5
	CC 84-75	21	132	11.1	106.3	8.8	11.8	0.98	12.1	9.0
	SP 71-6949	16	102	10.9	113.8	9.0	12.4	0.98	12.9	1.6
	CC 01-1228	4	41	10.7	105.1	6.4	11.3	0.69	16.4	1.2
	CC 98-72	1	31	9.7	75.1	4.6	7.3	0.45	16.4	1.0
			3532							
11H0	CC 85-92	806	7667	11.4	123.6	9.8	14.1	1.12	12.7	7.0
	CC 93-4418	238	2318	11.5	139.9	11.0	16.0	1.26	12.8	2.1
	CC 84-75	46	358	10.8	119.3	9.7	12.9	1.04	12.4	8.2
	CC 01-1228	34	271	10.8	147.0	11.7	15.9	1.27	12.6	1.4
	CC 93-4181	30	217	11.5	135.9	11.0	15.6	1.25	12.4	2.9
	CC 98-72	25	193	10.9	145.4	11.3	15.8	1.23	12.9	1.8
	CC 01-1940	19	162	11.1	148.4	11.7	16.4	1.29	12.8	1.2
	CC 92-2198	11	147	11.3	136.8	10.6	15.4	1.20	12.9	4.8
	CC 93-3826	11	101	11.5	119.6	10.1	13.8	1.16	11.9	4.6
	CC 93-3895	8	68	10.9	133.1	10.4	14.5	1.13	12.9	7.0
	CC 97-7170	8	53	11.4	150.5	12.0	17.2	1.37	12.6	1.4
	CC 82-15	3	33	10.8	143.9	12.6	15.5	1.36	11.4	4.6
	CC 87-434	4	30	11.6	108.8	8.3	12.6	0.96	13.1	3.0
	CC 01-746	3	30	12.4	114.0	9.3	14.1	1.15	12.3	2.8
			11,648							

Continúa

Zona agroecológica	Variedad	Número de suertes	Area cosechada (ha)	Rto. Ccial. (%)	TCH	TCHM	TAH	TAHM	Edad (meses)	Corte (no.)
11H1	CC 85-92	1076	9738	11.7	120.6	9.6	14.1	1.11	12.7	7.0
	CC 93-4418	357	3305	11.6	139.9	10.9	16.2	1.26	12.9	2.1
	CC 84-75	92	978	10.9	121.0	9.7	13.1	1.06	12.5	8.2
	CC 01-1940	51	355	11.1	148.4	11.5	16.4	1.28	12.9	1.2
	CC 93-4181	37	304	12.0	128.9	10.4	15.5	1.26	12.4	3.9
	CC 98-72	32	259	10.8	142.5	10.8	15.4	1.16	13.3	1.4
	CC 01-1228	31	215	10.9	138.6	11.1	15.1	1.21	12.6	2.1
	CC 92-2198	16	161	10.0	114.3	9.2	11.5	0.93	12.4	4.5
	CC 93-3895	8	90	11.5	120.1	9.2	13.8	1.05	13.2	6.6
	CC 92-2804	7	71	10.8	114.4	9.3	12.4	1.01	12.3	3.7
	CC 97-7170	9	63	11.2	148.7	11.5	16.6	1.28	13.0	1.6
	CC 01-746	10	61	12.7	132.7	10.8	16.8	1.36	12.3	2.6
	SP 71-6949	7	61	10.6	121.6	9.9	12.9	1.05	12.3	1.3
	CC 03-154	8	52	11.0	119.1	9.9	13.2	1.09	12.1	3.8
	CC 93-3826	5	37	11.8	116.4	9.2	13.7	1.09	12.6	3.0
	CC 87-434	2	20	11.0	142.1	9.9	15.7	1.09	14.4	4.6
	CC 93-7510	2	17	9.2	92.3	7.4	8.5	0.68	12.5	5.9
	CC 01-678	2	15	12.9	138.8	11.2	17.8	1.45	12.3	2.3
			15,801							
11H2	CC 85-92	465	3851	11.5	114.8	9.1	13.3	1.05	12.7	6.9
	CC 93-4418	139	1279	11.5	132.2	10.4	15.2	1.20	12.8	2.3
	CC 01-1940	36	307	11.1	144.4	11.4	16.0	1.25	12.9	1.5
	CC 84-75	31	225	11.3	109.9	8.8	12.4	1.00	12.5	10.3
	CC 93-4181	5	97	12.0	121.9	9.8	14.7	1.17	12.5	1.3
	CC 01-1228	11	66	10.5	123.5	10.8	12.9	1.13	11.6	1.4
	SP 71-6949	8	59	11.0	126.0	10.6	13.9	1.16	11.9	1.7
	CC 93-744	1	24	10.6	108.8	9.3	11.5	0.98	11.7	10.0
	CC 98-72	2	18	12.3	137.3	10.6	16.9	1.31	12.9	1.5
			5924							
11H3	CC 93-4418	224	1527	11.4	125.6	10.1	14.3	1.15	12.5	2.3
	CC 01-1940	99	495	11.1	132.0	10.6	14.7	1.18	12.5	1.8
	CC 84-75	53	374	11.0	99.9	8.4	11.0	0.92	12.0	9.8
	CC 92-2804	24	175	10.9	105.0	8.8	11.4	0.95	12.0	4.8
	SP 71-6949	32	170	10.2	122.8	10.4	12.5	1.05	12.1	1.7
	CC 01-1228	14	109	10.5	124.8	10.5	13.1	1.10	12.0	3.0
	CC 93-4181	6	34	11.6	103.2	8.9	12.0	1.03	11.7	3.5
	CC 99-2461	5	21	10.5	139.5	10.9	14.6	1.14	12.9	2.5
	CC 98-72	2	21	11.1	141.8	9.6	15.8	1.07	14.7	1.0
			2926							
15H1	CC 85-92	217	2250	11.3	120.5	9.6	13.7	1.09	12.6	7.1
	CC 93-4418	38	322	11.8	146.6	11.2	17.2	1.32	13.1	2.1
	CC 93-3826	16	167	11.0	133.9	10.8	14.8	1.19	12.5	4.6
	CC 84-75	14	148	10.9	116.9	9.3	12.8	1.02	12.6	5.5
	CC 01-1940	15	143	12.2	145.4	11.2	17.7	1.36	13.0	1.3
	CC 01-1228	10	82	11.2	137.6	10.7	15.5	1.20	12.9	1.2
	CC 92-2198	5	72	12.0	119.3	8.6	14.3	1.03	13.9	4.6
	CC 93-4181	5	23	12.1	120.6	10.1	14.6	1.21	12.0	5.1
			3207							

Continúa

Productividad de variedades Cenicaña Colombia (CC). Continuación.

Zona agroecológica	Variedad	Número de suertes	Area cosechada (ha)	Rto. Ccial. (%)	TCH	TCHM	TAH	TAHM	Edad (meses)	Corte (no.)
18H1	CC 85-92	188	1464	11.5	119.7	9.6	13.8	1.11	12.6	7.3
	CC 93-4418	55	416	11.7	124.7	9.8	14.6	1.15	12.8	2.2
	CC 84-75	19	126	10.7	116.5	9.2	12.4	0.98	12.7	7.0
	CC 01-1228	10	82	11.4	130.2	10.5	14.9	1.20	12.5	1.5
	CC 92-2198	7	74	10.1	139.4	9.8	14.1	1.00	14.4	3.7
	CC 01-1940	5	51	12.1	158.8	12.3	19.2	1.49	12.9	1.3
			2213							
1H1	CC 85-92	226	1657	12.3	111.8	8.7	13.8	1.07	13.0	5.1
	CC 93-4418	34	233	11.9	139.7	10.1	16.6	1.20	14.0	1.6
	CC 84-75	25	214	11.2	101.6	8.0	11.4	0.89	12.8	5.2
	CC 01-1940	22	160	11.9	138.8	10.7	16.6	1.27	13.0	1.3
	CC 93-3826	9	113	11.6	120.2	9.4	13.9	1.09	12.8	3.4
	SP 71-6949	2	37	12.2	118.9	10.0	14.5	1.22	11.9	1.6
	CC 92-2198	3	23	10.2	130.4	10.9	13.3	1.11	12.0	3.9
	CC 93-3895	1	13	13.1	151.7	11.2	19.9	1.46	13.6	1.0
	CC 01-1228	2	12	10.9	139.9	11.2	15.2	1.22	12.6	1.6
			2461							
30H1	CC 85-92	145	1078	11.4	120.5	9.4	13.7	1.07	12.8	7.5
	CC 93-4418	76	610	11.1	130.7	10.5	14.5	1.17	12.5	2.5
	CC 93-4181	10	102	11.6	136.4	10.7	15.9	1.24	12.8	2.2
	CC 84-75	7	85	11.1	111.7	8.5	12.4	0.95	13.1	9.1
	CC 97-7170	2	35	11.3	134.5	10.8	15.3	1.22	12.5	1.0
	CC 98-72	8	35	9.9	138.9	11.6	13.8	1.14	12.1	2.3
	CC 01-1940	5	22	11.8	156.1	11.6	18.4	1.36	13.8	1.0
	CC 01-678	2	21	12.1	146.4	11.4	17.7	1.38	12.8	1.0
			1988							
5H3	CC 85-92	321	2476	11.9	121.7	9.3	14.5	1.11	13.3	3.3
	CC 84-75	28	286	10.9	109.0	8.3	11.9	0.91	13.2	6.1
	CC 01-1940	35	285	11.8	145.2	11.2	17.1	1.32	13.0	1.6
	CC 93-4418	35	281	11.7	141.1	10.7	16.5	1.25	13.3	2.1
	CC 92-2198	12	111	11.0	129.8	9.7	14.2	1.06	13.6	2.0
	CC 98-72	1	11	11.8	163.3	12.4	19.2	1.46	13.2	2.0
	CC 93-3895	3	11	12.1	117.1	8.8	14.1	1.06	13.3	5.6
	CC 93-4181	2	6	11.3	137.0	11.2	15.4	1.26	12.2	3.0
			3468							

Continúa

Productividad de variedades Cenicaña Colombia (CC). Continuación.

Zona agroecológica	Variedad	Número de suertes	Area cosechada (ha)	Rto. Ccial. (%)	TCH	TCHM	TAH	TAHM	Edad (meses)	Corte (no.)
6H1	CC 85-92	1516	14,877	11.7	122.1	9.6	14.3	1.12	12.8	6.3
	CC 93-4418	303	2667	11.6	138.8	10.7	16.0	1.24	13.0	2.0
	CC 84-75	120	1012	10.8	119.4	9.5	12.9	1.03	12.6	6.8
	CC 01-1940	62	534	11.4	154.0	11.3	17.6	1.29	13.7	1.4
	CC 93-4181	59	508	11.9	134.9	11.0	16.1	1.31	12.3	2.9
	CC 01-1228	58	444	11.0	130.9	10.4	14.4	1.15	12.6	2.6
	CC 98-72	35	264	11.1	144.1	11.5	16.1	1.27	12.6	1.9
	CC 97-7170	27	222	11.3	139.2	11.1	15.7	1.24	12.7	1.4
	CC 92-2198	22	210	11.2	128.1	9.8	14.3	1.09	13.1	3.8
	CC 93-3826	21	156	11.6	130.4	10.3	15.2	1.20	12.7	4.2
	CC 92-2804	13	134	11.2	120.3	9.7	13.4	1.08	12.4	5.8
	CC 03-154	8	64	11.8	135.3	10.9	16.0	1.28	12.5	2.6
	CC 93-3895	8	56	11.9	110.3	7.9	13.1	0.95	14.0	6.1
	SP 71-6949	5	46	11.7	112.4	9.5	13.2	1.10	11.9	1.5
			21,194							
6H2	CC 85-92	300	2702	11.6	112.9	8.8	13.1	1.02	12.9	5.9
	CC 93-4418	61	414	11.4	131.1	10.2	14.9	1.16	13.0	2.3
	CC 84-75	41	400	11.5	111.4	8.7	12.9	1.00	12.9	5.2
	CC 01-1940	37	314	11.4	137.0	10.4	15.6	1.18	13.3	1.3
	CC 01-1228	2	25	12.6	138.2	10.8	17.4	1.36	12.8	2.5
	SP 71-6949	6	25	11.0	135.3	10.7	14.9	1.18	12.8	1.4
	CC 93-4181	2	24	12.7	136.6	11.0	17.4	1.40	12.5	1.2
	CC 93-3826	2	23	11.6	127.2	9.7	14.7	1.13	13.1	3.7
	CC 92-2804	3	13	12.5	125.3	10.0	15.7	1.24	12.6	3.9
			3939							
6H3	CC 85-92	273	1599	11.5	104.1	8.4	12.0	0.97	12.5	5.8
	CC 84-75	27	193	11.5	88.3	7.0	10.2	0.81	12.7	6.5
	CC 93-4418	24	174	11.6	113.9	8.7	13.2	1.02	13.4	2.1
	CC 01-1940	23	161	11.3	131.2	9.8	14.8	1.10	13.5	1.4
	SP 71-6949	11	47	10.5	114.4	9.1	12.0	0.95	12.8	1.5
	CC 00-3257	7	34	9.9	121.1	9.8	12.0	0.97	12.5	1.5
	CC 98-72	1	30	9.5	114.3	6.6	10.9	0.63	17.2	1.0
	CC 87-474	1	21	11.5	133.7	10.6	15.4	1.22	12.6	12.0
			2259							
Desviación estándar				1.2	25.7	2.0	3.1	0.24	1.3	4.0

III. Documentos registrados en la base de datos bibliográfica en 2014

Servicio de Información y Documentación de la Caña de Azúcar
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 2014. 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 am. y 4:00 pm.

Agronomía

Campos Rivera, A. y Cruz Bermúdez, D.M. 2014. **Riego con caudal reducido en cultivos de caña de azúcar.** Guía Metodológica. Cali: Cenicaña, 113 pp.

Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia, Cenicaña. 2014**. Buenas noticias para el monitoreo hidrológico**. Carta Informativa 2, 2. (Diciembre): p. 17.

Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia, Cenicaña. 2014. **Cenicaña evalúa el consumo de agua en nuevas variedades**. Carta Informativa. 2, 2. (Diciembre): p. 7.

Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia, Cenicaña. 2014. **Los pasos de Australia hacia mejores prácticas de fertilización**. Carta Informativa. 2, 2. (Diciembre): pp. 14-15.

Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia, Cenicaña. 2014. **Riego con caudal reducido, prueba de infiltración y avance del agua (Video)**. Cali: Cenicaña, 1 DVD.

Cruz Valderrama, J.R. 2014. **Balance hídrico priorizado para la programación de los riegos en caña de azúcar.** Guía metodológica. Cali: Cenicaña, 98 pp.

Cruz Valderrama, J.R. 2014. **Control administrativo del riego, CAR**. Guía metodológica. Cali: Cenicaña, 65 pp.

Villegas Trujillo, F.; Palma Zamora, A.E; Chica Ramírez, E.A.; Herrera Rozo, F.A.; Cortés Betancourt, E. y Carbonell González, J. 2014. **Variaciones en la producción en el sector agroindustrial de la caña de azúcar del valle del río Cauca.** Cali: Cenicaña, 16 pp. (Documento de Trabajo, № 736).

Agricultura específica por sitio

Isaacs Echeverri, C.H. 2014. **Cosecha mecánica y agricultura de precisión**. p. 207. En: Congreso de Técnicos Azucareros de Latinoamérica y el Caribe, IX. Memorias. San José, Costa Rica. Agosto 20-22, 2014.

Isaacs Echeverri, C.H. y Silva Cerón, H.F. 2014. **Manejo agronómico del cultivo de caña de azúcar con enfoque de agricultura específica por sitio, AEPS**. Guía metodológica. Cali: Cenicaña, 142 pp.

Posada Ballesteros, V. 2014. **Estudio de métodos y tiempos para mejorar la productividad en el sistema de cosecha de un ingenio azucarero**. Tesis ingeniero industrial. Universidad Pontificia Bolivariana, Facultad de Ingeniería Industrial. Palmira, Colombia. 73 pp.

Análisis económico y estadístico

Amaya Estévez, A. 2014. **Productividad ante amenazas del clima**. Carta Informativa. 2, 1. (Julio). p. 2.

Continúa

Documentos registrados en la base de datos bibliográfica en 2014 . Continuación.

Biotecnología

Carrillo Tarazona, Y.J. 2014. **Estudio de la variabilidad genética de la roya café *(Puccinia melanococephala)* de la caña de azúcar por medio de la técnica molecular AFLP. Informe Joven Investigador**. Convenio Colciencias- Cenicaña. 55 pp.

Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia, Cenicaña. 2014. **Biotecnología. ¿En qué vamos?** Carta Informativa. 2, 1. (Julio): pp. 8-9.

Climatología y meteorología

Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia, Cenicaña. 2014. **Clima: ¿qué tanto afecta la productividad?**. Carta Informativa. 2, 2. (Diciembre): pp. 8-9.

Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia, Cenicaña. 2014. **Prepárese para enfrentar El Niño**. Carta Informativa. 2, 1. (Julio): pp. 4-7.

Cortés Betancourt, E. 2014. **Proyección climática para el valle del río Cauca. Cuarto trimestre de 2014 y primer trimestre 2015**. Carta Informativa. 2, 2. (Diciembre): p. 3.

Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia, Cenicaña. 2014. **RMA 21 años de aportes a la agroindustria.** Carta Informativa. 2, 2. (Diciembre): pp. 10-11.

Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia, Cenicaña. 2014. **Sector azucarero, con alternativa para mitigar efectos de las inundaciones**. Carta Informativa. 2, 2. (Diciembre): p. 16.

Cortés Betancourt, E. 2014. **Proyección climática para el valle del río Cauca**. Segundo semestre 2014. Carta Informativa. 2, 1. (Julio): pp. 4-7.

Cruz Valderrama, J.R.; Campos Rivera, A.; Cruz Bermúdez, D.M.; Valencia Montenegro, J.J.; Muñoz Arboleda, F. y Villegas Trujillo. 2014. **Prácticas de manejo del cultivo para mitigar los impactos del fenómeno de El Niño en la producción de la caña de azúcar en el valle del río Cauca, Colombia**. pp. 83-88. En: Congreso de Técnicos Azucareros de Latinoamérica y el Caribe, IX. Memorias. San José, Costa Rica. Agosto 20-22, 2014.

Informes de gestión

Amaya Estévez, A. 2014. **Informe de gestión del director general a diciembre 31 de 2013**. Cali: Cenicaña, 7 pp.

Amaya Estévez, A. 2014. **Visión integral: clave para obtener beneficios reales**. Carta Informativa. 2, 2. (Diciembre): p. 2.

Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia, Cenicaña. 2014. **Informe Anual 2013**. Cali: Cenicaña, 112 pp.

Mejoramiento genético

Quintero, M.; Zaida, L.; Salazar Villarreal, F.A. y López Gerena, J. 2014. **Desarrollo de una metodología para la obtención de líneas dobles haploides a partir de variedades de caña de azúcar**. Estudio de la microsporogénesis. Cali: Cenicaña, 46 pp. Documento de Trabajo, N.° 737.

Procesos fabriles

Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia, Cenicaña. 2014. **Investigación facilita entender las pérdidas de sacarosa**. Carta Informativa. 2, 2. (Diciembre): pp. 12-13.

Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia, Cenicaña. 2014. **Ingenios: a estrenar la nueva versión de Ceniprof**. Carta Informativa. 2, 1 (Julio): pp. 14-15.

Continúa

Documentos registrados en la base de datos bibliográfica en 2014 . Continuación.

Cobo Barrera, D.F.; Lucuara Medina, J.E.; Gómez Perlaza, A.L. y Gil Zapata, N.J. 2014. **Evaluación de la eficiencia térmica de calderas en ingenios del sector sucro-energético colombiano.** Guía Metodológica. Cali: Cenicaña. 111 pp.

Cuarán Muriel, D.A. 2014. **Diseño básico de una tolva para el almacenamiento del azúcar blanco con capacidad para 100 toneladas, del Ingenio María Luisa**. Informe final. Contrato estudiante en práctica. Cali: Cenicaña, 28 pp.

Cuarán Muriel, D.A. 2014. **Diseño y parametrización de condensador barométrico tipo lluvia para el Ingenio Sancarlos.** Informe final. Contrato estudiante en práctica. Cali: Cenicaña, 22 pp.

Cuarán Muriel, D.A. 2014. **Proyecto balance de agua: Mediciones de caudal en puntos de interés de la fábrica de ingenios azucareros**. **Informe final.** Contrato estudiante en práctica. Cali: Cenicaña, 34 pp.

López Cuenca, A. 2014. **Diagnóstico de la gestión de mantenimiento en los ingenios azucareros. Informe final.** Contrato estudiante en práctica. Cali: Cenicaña, 24 pp.

López Cuenca, A. 2014. **Distribución de costos. Informe final.** Contrato estudiante en práctica. Cali: Cenicaña, 14 pp.

López Cuenca, A. 2014. **Metodología de aplicación del RCM y el análisis FMECA en los ingenios azucareros. Informe final.** Contrato estudiante en práctica. Cali: Cenicaña, 34 pp.

Montoya Guerrero, A. 2014. **Desarrollo e implementación de un estimador de fibra industrial en el tren de molienda**. Tesis Magister en Ingeniería con énfasis en Automática. Universidad del Valle, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Eléctrica y Electrónica. Cali, Colombia. 112 pp.

Mosquera Bastidas, N.; Pereddo Vidal, S. y Gil Zapata, N.J. 2014. **Estudio de indicadores fisicoquímicos que relacionan la cinética de deterioro de la sacarosa con las variables de operación del proceso de producción de azúcar**. Cali: Cenicaña, 11 pp. (Documento de trabajo, Nº 735).

Mosquera Bastidas, N.I. 2014. **Estudio de indicadores fisicoquímios que relacionan la cinética de deterioro de la sacarosa con las variables de operación del proceso de producción de azúcar**. Informe Joven Investigador. Convenio Colciencias-Cenicaña. Cali: Cenicaña, 46 pp.

Paredes Camacho, N. 2014. **Implementación de metodologías analíticas para la caracterización de aguas de procesos de elaboración del azúcar**. Popayán: Universidad del Cauca, Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y de la Educación, Programa Académico de Química. Cenicaña, 114 pp.

Trujillo Gómez, C.D. 2014. **Determinación del agotamiento esperado para la miel final en los ingenios colombianos. Informe final**. Contrato Joven Investigador. Convenio Colciencias-Cenicaña. Cali: Cenicaña, 39 pp.

Bonilla Moncayo, M.F. 2014. **Determinación de la relación entre la composición de la miel y la pureza agotada**. Informe final pasantía. Cali: Cenicaña, 31 pp.

Ortiz, E.F. 2014. **Informe final. Contrato estudiante en práctica**. Cali: Cenicaña, 9 pp.

Programa Jóvenes en Formación

González Colorado, A. 2014**. Informe final del programa de jóvenes profesionales en formación.** Cali: Cenicaña, 50 pp.

Martínez Bejarano, J.A. 2014. **Informe final de prácticas realizadas en Cenicaña**. Cali: Cenicaña, 32 pp.

Continúa

Documentos registrados en la base de datos bibliográfica en 2014 . Continuación.

Sanidad vegetal

Ángel Sánchez, J.C.; Cadavid Ordóñez, M.; Ángel Calle, C.A.; Palma Zamora A.E. y Victoria Kafure, J.I. 2014. **Estrategias para el manejo de la roya café y la roya naranja en el cultivo de la caña de azúcar en el valle del río Cauca, Colombia**. pp. 9-16. En: Congreso de Técnicos Azucareros de Latinoamérica y el Caribe, IX. Memorias. San José, Costa Rica. Agosto 20-22, 2014.

Aragón, J.D. 2014. **Recomendaciones de control ambiental para la casa de malla y laboratorio del Centro Agropecuario de Buga, CAB**. Informe etapa práctica. Cali: Cenicaña. 22 pp.

Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia, Cenicaña. 2014. **Investigaciones ubican nueva especie de *Diatraea* en el valle del río Cauca**. Carta Informativa. 2, 1. (Julio): p. 12.

Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia, Cenicaña. 2014. **No les pierda la pista a las enfermedades de su cultivo y siembre semilla sana**. Carta Informativa. 2, 1. (Julio): pp. 13.

Donneys Velasco, L.D. 2014. **Informe de pasantía. Laboratorio de Fitopatología**. Programa de Variedades. Cali: Universidad del Valle; Bacteriología y Laboratorio Clínico.

Gómez Laverde, L.A. y Vargas Orozco, G.A. 2014. **Los barrenadores de la caña de azúcar, *Diatraea* spp, en el valle del río Cauca: investigación participativa con énfasis en control biológico**. Cali: Cenicaña, 133 pp. (Documento de trabajo, Nº 734).

Guañarita Bañol, A.M. 2014. Informe de pasantía. **Laboratorio de Fitopatología. Programa de Variedades.** Cenicaña. Julio 2013-Enero 2014. Cali: Universidad Icesi. 40 pp.

Ospina Madroñero, J.F. 2014. **Entomología insectos plaga de la caña de azúcar y control biológico.** Informe final. Contrato estudiante en práctica. Tuluá. CLEM. Cenicaña, 15 pp.

Subproductos y derivados

Aguilar Machado, M.F. 2014. **Identificación de condiciones cromatográficas para la caracterización de bio-aceites obtenidos de la pirólisis de residuos agrícolas de la caña de azúcar y el craqueo catalítico del bio-aceite.** Informe final pasantía. Cali: Cenicaña, 17 pp.

Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia, Cenicaña. 2014. **Bioenergía. Energía limpia que mueve al país**. Carta Informativa. 2, 1. (julio): pp. 16-17.

Transferencia de tecnología

Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia, Cenicaña. 2014. **Niveles de adopción de tecnología y avances del PAT**. Carta Informativa, 2, 2. (Diciembre): pp. 4-5.

Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia, Cenicaña. 2014. **Señor cañicultor: participe de las capacitaciones del PAT en su ingenio**. Carta Informativa. 2, 1. (Julio): pp. 10-11.

Variedades de caña de azúcar

Salazar Villarreal, F.A.; Victoria Kafure, J.I.; Delgado, O.M. y Peralta, Y. 2014. **Variedades para ambiente seco-semiseco, estado III.** Carta Informativa. 2, 2 (diciembre): pp. 18-19.

Viveros Valens, C.A.; Cuervo, L.E.; Bastidas, P.I. y Angel Sánchez, J.C. 2014. **Variedades para el ambiente húmedo en el valle del río Cauca**. Carta Informativa. 2, 1. (julio): pp. 18-19.

Zapata Dagua, J.C. 2014. **Mejoramiento genético en caña de azúcar.** Informe final. Contrato estudiante en práctica. Cali: Cenicaña, 24 pp.

Zapata Martínez, S.L. 2014. **Informe final. Contrato estudiante en práctica**. Febrero-Junio 2014. Cali: Cenicaña, 9 pp.

Apéndice

I. Red de Grupos de Transferencia de Tecnología (GTT)

Consulte las memorias en www.cenicana.org

Ingenio Carmelita	
Riego por caudal reducido. Día de campo. Abr. 10.	Cuarenta asistentes. Exp: R. Escobar (cañicultor), H. Giraldo (ingenio) y D. Cruz (Cenicaña).

Ingenio Castilla	
Optimización del uso del agua hacia una mejor productividad. Conferencia y día de campo. Mar. 6.	Sesenta y tres asistentes. Exp: P. Rengifo (ingenio), E. Hincapié y M. Pizarro (Cenicaña).
Manejo Integrado de *Diatraea* spp. y principales enfermedades en caña de azúcar. Conferencia y práctica. May. 8.	Veintiséis asistentes. Exp: A. Bohórquez (ingenio), G. Vargas, C. Ángel y M. Pizarro (Cenicaña).

Incauca	
Resultados de nuevas variedades y las alternativas para renovar. Conferencia y día de campo. Feb. 27 y 28.	Ciento treinta asistentes. Exp: L. Cuervo (ingenio) y C. Posada (Cenicaña).
Avances en cosecha y fábrica. Conferencia. Sep. 23 y 24.	Ciento diez asistentes. Exp: A. Molinares, A. Rodríguez, J. Giraldo, G. Rosero (ingenio) y L. Jiménez (Cenicaña).

Ingenio Manuelita	
Fenómeno del Niño. Conferencia. Ago. 20.	Treinta y cinco asistentes. Exp: F. Muñoz (Cenicaña).
Proyección de mercado – industria. Conferencia. Dic. 18.	Ochenta y tres asistentes. Exp: I. Possé (ingenio) y H. Chica (Cenicaña).

Ingenio Mayagüez	
Servicio de fertilización con Mayavin en tierras de proveedores. Conferencia y día de campo. Feb. 25.	Setenta y cinco asistentes. Exp: J. Bohórquez (ingenio), F. Muñoz y M. Pizarro (Cenicaña).
Estrategias de manejo para una mayor productividad de campo. Conferencia y día de campo. Dic. 10.	Noventa y siete asistentes. Exp: J. Bohórquez, J. Raigosa (ingenio) y F. Salazar (Cenicaña).

Continúa

Red de Grupos de Transferencia de Tecnología (GTT). Continuación.

Ingenio Pichichí	
Labores de cultivo para cosecha mecanizada. Conferencia y día de campo. Mar. 19.	Cincuenta asistentes. Exp: E. Arbeláez, L. Bejarano (ingenio) y J. Valencia (Cenicaña).
Aplicación de madurantes en nuevas variedades. Conferencia. Dic. 10.	Cincuenta y siete asistentes. Exp: Á. Gómez, A. Durán, Y. Melo, A. Muñoz y S. Mora (ingenio).
Medidas para enfrentar sequía. Día de campo. Sep. 10.	Cuarenta y un asistentes. Exp: Á. Gómez, S. Mora, A Durán, L. Álvarez, E. Ocoró, J. Padilla, Y. Melo, C. Montoya, D. Jaramillo y W. Viáfara (ingenio) y A. Campos (Cenicaña).

Ingenio Providencia	
Adecuación, producción de plantillas y cosecha. Conferencia y día de campo. Mar. 27.	Ciento ochenta asistentes. Exp: V. Borrero (ingenio) y C. Isaacs (Cenicaña).
Adecuación y producción de plantillas. Día de campo. Dic 10.	Ochenta asistentes. Exp: H. Chica y Y. Grannobles (Cenicaña).

Ingenio Riopaila	
Alternativas eficientes de riego para mejorar la productividad y disminuir costos. Día de campo. Feb. 26.	Ciento catorce asistentes. Exp: S. Durán, A. Dossman, C. Morales (cañicultores), J.Vivas, G. Arango, J. Madrigal (ingenio) y J. Cruz (Cenicaña).
Plagas y enfermedades. Conferencia y práctica. May. 26.	Noventa y ocho asistentes. Exp: A. Quintero (cañicultor), G. Arango, A. Bohórquez, M. Montenegro (ingenio), G. Vargas y C. Ariel (Cenicaña).

Ingenio Risaralda	
Fertlización con vinaza + úrea y agricultura de precisión. Conferencia y día de campo. Mar. 18.	Cuarenta asistentes. Exp: A. Villegas, L. Ramírez, N. Arias (ingenio), F. Muñoz y M. Pizarro (Cenicaña).
Variedades de caña para el Ingenio Risaralda. Día de campo. Ago. 20.	Diez asistentes. Exp: A. Villegas (ingenio) y Y. Grannobles (Cenicaña).

Ingenio Sancarlos	
Diatraea spp. Conferencia y día de campo. May. 22.	Treinta y cinco asistentes. Exp: M. Montoya (ingenio) y G. Vargas (Cenicaña).

II. Comités de investigación

Comité de Investigación de Campo

Febrero 26 de 2014

- Informe del clima en 2013 y pronóstico para el primer semestre de 2014.
- Avances en investigación de variedades para el ambiente húmedo.
- Distribución varietal del sector.
- Estudio de algunos de los factores que afectan la germinación de la caña de azúcar en el valle del río Cauca.
- Resultados comerciales enero-diciembre 2013 y enero 2014.
- Avances en investigación en ambiente húmedo.
- Avances en la implementación de la red GNSS RTK.

Mayo 28 de 2014

- Condiciones climatológicas del primer trimestre de 2014 y pronóstico de la segunda temporada seca de 2014.
- Avances en investigación en variedades para el ambiente semiseco.
- Avances en la implementación de una red RTK para el sector agroindustrial de la caña de azúcar.
- Resultados comerciales enero-abril 2014.
- Visita al lote 14 de la Estación Experimental: proyecto: Caracterización ecofisiológica de la caña de azúcar.

Agosto 27 de 2014

- Condiciones climatológicas del cuarto trimestre de 2014 y pronóstico del primer trimestre de 2015.
- Presentación del informe final del estudio para implementar una red RTK para el sector agroindustrial de la caña de azúcar.
- Pruebas regionales en ambiente húmedo.
- Indicadores de productividad comercial a junio de 2014.
- Informe sobre el plan de choque para mitigar la sequía en el cultivo de la caña.
- Programa de Aprendizaje y Asistencia Técnica (PAT).

Diciembre 4 de 2014

- Informe del Director General.
- Clima en el valle del río Cauca: evolución durante 2014 y pronóstico del cuarto trimestre de 2014 y primer y segundo trimestre de 2015.
- Selección de progenitores para la producción de nuevas variedades Cenicaña Colombia.
- Indicadores de productividad a octubre de 2014 y tendencias 2015.
- Estrategias para mejorar la eficiencia en la aplicación del agua de riego en el cultivo de la caña de azúcar.
- Análisis del ciclo de vida.
- Comportamiento de la variedad CC 93-4418 en pruebas regionales.
- Evaluación de producción comercial y análisis económico de CC 93-4418.

Comité de Investigación de Fábrica

Marzo 5 de 2014

- Clima durante 2013 y proyecciones para el primer semestre de 2014.
- Caracterización y evaluación de floculantes para clarificación de jugos.
- Avances del proyecto de balance de aguas.
- Avances en procesos termoquímicos - caracterización de bioproductos de la pirólisis de biomasa.
- Gestión del mantenimiento.
- Avances del análisis de ciclo de vida.
- Diagnóstico microbiológico de la línea blanca de azúcar, alineado al sistema de gestión de inocuidad.

Mayo 21 de 2014

- Estrategias de control y operación en molinos.
- Remoción de almidones en fábrica por aplicación de enzimas.
- Pérdidas indeterminadas: Evaluación de la cinética de deterioro de la sacarosa en un ingenio piloto.
- Presentación y entrega del programa Ceniprof 2.0.
- Condiciones climáticas del primer trimestre de 2014 y pronóstico del segundo semestre del mismo año.

Continúa

Comités de investigación . Continuación.

Agosto 20 de 2014

- Tipo de cosecha, materia extraña y tiempo de permanencia. Promedio: doce ingenios a junio de 2014.
- Eficiencia de extracción en molienda. Adopción de Cenimol.
- Adopción del sistema de control de imbibición % fibra en línea.
- Adopción y uso del Ceniprof 2.0. (Gestión del uso y resultados de aplicación en ingenios).
- Caracterización de materiales de proceso según calidad de caña.
- Efecto de suplementación de nutrientes en el desempeño fermentativo.
- Uso de flemazas y condensados de vinaza como agua de dilución en fermentación.
- Condiciones El Niño – La Niña y proyección climática.

Noviembre 19 de 2014

- Proyectos nuevos para 2015.
- Clima en el valle del río Cauca: evolución en 2014 y pronóstico para 2015.

Comité de Variedades

Marzo 13 de 2014

- Evaluación comercial de nuevas variedades en ambiente semiseco.
- Manejo agronómico de variedades para ambiente semiseco. Ingenio Pichichí.
- Zonas agroecológicas, zona plana del Ingenio Mayagüez.
- Situación varietal del Ingenio Carmelita.
- Análisis comercial de variedades de caña de azúcar.

Agosto 13 de 2014

- Impactos de la adopción varietal.
- Servicio de Diagnóstico de Enfermedades
- Sistema de producción de plántulas.

Comité de Cosecha

Octubre 16 de 2014

- Seguridad en equipos para transporte de caña.
- Mejores prácticas en procedimientos de mantenimiento preventivo a equipos de transporte.
- Cosecha de precisión.
- Indicadores de cosecha.
- Avances en el desarrollo de sistemas de corte de caña larga con discos.
- Programación de curso de cosecha. Convenio Sena – Asocaña.

Comité de Sanidad Vegetal

Abril 1 de 2014

- Reporte del año 2013 de los servicios de inspección fitopatológica en campo y laboratorio y multiplicación de variedades.
- Informe sobre el diagnóstico de enfermedades (RSD, LSD y SCYLV) durante 2013.
- Determinación de la incidencia de enfermedades de importancia económica en cultivos de caña de azúcar, alcohol y panela de Colombia.
- Diagnóstico de la situación de *Diatraea* en el centro del Valle. Caso Ingenio Sancarlos.
- Reporte de gestión del simposio Actualidad de los barrenadores *Diatraea* spp. en América y su manejo, a realizarse en el congreso de la Sociedad Colombiana de Entomología, Socolen.

Julio 8 de 2014

- Simposio Actualidad de los barrenadores de la caña, *Diatraea* spp., y su manejo en América.
- Qué es el Comité de sanidad vegetal de la caña de azúcar.
- Área de Fitopatología de Cenicaña.

Diciembre 3 de 2014

- Manejo de la roya café y la roya naranja en el cultivo de la caña de azúcar en el valle del río Cauca. Efecto en la producción.
- Balance del simposio Actualidad de los barrenadores de la caña, *Diatraea* spp., y su manejo en América.
- Registro del daño por *Diatraea* spp. en el valle del río Cauca.
- Evaluación de la liberación de *Cotesia flavipes* para el control de *Diatraea tabernella*.

III. Atención de estudiantes, investigadores, técnicos y productores agropecuarios en la Estación Experimental

Fecha	Organización y número de visitantes	Tema (responsable)
Feb. 27	Universidad Tecnológica del Chocó. Chocó. Ingeniería Ambiental. Veinte estudiantes.	Muestreo y evaluación de suelos. Fertilidad de los suelos. (F. Muñoz).
Feb. 28	Universidad Nacional de Colombia. Palmira. Valle del Cauca. Ingeniería Agronómica. Treinta estudiantes.	Manejo fitosanitario de semilleros (J. Ángel). Mejoramiento genético de caña de azúcar (C. Viveros).
Abr. 9	Universidad Nacional de Colombia. Bogotá D.C. Cundinamarca. Ingeniería Agronómica. Dieciocho estudiantes.	Fisiología de la caña de azúcar (M. López). Agricultura de precisión (O. Erazo). Mecanización agrícola en caña de azúcar (J. Valencia). Monitoreo hidrológico (F. Hoyos). Riego con caudal reducido (D. Cruz). Maduración de la caña de azúcar (F. Villegas). El drenaje en caña de azúcar (J. Cruz). Generalidades sobre manejo de aguas (E. Hincapié).
Abr. 9	Universidad Nacional de Colombia. Palmira. Valle del Cauca. Curso de producción de caña de azúcar. Cuarenta estudiantes.	Práctica de campo de Control administrativo del riego (J. Cruz).
Abr. 11	Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Palmira. Valle del Cauca. Agronomía e Ingeniería Agroforestal. Ocho estudiantes.	Mejoramiento de variedades Cenicaña Colombia y recorrido casas de fotoperiodo y cruzamientos (F. Silva).
Abr. 21	Corporación Universitaria Santa Rosa de Cabal. Risaralda. Facultad de Agronomía. Diez estudiantes.	Labores mecanizadas en el cultivo de la caña de azúcar (J. Valencia).
Abr. 21	Instituto Técnico Agrícola. Buga. Valle del Cauca. Tres funcionarios.	Visita a laboratorios (J. Ángel y J. Riascos).
Abr. 22	Universidad Nacional de Colombia. Bogotá D.C. Cundinamarca. Ingeniería Agronómica. Veinte estudiantes.	Manejo del cultivo enfocado a fisiología (M. López). Mejoramiento genético de caña de azúcar (F. Salazar).
Abr. 23	Universidad Pedagógica Nacional de Bogotá. Bogotá D.C. Cundinamarca. Licenciatura en Química. Video conferencia.	Subproductos del proceso de producción de azúcar y su utilización (J. Rodríguez). Valorización de los subproductos y manejo de aguas residuales provenientes del procesamiento de la caña de azúcar (Z. Daza). Generalidades de la producción de etanol (C. Trujillo).

Continúa

Atención de estudiantes, investigadores, técnicos y productores agropecuarios en la Estación Experimental. Continuación.

Fecha	Organización y número de visitantes	Tema (responsable)
Abr. 24	Universidad Nacional de Colombia. Medellín. Antioquia. Ingeniería Agronómica. Cuatro estudiantes.	Manejo agronómico del cultivo de caña de azúcar con enfoque de Agricultura Específica por Sitio. (C. Isaacs).
Abr. 25	Universidad de Ciencias Aplicadas. Bogotá D.C. Cundinamarca. Ingeniería Agronómica. Dieciséis estudiantes.	Mejoramiento genético de caña de azúcar (A. Nader). Propagación de caña de azúcar (C. Ángel). Fertilización en el cultivo de caña de azúcar (F. Muñoz). Manejo integrado de plagas de importancia económica en el cultivo de caña de azúcar. (G. Vargas).
Abr. 26	Corporación Biotec. Palmira. Valle del Cauca. Curso Agronegocios y Biotecnología. Doce estudiantes.	Visita al laboratorio de Biotecnología (J. Riascos).
May. 15 y 16	Universidad del Tolima. Ibagué. Tolima. Proyecto de investigación de agricultura de precisión. Siete docentes.	Manejo agronómico del cultivo de caña de azúcar con enfoque de Agricultura Específica por Sitio – Visita a Estación Meteorológica (J. Carbonell). Fertilidad de suelos por sitio específico. (F. Muñoz). Manejo de suelos (E. Hincapié). Zonificación agroecológica y servidor de mapas (F. Herrera). Uso de la percepción remota en caña de azúcar (C. García). Agricultura de precisión en el cultivo de la caña de azúcar (O. Erazo).
May. 16	Colegio Jefferson. Cali. Valle del Cauca. Grado once. Veinticinco estudiantes.	Rol profesional de un ingeniero agrónomo en un Centro de investigación (S. Guzmán y A. Nader). Charla sobre la labor de un biólogo en un laboratorio de biotecnología. (H. Jaimes)
May. 16	Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Sogamoso. Boyacá. Ingeniería Electrónica. Dieciséis estudiantes.	Control e instrumentación en la industria azucarera colombiana (A. Montoya).
May. 20	Universidad Nacional de Colombia. Bogotá D.C. Cundinamarca. Facultad Ciencias Agrarias. Treinta estudiantes.	Propagación y multiplicación de variedades (J. Ángel). Visita a invernaderos, planta de tratamiento de semilla, casas de fotoperiodo, cruzamientos, multiplicación y propagación de variedades (J. Rodríguez).

Continúa

Atención de estudiantes, investigadores, técnicos y productores agropecuarios en la Estación Experimental. Continuación.

Fecha	Organización y número de visitantes	Tema (responsable)
May. 21	Universidad Nacional de Colombia. Palmira. Valle del Cauca. Curso de producción de caña de azúcar. Cuarenta estudiantes.	Mejoramiento genético de caña de azúcar (F. Salazar). Plagas de la caña de azúcar (G. Vargas). Identificación y manejo de enfermedades de la caña de azúcar (J. Ángel).
May. 22	Universidad del Tolima. Ibagué. Tolima. Ingeniería Agronómica. Treinta y dos estudiantes.	Fitomejoramiento en caña de azúcar (C. Viveros). Plagas de la caña de azúcar (G. Vargas). Biotecnología para el mejoramiento de la caña de azúcar (J. Riascos).
May. 23	Universidad de Nariño. Pasto. Nariño. Ingeniería Agronómica. Veintisiete estudiantes.	Manejo de labranza vertical en la conservación de suelos con caña de azúcar (J. Valencia). Zonificación agroecológica para el cultivo de la caña de azúcar en el valle del río Cauca y su influencia en la productividad (J. Carbonell).
May. 28	Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Sogamoso. Boyacá. Licenciatura en Ciencias Sociales. Treinta estudiantes.	Cuencas y manejo ambiental (F. Hoyos). Fertilización en el cultivo de caña de azúcar (F. Muñoz). Red Meteorológica Automatizada (Y. Torres).
May. 29	Universidad Nacional de Colombia. Bogotá D.C. Cundinamarca. Ingeniería Agronómica. Cuarenta estudiantes.	Mejoramiento de variedades Cenicaña Colombia (F. Silva). Biotecnología para el mejoramiento de la caña de azúcar (J. Riascos).
May. 30	Universidad Nacional de Colombia. Medellín. Antioquia. Departamento de Agronomía e Ingenierías Forestal y Biológica. Dieciocho estudiantes.	Biotecnología para el mejoramiento de la caña de azúcar (J. Riascos).
Jun. 6	Corporación Universitaria Santa Rosa de Cabal. Risaralda. Especialización en Control Biológico. Ocho estudiantes.	Plagas de la caña de azúcar y manejo integrado de plagas de importancia económica en el cultivo. (G. Vargas).
Jun. 10	Universidad Nacional de Colombia. Palmira. Valle del Cauca. Ingeniería Agronómica. Treinta estudiantes.	Mejoramiento de variedades Cenicaña Colombia (F. Silva).
Jul. 3	Universidad de Caldas. Manizales. Caldas. Asignatura de riegos y drenajes. Treinta y siete estudiantes.	Riego y drenaje en caña de azúcar (J. Cruz).
Jul. 17	Delegación coreana invitada por Colciencias para un proyecto de financiación de parques científicos, tecnológicos y de innovación en Colombia. Trece personas.	Modelo institucional (A. Amaya).

Continúa

Atención de estudiantes, investigadores, técnicos y productores agropecuarios en la Estación Experimental. Continuación.

Fecha	Organización y número de visitantes	Tema (responsable)
Jul. 25	Delegación del Taller en cambio climático y seguridad alimentaria para África. Veinte personas.	Propagación de caña de azúcar (C. Ángel). Riego con caudal reducido (A. Campos y D. Cruz). Aplicaciones de biotecnología en Cenicaña (J. Riascos). Salida de campo (lisímetros de pesaje) (E. Hincapié).
Jul. 31	Grupo Proficol. Bogotá D.C. Cundinamarca. Siete personas.	Fertilización en el cultivo de caña de azúcar (F. Muñoz).
Jul. 31	Proveedores del Ingenio Manuelita. Dos personas.	Presentación general de Cenicaña (C. Isaacs).
Ago. 13	Centro Agropecuario de Buga, Sena. Buga. Valle del Cauca. Treinta y tres personas.	Fitomejoramiento en caña de azúcar (C. Viveros). Agricultura de precisión en el cultivo de la caña de azúcar (O. Erazo).
Ago. 14	Centro de Atención Sector Agropecuario del Sena. Pereira. Risaralda. Doce estudiantes.	Utilización de diferentes sensores en la agricultura (E. Hincapié).
Ago. 14	Corpoica. Bogotá D.C. Cundinamarca. Un funcionario.	Herramientas de AEPS (H. Silva).
Ago. 20	Universidad de los Llanos. Villavicencio. Meta. Trece estudiantes.	Fitomejoramiento en caña de azúcar (F. Silva).
Sep. 17	Universidad Nacional de Colombia. Palmira. Valle del Cauca. Curso de producción de caña de azúcar. Cuarenta estudiantes.	Práctica en campo de CAR (J. Cruz).
Sep. 19	Universidad de Caldas. Manizales. Caldas. Cinco profesores e investigadores del proyecto Mejoramiento de la producción de caña orgánica como base fundamental para el desarrollo económico y social de cinco municipios del departamento de Caldas.	Visita a invernaderos, planta de tratamiento de semilla, casas de fotoperíodo, cruzamientos, multiplicación y propagación de variedades (J. Rodríguez).
Sep. 25	Universidad Nacional de Colombia. Palmira. Valle del Cauca. Ingeniería Agronómica. Treinta y cinco estudiantes.	Fitomejoramiento en caña de azúcar (C. Viveros). Enfermedades de la caña de azúcar (J. Ángel).

Continúa

Atención de estudiantes, investigadores, técnicos y productores agropecuarios en la Estación Experimental. Continuación.

Fecha	Organización y número de visitantes	Tema (responsable)
Sep. 26	Universidad de San Buenaventura. Cali. Valle del Cauca. Ingeniería Agroindustrial. Quince estudiantes.	Uso actual de vinaza y alternativas para el tratamiento de la vinaza (C. Trujillo.). Valorización de los subproductos y manejo de aguas residuales provenientes del procesamiento de la caña de azúcar (Z. Daza). Subproductos del proceso de producción de azúcar y su utilización (S. Imbachí).
Oct. 06	Productores cañeros de la Asociación de Cañeros del Ingenio Tamazula. Durango. México. Catorce personas.	Fitomejoramiento en caña de azúcar (F. Salazar). Manejo integrado de plagas de importancia económica en el cultivo de caña de azúcar (G. Vargas). Fertilización en el cultivo de caña de azúcar (F. Muñoz).
Oct. 7	Universidad del Tolima. Ibagué. Tolima. Ingeniería Agronómica. Treinta estudiantes.	Fitomejoramiento en caña de azúcar (A. Nader). Aplicaciones de biotecnología en Cenicaña (J. López). Manejo integrado de plagas de importancia económica en el cultivo de caña de azúcar (G. Ramírez).
Oct. 8	Universidad Nacional de Colombia. Palmira. Valle del Cauca. Ingeniería Agronómica. Cincuenta y cinco estudiantes.	Manejo integrado de plagas de importancia económica en el cultivo de caña de azúcar (G. Vargas).
Oct. 15	Universidad Nacional de Colombia. Palmira. Valle del Cauca. Curso de Hidrología y Climatología. Treinta y seis estudiantes.	Red Meteorológica Automatizada. (E. Cortés).
Oct. 16	Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Sogamoso. Boyacá. Ingeniería Electrónica. Veinte estudiantes.	Control e instrumentación en la industria azucarera colombiana (J. De la Cruz).
Oct. 17	Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Palmira. Valle del Cauca. Curso de Fitomejoramiento. Diecisiete estudiantes.	Fitomejoramiento en caña de azúcar (C. Viveros). Propagación de caña de azúcar (C. Ángel).
Oct. 22	Universidad Nacional de Colombia. Palmira. Valle del Cauca. Curso de producción de caña de azúcar. Cuarenta estudiantes.	Manejo integrado de plagas de importancia económica en el cultivo de caña de azúcar (G. Ramírez). Enfermedades de la caña de azúcar (J. Ángel). Fitomejoramiento en caña de azúcar (C. Isaacs).

Continúa

Atención de estudiantes, investigadores, técnicos y productores agropecuarios en la Estación Experimental. Continuación.

Fecha	Organización y número de visitantes	Tema (responsable)
Oct. 23	Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales. Bogotá D.C. Cundinamarca. Ingeniería Agronómica. Veinticinco estudiantes.	Fitomejoramiento en caña de azúcar (F. Salazar). Propagación de caña de azúcar (C. Ángel).
Oct. 27	Universidad de Caldas. Manizales. Caldas. Ingeniería Agronómica. Cuarenta y tres estudiantes.	Fitomejoramiento en caña de azúcar (C. Viveros). Enfermedades de la caña de azúcar (C. Ángel).
Oct. 27	Universidad de los Llanos. Villavicencio. Meta. Ingeniería Agroindustrial. Once estudiantes.	Uso racional de energía (J. Lucuara). Operaciones unitarias en plantas de azúcar (J. Rodríguez). Generalidades de la producción de etanol (C. Trujillo).
Oct. 31	Universidad Nacional de Colombia. Palmira. Valle del Cauca. Curso de fitomejoramiento. Cuarenta y nueve estudiantes.	Mejoramiento de variedades Cenicaña Colombia (F. Silva). Biotecnología para el mejoramiento de la caña de azúcar (J. Riascos).
Oct. 31	Universidad Autónoma de Occidente. Cali. Valle del Cauca. Ingeniería Ambiental. Veinticuatro estudiantes.	Red Meteorológica Automatizada (E. Cortés).
Nov. 14	Universidad del Cauca. Popayán. Cauca. Ingeniería Agropecuaria. Veintinueve estudiantes.	Manejo agronómico del cultivo de caña de azúcar con enfoque de Agricultura Específica por Sitio y mecanización. (C. Isaacs). Agricultura de precisión en el cultivo de la caña de azúcar (O. Erazo).
Nov. 22	Tecnológico de Antioquia. Medellín. Antioquia. Tecnología de Histotecnología. Videoconferencia.	Diagnóstico de enfermedades (C. Ángel)
Dic. 11	Universidad del Valle. Cali. Valle del Cauca. Ingeniería Agrícola. Diez estudiantes.	Agricultura de precisión en el cultivo de la caña de azúcar (O. Erazo).
Dic. 18	Corporación Universitaria de Comfacauca. Santander de Quilichao. Cauca. Tecnología Agroambiental. Cuarenta y seis estudiantes.	Red Meteorológica Automatizada (E. Cortés). Zonificación agroecológica. Servidor de Mapas (F. Herrera).

IV. Participación del personal en actividades de intercambio, capacitación y actualización profesional

Cursos y talleres		
Evento / entidad organizador / lugar	Fecha	Participante
Intensificación de procesos. Universidad del Valle. Cali.	Febrero - junio	J. Rodríguez
Mecánica de fluidos computacional. Universidad del Valle. Cali.	Febrero - junio	S. Orduz
Excel avanzado. Tecnicaña. Cali.	Abril	R. Candelo y L. Mosquera
Capacitación con ESSS-ANSYS sobre simulaciones multi-físicas y presentar experiencias de Cenicaña. ESSS – ANSYS. Bogotá.	Mayo 12 y 13	J. Lucuara (expositor)
Termógrafo nivel 1 Fluke. Corp. Equipelco. Bogotá.	Mayo 14	A. Montoya
Código ASME, sección VII, guías recomendadas para el cuidado de una caldera. Elite Training LTDA. Bogotá.	Mayo 21 a 23	D. Cobo
Avances y tendencias en el uso de la caña de azúcar y sus subproductos como fuente energética. Universidad Santiago de Cali. Cali.	Junio 10 a 20	F. Hernández, L Cortés, T. Sánchez, M. Espinosa, R. Betancourt, Z. Daza y S. Pereddo.
Análisis genético y fitomejoramiento. HarvestPlus, CIMMYT, CAAS y CIAT. Palmira.	Junio 24 a 27	C. Ángel
Metodologías moleculares para el diagnóstico de bacterias en arroz. CIAT. Palmira.	Julio. 28 a 31	Y. Acosta (financiación externa)
Gestión editorial electrónica portal de revistas Universidad Nacional. Universidad Nacional de Colombia, Palmira.	Julio 28 a 31	D. Posada y V. Carrillo
Monitoreo en los Fondos de agua. De la teoría a la práctica. The Natural Capital Project y la Alianza Latinoamericana de Fondos de Agua. Camboriú, Brasil.	Agosto 26 a 29	F. Hoyos (expositor) (financiación externa)
Capacitación RG y Cía. RG y Cía. Cali. Sep. 14.	14 de septiembre de 2015	A. Campos y D. Cruz
13 Curso de Agricultura de Precisión y Expo de Máquinas Precisas - INTA EEA Manfredi. INTA EEA Manfredi. Córdoba. Argentina.	Septiembre 23 y 24	F. Herrera. (financiación externa)
Curso-taller biogeoestadística aplicada a estudios ambientales y sociales. Universidad de Caldas. Manizales.	Septiembre 29 a Oct 1°.	O. Erazo y H. Chica

Continúa

Participación del personal en actividades de intercambio, capacitación y actualización profesional. Continuación.

Cursos y talleres		
Evento / entidad organizador / lugar	Fecha	Participante
Entrenamiento en bioinformática para el análisis de datos de secuenciación de segunda generación (NGS). The Genome Analysis Center. Reino Unido.	Octubre 1.° a 28	J. Riascos (financiación externa)
Web semántica y su aplicación a los servicios de información. RIDAC. Bogotá.	Noviembre 4 y 5	A. Gómez
Buenas prácticas en la gerencia por procesos. América Empresarial Ltda. Cali.	Noviembre 11	S. Pereddo, J. Rodríguez y N. Gil
Taller para perfilar una iniciativa de monitoreo del sector agrícola con base en sensores remotos e información *in situ*. Ministerio de Agricultura. Bogotá.	Noviembre 13 y 14	F. Herrera
Aseguramiento de la calidad del proceso de cosecha de caña de azúcar cumpliendo parámetros técnicos. Sena – Asocaña. Cali.	Noviembre 24 a 28	C. Isaacs, E. Erazo, C. García (expositores), A. Estrada y E. Muñoz
The X30 water management & controlled traffic training. Topcon - Agricultura Científica S.A. - Operadores del Campo S.A. Estados Unidos.	Noviembre 17 a 21	O. Erazo
CFD-OIL Congress y curso de modelamiento de reacciones de combustión utilizando el método de elementos finitos. ESSS – ANSYS. Brasil.	Diciembre 1.° a 3	J. Lucuara
Evaluación visual de corrientes de agua. Sena – Asocaña. Palmira.	Diciembre 2 a 5	F. Hoyos
Operación eficiente de procesos y sistemas térmicos en plantas sucroenergéticas. Sena – Asocaña. Cali.	Diciembre 2 a 5	C. Trujillo, D. Cobo, J. Rodríguez y S. Imbachí
Operación de equipos de extracción del jugo de caña y control de proceso de acuerdo con procedimientos establecidos. Sena – Asocaña. Cali.	Diciembre 9 a 12	S. Orduz, A. Gómez y J. Lucuara
Operación de sistemas de medición de agua para riego, de acuerdo con las necesidades del cultivo de caña de azúcar. Sena - Asocaña. Cali.	Diciembre 9 a 12	F. Hoyos

Continúa

Participación del personal en actividades de intercambio, capacitación y actualización profesional. Continuación.

Congresos y encuentros		
Evento / entidad organizador / lugar	Fecha	Participante
I Congreso internacional de metrología legal, biomédica e industrial. Icontec. Medellín.	Mayo 8 y 9	S. Pereddo
Expocaña Internacional. Procaña. Cali.	Mayo 13 y 14	S. Guzmán, C. Isaacs, S. Alarcón, M. Rodríguez y M. Pizarro
41 Congreso de la Sociedad Colombiana de Entomología. Socolen. Cali.	Julio 15 a 18	G. Ramírez y G. Vargas (expositores)
Encuentro anual de la Sociedad Americana de Fitopatología y de la Sociedad Canadiense de Fitopatología. Estados Unidos.	Agosto 9 a 13	Y. Acosta y C. Ángel (expositores)
IX Congreso de la Asociación de Técnicos Azucareros de Latinoamérica y el Caribe (Atalac). Costa Rica.	Agosto 17 a 22	J. Cruz, C. Isaacs (financiación externa) y J. Ángel (expositores)
Congreso de la Asociación Sudafricana de Tecnólogos Azucareros (Sasta) y sesiones de ingeniería en fábrica y procesamiento de la Sociedad Internacional de Técnicos de la Caña de Azúcar (ISSCT). Sasta. Sudáfrica.	Agosto 20 a 28	D. Cobo y J. Rodríguez (expositores)
Latin America Caribbean and Africa (LACAf) and Global Sustaintable Bioenergy (GSB) projects in Brasil. LACAF. Sao Paulo.	Agosto 27 a 29	N. Gil. (expositor) (financiación externa)
XXVII Congreso Interamericano y Colombiano de Ingeniería Química. Asociación Colombiana de Ingeniería Química. Cartagena.	Octubre 6 a 8	J. De la Cruz (expositor)
Agenda global para la ganadería sostenible. FAO-Fedegán. Cali.	Octubre 7 a 10	F. Muñoz (expositor)
XVII Congreso colombiano de la ciencia del suelo. Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo (SCCS). Popayán.	Octubre 8 a 10	O. Erazo. (expositor)
II Congreso internacional de energías renovables. Colombian Solar Systems. Pereira.	Octubre 11 y 12	D. Cobo
II Evento GID. RUAV. Cali.	Noviembre 5 a 7	A. Arenas y D. Posada
Reunión anual de la Sociedad Americana de Entomología (ESA). ESA. Estados Unidos.	Nov. 15 a 19	G. Vargas (expositor)

Continúa

Participación del personal en actividades de intercambio, capacitación y actualización profesional. Continuación.

Convenciones y encuentros		
Evento / entidad organizador / lugar	Fecha	Participante
Convención científica colombiana. Colciencias. Cartagena.	Julio 4	J. Carbonell (expositor)

Simposios		
Evento / entidad organizador / lugar	Fecha	Participante
Simposio latinoamericano de percepción remota SELPER 2014. Sociedad latinoamericana de percepción remota. Medellín.	Septiembre 29 a Oct. 3	F. Herrera y C. García (expositores)
International Expert Symposium Coping with Droughts. Unesco. Chile.	Noviembre 19 a 21	E. Hincapié

Seminarios		
Evento / entidad organizador / lugar	Fecha	Participante
Seminario internacional de aguas residuales tratadas. CVC. Cali.	Enero 30 y 31	O. Erazo y F. Hoyos
Seminario de nivelación de tierras. Casa Toro - John Deere. Palmira.	Abril 11	O. Erazo
Sensores remotos de radar. CVC y Univalle. Cali.	Abril 21 a 25	C. García
Avances en la planificación del recurso hidrológico y contaminación en suelos y aguas. Universidad Nacional de Colombia, sede Palmira, y CVC. Palmira.	Julio 23 a 25	F. Hoyos
Seminario Internacional de Fisiología y Nutrición en Caña de Azúcar. Tecnicaña. Cali.	Sep. 10 y 11	F. Muñoz, M. López, A. Campos (expositores), D. Cruz, F. Hernández, L. Cortés, T. Sánchez, C. Isaacs, S. Alarcón, S. Guzmán y M. Pizarro

Conferencias		
Evento / entidad organizador / lugar	Fecha	Participante
I Conferencia Internacional de Biocombustibles. Federación Nacional de Biocombustibles de Colombia. Cartagena.	Marzo 20 y 21	N. Gil (asistente)
5th IAPSIT International Sugar Conference (IS 2014). IAPSIT. Nanning, China.	Noviembre 25 a 28	F. Muñoz (expositor) (Financiación externa)

Pasantías		
Evento / entidad organizador / lugar	Fecha	Participante
Pasantía en fundamentos metrológicos basados en ISO / IEC 17025. Icontec. Medellín.	Mayo 6 y 7	T. Sánchez y S. Pereddo

Días de campo		
Evento / entidad organizador / lugar	Fecha	Participante
Día AMS John Deere. John Deere. Palmira.	Agosto 6	O. Erazo

V. Convenios interinstitucionales vigentes a 2014

Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Colombia. Junio de 1994. Acuerdo para uso de lotes del CIAT para siembra de ensayos y experimentos de Cenicaña.

Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). Colombia. Noviembre 4 de 1999. Cenicaña prestará los servicios de diagnóstico de enfermedades y plagas en muestras provenientes de zonas paneleras del país remitidas por el ICA. Por su parte, Cenicaña recibirá del ICA apoyo para introducción, cuarentena y exportación de variedades de caña de azúcar.

Universidad del Valle. Colombia. Febrero 2 de 2001. Convenio marco con Asocaña, con el fin de brindar cooperación en los campos de la docencia y la investigación.

Universidad de Caldas. Colombia. Marzo 17 de 2004. Para prácticas universitarias en Cenicaña.

Universidad Católica de Manizales. Colombia. Mayo 13 de 2004. Para prácticas universitarias en Cenicaña.

Universidad Industrial de Santander (UIS). Colombia. Octubre 4 de 2004. Para el fortalecimiento de la capacidad investigativa, el desarrollo tecnológico y la prestación de servicios técnicos especializados.

Universidad del Valle. Colombia. Junio 17 de 2005. Para propiciar el intercambio de investigadores y fortalecer los desarrollos académicos e investigativos entre las demás entidades participantes: Centro Internacional de Entrenamiento e Investigaciones Médicas (Cideim), Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica) y CIAT.

Agroindustrial Laredo S.A.A. Perú. Septiembre de 2006. Contrato de licencia y pago de regalías por uso de las variedades CC 85-92 y CC 87-434.

Sociedad Agrícola e Industrial San Carlos S.A. Ecuador. Septiembre de 2006. Contrato de licencia y pago de regalías por uso de la variedad CC 85-92.

Universidad ICESI. Colombia. Octubre de 2006. Convenio interinstitucional de cooperación técnica, académica e investigativa.

Cámara Nacional de las Industrias Azucarera y Alcoholera (CNIAA). México. Octubre de 2003: Convenio específico de cooperación técnica y financiera para el desarrollo de cruzamientos de variedades de caña de azúcar.

Compañía Azucarera La Estrella, S.A. Panamá. Mayo 10 de 2007. Contrato de licencia y pago de regalías por uso de variedades.

Universidad de Pamplona. Colombia**.** Julio 25 de 2007. Para prácticas universitarias en Cenicaña.

Organización Pajonales S.A. Colombia. Agosto 6 de 2007. Convenio de investigación y siembra de variedades.

Universidad de Córdoba. Colombia. Septiembre de 2007. Contrato de prestación de servicios.

Corpoica, Colombia. Octubre de 2007. Convenio marco de cooperación técnica y científica.

Compañía Azucarera Valdez S.A. Ecuador. Marzo 12 de 2008. Contrato de licencia y pago de regalías por variedades.

Universidad Autónoma de Occidente. Colombia. Abril 7 de 2008. Para prácticas universitarias en Cenicaña.

Agrícola del Chirá S.A. Perú. Noviembre 20 de 2008. Contrato de licencia por variedades vegetales.

Agrifuels de Colombia S.A. Colombia. Diciembre 19 de 2008. Contrato de licencia y pago de regalías por variedades vegetales.

Ingenio Presidente Benito Juárez. México. Enero de 2009. Contrato de licencia para sembrar variedades de caña de azúcar como prueba de cultivo de variedades.

Bioenergy S.A. Colombia. Marzo 12 de 2009. Contrato de licencia y pago de regalías por variedades vegetales.

Corpoica. Colombia. Julio 15 de 2009. Contrato de licencia para sembrar variedades de caña como pruebas de cultivo.

Continúa

Cengicaña. Guatemala. Septiembre de 2009. Contrato de intercambio de material vegetal.

Ingenio San Antonio. Nicaragua. Septiembre de 2009. Contrato de pruebas de cultivo.

Sugar Research Center of Chinese Academy of Agricultural Sciences and Guangxi Academy of Agricultural Sciences (GXAAS). China. Marzo 11 de 2010. Convenio de cooperación para intercambio de germen plasma, desarrollo varietal, programas de entrenamiento e información general en caña de azúcar.

Fedepanela. Colombia. Diciembre 22 de 2010. Contrato de suministro de material vegetal para propagación de variedades en la zona de Cundinamarca.

Paramonga. Perú. Septiembre de 2010. Contratos de licencia y pago de regalías N.° 01-09-09, y de prueba de cultivo N.° 005-2010.

Inciva. Colombia. Junio de 2010. Contrato de arrendamiento de lote Estación Cuarentenaria abierta, N.° 13-2010.

Universidad Pontificia Bolivariana, Seccional Palmira. Colombia. Agosto 10 de 2010. Convenio marco de cooperación interinstitucional.

Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca (CVC). Colombia. Octubre 12 de 2011. Convenio de Asociación para la medición de calidad del aire.

Universidad de Antioquia. Colombia. Octubre 20 de 2011. Para prácticas universitarias en Cenicaña.

Universidad de Los Andes. Colombia. Enero 16 de 2012. Para prácticas universitarias en Cenicaña.

Universidad Francisco de Paula Santander. Colombia. Mayo de 2012. Para prácticas universitarias en Cenicaña.

Fundaciat e Ingenio Providencia. Colombia. Diciembre 1.° de 2012. Convenio para validación de tecnología en caña de azúcar.

Centro de Agricultura Tropical (CIAT). Colombia. Febrero 1.° de 2013. Acuerdo de cooperación en aplicación de metodologías para mejorar el protocolo de transformación genética de caña de azúcar con *Agrobacterium tumefaciens*.

Asocaña y CVC. Colombia. Abril 2 de 2013. Convenio en desarrollo del proyecto "Construcción del modelo conceptual para la restauración del corredor de conservación y uso sostenible del sistema río Cauca en su valle alto, en escenarios de cambio climático".

Asocaña. Colombia. Abril 18 de 2013. Convenio de cooperación mediante el cual Cenicaña implementará, administrará, operará y realizará mantenimiento a la Red Automatizada de Monitoreo de Material Particulado PM10, y suministrará información oportuna y confiable a las entidades que Asocaña determine.

Universidad ICESI. Julio 22 de 2013. Cooperación recíproca orientada a la promoción conjunta de proyectos y propósitos comunes y de interés en los campos académico, de investigación, de extensión, de proyección comunitaria, cultural, ambiental, científico y tecnológico.

Sucroal S.A. Colombia. Septiembre 2 de 2013. Acuerdo para el depósito de material biológico en el laboratorio de Biotecnología de Cenicaña.

Verion. Colombia. Septiembre 16 de 2013. Convenio marco de cooperación interinstitucional para el mejoramiento continuo de los sistemas productivos de la caña de azúcar.

Asocaña y Pontificia Universidad Bolivariana (UPB). Colombia. Octubre 23 de 2013. Acompañamiento en el proceso de certificación especial (RAC 26) para aeronave liviana Quicksilver GT-500-ASS.

Corpoica. Colombia. Noviembre 20 de 2013. Carta de entendimiento sobre entrega de material vegetal para el desarrollo de investigación adaptativa para producir caña panelera.

Universidad del Valle. Colombia. Marzo 10 de 2014. Convenio de cooperación técnica, académica e investigativa.

Universidad Nacional Sede Palmira. Colombia. Abril 9 de 2014. Convenio de cooperación científica y tecnológica.

CIAT, Ingenio Providencia y Cenicaña. Abril 14 de 2014. Investigación y validación de tecnología en caña de azúcar.

Cavelier Abogados. Acuerdo de confidencialidad y secreto empresarial.

VI. Capital humano

Durante el 2014, el Centro contó con el apoyo de doscientos colaboradores para desarrollar los proyectos de investigación: setenta y dos de nivel profesional, doce de ellos con doctorado, veintidós con maestría y treinta y ocho con pregrado; cuarenta y una personas de apoyo en investigación y servicios, sesenta y cuatro trabajadores de campo y siete aprendices del Sena.

Un profesional estuvo vinculado a Cenicaña a través del proyecto Jóvenes Profesionales en Formación, y tres jóvenes investigadores, cofinanciados por Colciencias, terminaron su período en el mes de abril. En desarrollo de trabajo de grado y pasantía estuvieron doce estudiantes de distintas disciplinas.

Durante el año ingresaron los siguientes profesionales:

Liliana Jiménez Lozano, ingeniera agrónoma, vinculada al Servicio de cooperación técnica y transferencia de tecnología (SCTT); y Efraín Camilo Muñoz Montenegro, ingeniero mecánico del proyecto CATE.

Al cumplir su tiempo laboral y por pensión se retiraron Alberto Efraín Palma Zamora, quien hizo parte del equipo profesional de Cenicaña por veintidós años como biometrista en el SAEE; y Héctor Julio Perlaza, quien laboró en la institución durante treinta y dos años como auxiliar de mantenimiento.

VII. Personal profesional (a 31 de diciembre de 2014)

Dirección General

Álvaro Amaya Estévez. Director General. Ingeniero Agrónomo, Ph.D.

Einar Anderson Acuña. Secretario Junta Directiva. Ingeniero Industrial.

Dirección Administrativa

Einar Anderson Acuña. Director Administrativo. Ingeniero Industrial.

Ligia Genith Medranda Rosasco. Contadora. Contadora Pública.

Karen Bolaños Botello. Asistente de Contabilidad. 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 Villarreal. Fitomejorador. Ingeniero Agrónomo, Ph.D.[2]

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

Fernando Silva Aguilar. Fitomejorador, Ingeniero Agrónomo, M.Sc.[2]

Germán Andrés Vargas Orozco. Entomólogo. Ingeniero Agrónomo, Ph.D.

Gershon Darío Ramírez Sánchez. Entomólogo. Ingeniero Agrónomo. [2, 4]

Yarley Ximena Granobles Parra. Entomología. Ingeniera Agrónoma.[2]

Carlos Ariel Ángel Calle. Fitopatólogo, Ingeniero Agrónomo, Ph.D.

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

Marcela Cadavid Ordóñez. Microbióloga Agrícola. Bióloga, M.Sc.[2]

José Ignacio Rodríguez Valencia. Ingeniero Agrónomo, Ingeniero Agrónomo, M.Sc.[2]

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

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

Hugo Arley Jaimes Quiñónez. Biotecnólogo. Biólogo.[2]

Claudia Marcela Franco Arango. Biotecnología, Bióloga.[2]

Yuri Carolina Acosta Vega, Biotecnología, Bióloga.[2]

Diana Vanessa Sarria Zúñiga. Asistente de Investigación, Bacterióloga.[2]

Isabel Cristina Ocampo Quiceno. Asistente de Investigación, Bióloga. [2]

Rocío del Pilar Barrios Méndez. Bióloga, Bióloga.[2]

José David Cortés Rojas. Biólogo, Biólogo M.Sc.[2]

Programa de Agronomía

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

Fernando Villegas Trujillo. Ingeniero de Mecanización Agrícola. Ingeniero Agrícola, M.Sc.

José Ricardo Cruz Valderrama. Ingeniero de Suelos y Aguas. Ingeniero Agrícola, M.Sc.

Edgar Hincapié Gómez. Ingeniero de Suelos y Aguas. Ingeniero Agrónomo, Ph.D

Armando Campos Rivera. Asesor en manejo de aguas. Ingeniero Agrícola, M.Sc.[1]

Doris Micaela Cruz Bermúdez. Manejo de aguas. Ingeniera Agrícola.[2]

Osvaldo Edwin Erazo. Suelos y Aguas, Ingeniero Agrícola, M.Sc.[2]

Fany Hoyos Villada. Ingeniera Agrícola, Ingeniera Agrícola.[2]

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

Jenniffer Roa Lozano. Asistente de Investigación, Licenciada en educación básica. [2]

Miguel Angel López Murcia. Fisiólogo. Ingeniero Agrónomo, M.Sc.

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

Fabio Andrés Herrera Rozo. Analista Sistemas Información Geográfica. Ingeniero Topográfico.[2]

César Edwin García Cortés. Analista Percepción Remota. Ingeniero Topográfico.[2]

Eliana Marcela Espinoza Criales. Profesional área de Mecanización, Ingeniera Agrícola.[2]

Programa de Procesos de Fábrica

Nicolás Javier Gil Zapata. Director Programa Procesos de Fábrica. Ingeniero Químico, Ph.D.

Adolfo León Gómez Perlaza. Asesor en procesos mecánicos. Ingeniero Mecánico, M.Sc.[1]

Tatiana Sánchez Motta. Química Jefe, Química, Ph.D.[2]

Sara del Carmen Pereddo Vidal. Química. Química.[2]

Melissa Andrea Espinosa Penagos, Química Laboratorio de Química, Química.[2]

Stephania Imbachi Ordóñez. Ingeniera Química. Ingeniero Química.[2]

Juan Gabriel Rodríguez Sarasty. Ingeniero Químico. Ingeniero Químico.[2]

César David Trujillo Gómez. Ingeniero Químico. Ingeniero Químico.[2]

Diego Fernando Cobo Barrera. Ingeniero de Procesos Físico-Mecánicos. Ingeniero Mecánico, M.Sc.[2]

Julian Esteban Lucuara Medina. Ingeniero Mecánico. Ingeniero Mecánico.[2]

Santiago Orduz Aladino. Ingeniero Mecánico, Ingeniero Mecánico.[2]

Julián Ramiro De la Cruz Cerón. Ingeniero Electrónico, Ingeniero Electrónico.[2]

Zunny Tatiana Daza Merchán. Microbióloga. Microbióloga Industrial, M.Sc.[1]

Gloria Carolina Prieto Correal. Microbióloga, Microbióloga Industrial.[2]

Paula Daniela Cuadrado Osorio. Microbióloga, Microbióloga Industrial. [2]

Servicio de Análisis Económico y Estadístico

Claudia Posada Contreras. Economista. Economista, M.Sc.

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

Héctor Alberto Chica Ramírez. Biometrista, Ingeniero Agrónomo, M.Sc.

Servicio de Cooperación Técnica y Transferencia de Tecnología

Camilo Humberto Isaacs Echeverri. Jefe. Ingeniero Agrónomo.

Victoria Eugenia Carrillo Camacho. Especialista en Comunicación Técnica. Comunicadora Social-Periodista.

Margarita María Rodríguez. Comunicadora Técnica, Comunicadora Social-Periodista.[2]

Hernán Felipe Silva Cerón. Administrador Web. Comunicador Social-Periodista, M.Sc.[2]

Sandra Patricia Guzmán Rivera. Ingeniera Agrónoma Grupos Transferencia de Tecnología. Ingeniera Agrónoma.[2]

María Claudia Pizarro Esguerra. Ingeniera Agrónoma, Ingeniera Agrónoma.[2]

Liliana Jiménez Lozano. Ingeniera Agrónoma Grupos Transferencia de Tecnología. Ingeniera Agrónoma.[2]

Sandra Lorena Alarcón Muriel. Ingeniera Agrícola, Ingeniera Agrícola.[2]

Luz Ángela Mosquera Daza. Estadística. Estadística, M.Sc.[2]

Alejandro Estrada Bedón. Ingeniero de Logística, CATE*. Ingeniero Agroindustrial, M.Sc.[2]

Efraín Camilo Muñoz. Ingeniero Mecánico. Ingeniero Mecánico.[2]

Servicio de Tecnología Informática

Jaime Hernán Caicedo Ángel . Jefe. Ingeniero de Sistemas, M.Sc.

Juan Felipe Castrillón Ramírez. Ingeniero de Sistemas. Ingeniero Electrónico.[2]

Servicio de Información y Documentación

Adriana Arenas Calderón. Jefe. Bibliotecóloga.[2]

Diana Marcela Posada Zapata. Biblioteca Digital. Bibliotecóloga.[2]

Superintendencia de la Estación Experimental

Luis Eduardo González Buriticá. Superintendente. Ingeniero Agrícola.[2]

1. Contrato de prestación de servicios.
2. Contrato a término fijo.
3. Comisión de estudios de posgrado.
4. Proyecto cofinanciado.

* CATE: Corte, Alce, Transporte y Entrega de caña

Acrónimos, siglas y abreviaturas

De instituciones y grupos

Cenipalma: Centro de Investigación en Palma de Aceite.
Ciat: Centro de Investigación de Agricultura Tropical.
Cidca: Centro de Investigación y Desarrollo de la Caña de Azúcar.
Colciencias: Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación
Corpoica: Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria.
CVC: Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca.
GTT: Grupos de Transferencia de Tecnología.
ICA: Instituto Colombiano Agropecuario.
Icontec: Instituto Colombiano de Normas Técnicas.
NOAA: National Oceanic and Atmospheric Administration.
NTC: Natural Capital Project.
Ridac: Red de Información Documental Agrícola de Colombia.
RMA: Red Meteorológica Automatizada.
Ruav: Red Universitaria de Alta Velocidad.
Sena: Servicio Nacional de Aprendizaje.
SGC: Servicio Geológico Colombiano.

De variedades de caña de azúcar

CC: Cenicaña Colombia.
CP: Canal Point.
EPC: Estación Palmira Colombia.
Mex: México.
MZC: Mayagüez Colombia.
RB: República de Brasil.
RD: República Dominicana.
SP: Sao Paulo.
V: Venezuela.
PR: Puerto Rico.

Varios

AEPS: Agricultura específica por sitio.
BH: Balance hídrico.
Cate: Corte, alce, transporte y entrega en fábrica.
CFD: Computerized fluid dynamics (Dinámica computacional de fluidos).
DDS: Días después de la siembra.
ENOS: El Niño Oscilación del Sur (ENSO en inglés: El Niño Southern Oscillation).
ETC: Evapotranspiración del cultivo.
FMECA: Failure modes, effects and criticality analysis (análisis proactivos de modos de falla).
GED: Genes expresados diferencialmente.
GNSS: Global navigation satellite system (sistema de navegación global satelital).
GPS: Global Positioning System (sistema de posicionamiento global).
GUS: gen de β –glucoronidasa.
GRT: Guía de recomendaciones técnicas.
h: Potencial mátrico.
kPa: Kilopascales.
LAA: Lámina de agua acumulada.
L&S: Limpieza y sanitación (L&S).
LSD: Escaldadura de la hoja.
PAT: Programa de asistencia técnica.
PCR: Reacción en cadena de la polimerasa.
Ppm: Partes por millón.
qPCR: Reacción en cadena de la polimerasa cuantitativa.
RAC: Residuo agrícola de cosecha.
RAM-PM10: Red Automatizada de Monitoreo de Material Particulado.
RCA: Root analysis causes (análisis de falla).
RCEG: Redes de Coexpresión de Genes.
RCM: Reliability Centered Maintenance (Mantenimiento Basado en Confiabilidad).
RSD: Raquitismo de la soca.
RT - PCR: Transcripción reversa de reacción en cadena de la polimerasa.
RTK: Real Time Kinematic, RTK (navegación cinética satelital en tiempo real).
RTO: Rendimiento.
SCBV: Virus baciliforme.
SCMV: Virus del mosaico.
SCYLV: Virus de la hoja amarilla.
SSR: Single Sequence Repeats (marcadores microsatelitales).
SNP: Single Nucleotide Polymorphism (marcadores polimorfismo de un solo nucleótido).
SVM-RFE: Support Vector Machines – Recursive Feature Elimination (Máquinas de soporte vectorial con eliminación recursiva de características).
TAH: Toneladas de azúcar por hectárea.
TBIA: Tissue-blot enzyme immunoassay.
TCH: Toneladas de caña por hectárea.
V: Vinaza.
Z.A.: Zona agroecológica.

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
Einar Anderson Acuña
Margarita María Rodríguez
Victoria Eugenia Carrillo Camacho

Producción editorial
Servicio de Cooperación Técnica y Transferencia de Tecnología

Coordinación editorial
Margarita María Rodríguez

Corrección de estilo
Ernesto José Fernández Riva

Diagramación, ilustraciones y carátula
Alcira Arias Villegas

Fotografías
Alejandro Estrada: 42
Alexander Montoya: 33
Banco de Imágenes: 6 - 7, 46 – 47, 58, 94
Doris Cruz: 124
Edwin Erazo: 77
Eliana Marcela Espinosa: 74
Fabio Andrés Herrera: 4 - 5
Juan Camilo Chávez: 45
Julián de la Cruz: 86
Marcela Cadavid: 15, 17, 34, 39, 56,
María Claudia Pizarro: 138 - 139
Margarita Rodríguez: 43, 85, 90, 107 derecha, 117, 121, 125 izquierda
Miguel Ángel López: 72
Sandra Guzmán: 107 izquierda, 108
Santiago Orduz: 33, 91
Victoria E. Carrillo: 126-127
Tatiana Daza: 125 derecha.

Preprensa e impresión
Se terminó de imprimir el 26 de marzo de 2015 en Prensa Moderna Impresores S.A. (Cali, Colombia)

cenicaña

Centro de Investigación de la
Caña de Azúcar de Colombia

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

www.cenicana.org

Tarifa Postal Reducida
No. 2015-130. 4-72
La Red Postal de Colombia,
vence 31 de dic. 2015