2015
Informe Anual

cenicaña

Centro de Investigación
de la Caña de Azúcar
de Colombia

2015
Informe Anual

cenicaña

Centro de Investigación
de la Caña de Azúcar
de Colombia

Fotografías de carátula:
Actividades de transferencia de tecnología. María Claudia Pizarro: arriba, abajo y centro.
Banco de imágenes: izquierda y derecha.

Fotografía de contra carátula:
Vuelo de drone sobre lote experimental de Cenicaña. César García.

Publicación Cenicaña
ISSN 0120-5854

Cita bibliográfica
Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia. Cali. 2016.
Informe Anual 2015. Cali, Cenicaña. 132 p.

Producción editorial
Servicio de Cooperación Técnica y Transferencia de Tecnología. Cenicaña.

Tiraje
800 ejemplares

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

Estación experimental
Vía Cali–Florida km 26
San Antonio de los Caballeros, Colombia
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 2014 – 2016

Juan José Lülle Suárez
Presidente

Einar Anderson Acuña
Secretario

Principales

Juan José Lülle Suárez
Presidente Incauca S.A.

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

Mauricio Iragorri Rizo
Gerente General
Ingenio Mayagüez 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.

Cesar Augusto Arango Isaza
Gerente General
Ingenio Risaralda

Luis Fernando Londoño Capurro
Presidente
Asocaña

Rodrigo Villegas Tascón
Representante de los cultivadores afiliados a Asocaña

Carlos Hernando Molina Durán
Presidente Junta Directiva
Procaña

Guido Mauricio López Ochoa
Procaña

Santiago Fernández Vallejo
Azucari

Suplentes

Gonzalo Ortiz Aristizabal
Gerente General
Ingenio Providencia S.A.

Gustavo Barona Torres
Gerente AgroRiocas
Riopaila Castilla S.A.

Carlos Eduardo Quintero Arizala
Gerente financiero y comercial
Ingenio Mayagüez S.A.

Daniel Galvis Mantilla
Gerente de Campo
Ingenio Manuelita S.A.

Camilo Jaramillo Marulanda
Gerente
Ingenio María Luisa S.A.

Jaime Vargas López
Gerente General
Ingenio Carmelita S.A.

Reinaldo Arango Gómez
Asistente de Gerencia
Ingenio Central Tumaco

Claudia Ximena Calero Cifuentes
Directora de Gestión Social y Ambiental
Asocaña

Bernardo Silva Castro
Representante de los cultivadores afiliados a Asocaña

Carlos Hernando Azcárate Tascón
Procaña

Juan Manuel Salcedo Cabal
Vicepresidente Junta Directiva
Procaña

Humberto Ramírez Arango
Azucari

Comités de la Junta

Comité Ejecutivo
Presidente
Luis Fernando Londoño Capurro
Presidente Asocaña

Comité de Programas
Presidente
Jaime Vargas López
Gerente General Ingenio Carmelita

Comités de Investigación

Comité de Campo
Presidente
Alberto Roldán González
Director de Campo, Cosecha y Taller Agrícola
Ingenio Sancarlos S.A.

Comité de Cosecha
Presidente
Álvaro Gómez González
Gerente de Campo Ingenio Pichichí S.A.

Fábrica
Presidente
Jorge Eliécer Casas Delgado
Gerente de Fábrica
Ingenio Manuelita S.A

Personal directivo 2015

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 encargado 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

Luis Eduardo González Buriticá
Superintendencia de la Estación Experimental

cenicaña

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.

Informe Anual 2015

Contenido

Sobre el informe:

El documento reúne los principales avances de los proyectos de investigación e iniciativas adelantadas por Cenicaña durante 2015 y recopila las estadísticas de los servicios prestados en este periodo.

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

Sobre las fotos:

En las páginas internas se hace un recorrido gráfico por las actividades del Programa de Aprendizaje y Asistencia Técnica (PAT), liderado por el Servicio de Cooperación Técnica y Transferencia de Tecnología, con el apoyo de los ingenios, durante los dos años de ejecución (2014 – 2015).

Las fotografías buscan resaltar el trabajo conjunto entre el equipo de Cenicaña, el personal de los ingenios y los cultivadores, mayordomos y personal de las fincas en algunas de las seis tecnologías difundidas hasta hoy.

Guía de navegación

Para ampliar información o acceder a algunas herramientas y servicios se incluye un código de barras bidimensional (QR Code) que permite ingresar desde su dispositvo móvil a su correspondiente página en el sitio web www.cenicana.org

Para utilizar el código es indispensable descargar en su dispositivo un lector de códigos QR, disponibles de manera gratuita en App Store o Android Play Store.

Una vez instalado, abra el lector y apunte la cámara hacia el código QR. En unos segundos aparecerá la información en la pantalla.

	Página
Junta Directiva y personal directivo	5
Mensaje del presidente de Riopaila Castilla S.A., Djalma Teixeira De Lima Filho,	6
Informe del director general, Álvaro Amaya Estévez	8
El clima en el valle del río Cauca	14
Producción de caña y azúcar en el valle del río Cauca	21
Programa de Variedades	29
Programa de Agronomía	43
CATE: Corte de caña, alce, transporte y entrega en fábrica	53
Programa de Procesos de Fábrica	59
Servicio de Análisis Económico y Estadístico	69
Servicio de Cooperación Técnica y Transferencia de Tecnología	77
Servicio de Tecnología Informática	87
Servicio de Información y Documentación	91
Superintendencia de la Estación Experimental	95
Anexo	98
Apéndice	118
Referencia bibliográfica	129
Acrónimos, siglas y abreviaturas	130

Incremento de la productividad,
de la mano de la calidad humana

El 2015 fue un año de grandes retos para nuestra agroindustria. En términos climáticos, el fenómeno de El Niño marcó un hito histórico para Colombia, y en especial para el sector de la caña de azúcar en el valle del río Cauca, superando en por lo menos seis variables climáticas los datos de los últimos 22 años; lo cual resultó en un impacto negativo en la productividad final de la caña y en pérdidas significativas en regiones que no disponen de recursos para riego.

La zona en la que está ubicada la caña de azúcar, con alta variabilidad de suelos y microclimas, nos obliga a pensar en manejos diferenciales por sitio, con nuevas variedades, un uso eficiente del recurso hídrico y control en las labores de campo y cosecha, entre otras.

Esta pues es una oportunidad para fortalecernos y salir avante ante las dificultades que estamos afrontando, y por ello, se hace necesario la disminución de los costos operacionales y la exigencia en la calidad de nuestros productos finales.

Lo acaecido en el año 2015 en otras variables que de igual manera impactan el negocio, entre las que se encuentran la devaluación de la moneda, los costos de los insumos y el cambio en políticas públicas, nos obliga a fijarnos nuevos retos y perseguir acciones efectivas que permitan adecuar la gestión para tener un crecimiento sostenible en el tiempo.

Ante estos desafíos, el talento humano de Cenicaña ha trabajado en brindarnos soluciones puntuales y alternativas tecnológicas para la producción de caña y azúcar. Ese compromiso y conocimiento del Centro de Investigación llevan a nuestra industria de la mano con buenas prácticas agrícolas y de producción amigables con el medio ambiente.

La extensión y capacitación de los profesionales de la industria por parte de Cenicaña ha sido pilar fundamental para la incorporación de los nuevos programas y metodologías productivas en cada uno de los ingenios. Variedades con alto contenido de sacarosa, un manejo eficiente del agua, mejoras en la logística de suministro de caña y en la cosecha mecánica y mayores eficiencias energéticas en las plantas, entre otros, han sido desarrollados y comunicados no solo a nuestros equipos técnicos, sino a los grupos de interés. El conjunto de todas estas prácticas nos ha permitido evolucionar competitivamente como sector.

En especial, es necesario que se continúe con la búsqueda de nuevas variedades que permitan el incremento de la sacarosa y el uso eficiente del agua. En nuestras manos se encuentra la solución para llegar a la excelencia de resultados y a una industria competitiva en el ámbito global.

Djalma Teixeira De Lima Filho

Presidente
Riopaila Castilla S.A.

Investigación e innovación
para afrontar los impactos del clima y los cambios tecnológicos del sector

La agroindustria colombiana de la caña de azúcar enfrenta los efectos de la desaceleración de la economía global, las adversidades del clima y la fluctuación de los precios internacionales del azúcar. De manera adicional, en el entorno local, están las amenazas de modificaciones a los sistemas de franjas de precios, al Fondo de Estabilización de Precios del Azúcar (FEPA) y mayores cargas tributarias a las empresas y el consumidor.

Ante estos retos el sector continúa su dinámica y proyecta mantener sus metas de productividad, competitividad y sostenibilidad, teniendo como ejes la investigación, la innovación y la capacitación.

Este enfoque da al sector la capacidad para afrontar las adversidades y amenazas que ocurren en un entorno de permanente cambio; y esta capacidad se fundamenta en la unidad entre cultivadores e ingenios, alrededor de los intereses tecnológicos, en la definición conjunta de prioridades y en la participación en la ejecución de los proyectos.

Transversal a todas estas acciones está la capacitación y transferencia de tecnología para aprovechar los frutos de la inversión en investigación. Y para la ejecución de lo anterior el sector cuenta en Cenicaña con un equipo de investigadores y colaboradores capacitados y actualizados en los nuevos hallazgos científicos y tecnológicos, que día a día los incorporan al desarrollo de tecnologías y está comprometido en buscar soluciones a los requerimientos tecnológicos de ingenios y cultivadores.

Gradualmente la agroindustria incorpora en sus sistemas de producción en el campo y en las fábricas las soluciones tecnológicas disponibles desarrolladas por Cenicaña, para las mejoras de hoy y del corto plazo. Prueba de ello es el uso y adopción de variedades específicas, el interés por un mejor manejo agronómico del cultivo, las mejoras en los procesos de la cosecha y transporte de la caña, el uso de tecnologías que contribuyen a una mayor

eficiencia de los procesos fabriles, y la participación de sus colaboradores en las jornadas de capacitación y transferencia impartidas por el Centro de Investigación.

Hoy las nuevas variedades Cenicaña Colombia se encuentran en proceso de multiplicación. En 2014 el porcentaje de área sembrada con CC 85-92 era del 52% y en 2015 se redujo al 44%. El área liberada por CC 85-92 lo están cubriendo catorce variedades, que en 2014 estaban sembradas en el 37% del área y en 2015 llegaron a ocupar el 45%.

Dos aspectos merecen especial atención respecto a la adopción varietal: existe un amplio abanico de variedades que debe contemplarse al momento de la siembra y no concentrarse en unas pocas. El riesgo sanitario es mayor ante la multiplicación masiva de unas cuantas variedades, como el caso de CC 01-1940 que en 2014 cubría el 12% del área y en 2015 pasó al 21%. Conviene, por lo tanto, darle espacio a otras alternativas.

El segundo aspecto es el uso de semilla sana. Cualquier renovación de plantaciones contempla al menos cinco o seis ciclos de cultivo, para lo cual es fundamental la sanidad de la plantación a partir de semilleros sanos. De poco sirve hacer un manejo agronómico del cultivo si se parte de sembrar plantaciones con semilla infectada. Cobra aquí importancia el Servicio de Diagnóstico de Enfermedades de Cenicaña para semilleros o plantaciones fuente de semilla.

En 2015 el fenómeno de El Niño afectó el crecimiento del cultivo y la disponibilidad de agua para riego, lo cual impidió una mayor renovación de las plantaciones y, en cierta forma, la siembra de nuevas variedades que ofrecen más potencial de producción. La precipitación en 2015 fue de 931 mm, 36% menos que el valor climatológico promedio de los últimos 22 años.

La producción de caña fue de 116 TCH, tres toneladas menos que en el 2014; y la de azúcar, de 13.4 TAH, 0.3 toneladas menos que el año anterior. El rendimiento (%) comercial en 2015 fue de 11.74%, superior al de 2014 (11.66%), mientras que la edad de cosecha fue de 12.9 meses, similar a la del año anterior.

Es importante resaltar que los resultados de uno o dos años no se pueden interpretar como señales de debacle para un sector. En un cultivo de cosecha permanente la estabilidad de la producción conviene proyectarla por períodos que reflejen la tolerancia de las tecnologías a los factores adversos, sobre todo los asociados al clima, y no basar las decisiones en resultados de unos años en particular.

Sin duda, disponer de variedades más productivas con adaptación específica, con tecnologías de riego para el manejo del agua y programas de capacitación en temas inherentes al sistema de producción han contribuido para que la agroindustria atenúe los descensos en productividad generados por factores como el fenómeno de El Niño ocurrido en el 2015. Es de destacar que la productividad fue menor a la de 2014, pero ésta no descendió a los niveles alcanzados durante los fenómenos de El Niño ocurridos entre 1997-1998, 2006-2007 y 2009-2010.

La adversidad del clima y escasez de agua genera incertidumbre en las producciones esperadas para el 2016. Sin embargo, un análisis sobre lo sucedido en épocas de ocurrencia del fenómeno y una proyección de la producción con base en modelos matemáticos sugiere una recuperación con relación a la observada al final de 2015. Esta proyección es posible gracias a la disponibilidad de información climática, la caracterización de zonas climáticas y de los datos de cobertura esperada de siembra con las nuevas variedades.

Así por ejemplo, durante los últimos veinte años (1995-2014) el análisis por quinquenios de la información comercial indica que la productividad se mantuvo estable en ambientes húmedos y piedemonte, con tendencia a mejorar en los ambientes semisecos. Este período contempló fenómenos de Niño, Niña y de clima normal.

Durante el período analizado el rango de variación para TCHM entre quinquenios fue de 8.2-8.4 en ambiente húmedo; de 7.7-8.0 en piedemonte y 8.8-9.4 en ambiente semiseco, con tendencia al incremento.

Los resultados de 2015 fueron levemente inferiores al 2014, pero superiores al mejor quinquenio de los veinte años precedentes en TCHM de ambiente húmedo (8.8) y semiseco (9.5) y similares a piedemonte (7.8).

El análisis para TAHM muestra la misma tendencia: estable en ambientes húmedo y de piedemonte y con tendencia a mejorar en semiseco. El rango de variación por quinquenio fue 0.93-0.96, en húmedo; 0.90-0.95, en piedemonte; y 1.03-1.11, en semiseco. En el 2015 los valores de TAHM en ambientes húmedo y semiseco fueron similares al de 2014 y superiores al mejor quinquenio precedente (1.01 y 1.10, respectivamente). El TAHM de piedemonte en 2015 fue de 0.91.

Las tecnologías desarrolladas por Cenicaña con mejor adaptación a los efectos del clima contribuyeron a esa estabilidad, pero como dicen los abuelos: no hay que bajar la guardia. Es un gran logro sostener la producción, pero mejorarla es la meta. Aquí es responsabilidad de Cenicaña desarrollar tecnologías más productivas y de menores costos, y de los ingenios y cultivadores, validarlas y adoptarlas. La orientación para hacerlo está en el enfoque de agricultura específica por sitio.

En los últimos diez años se han dado cambios tecnológicos en el campo relacionados con la mecanización y uno de ellos es la cosecha mecanizada. Ésta cubre hoy el 52% de la cosecha de la caña y se proyecta al 60%-70%. La flexibilidad de no cosechar en condiciones de lluvia o de exceso de humedad es un factor que evita daño a las cepas y compactación en los suelos. Así mismo favorece la calidad de la caña que llega a las fábricas al llevar menos materia extraña vegetal y mineral.

Consecuente con esta evolución tecnológica en la agroindustria, el Centro de Investigación trabaja en la evaluación de tecnologías de sensoramiento remoto y equipos de precisión para el diseño de los campos y ejecución de labores mecanizadas.

Además, teniendo en cuenta que por lo general este tipo de tecnologías dependen de señales satelitales y antenas de corrección con restricciones y obligaciones de pago, Cenicaña propuso el montaje de una red RTK (Real Time Kinematic)) para brindar el servicio de corrección de señal del sistema de navegación global satelital a equipos de agricultura de precisión utilizados por ingenios y cultivadores. La propuesta fue aprobada y el manejo y operación de la red será responsabilidad de Cenicaña, de la misma manera como opera la Red Meteorológica Automatizada.

El incremento del área cosechada mecánicamente también ha significado ajustes en los procesos fabriles: en preparación de caña, con la incorporación de las desfibradoras de trabajo pesado; y en la molienda, con la introducción de motores eléctricos y reductores de alta eficiencia en el accionamiento de molinos.

Estos procesos se han acompañado de tecnologías desarrolladas por Cenicaña, como el Cenimol, el control de imbibición en línea y el control por torque de las unidades de molienda; también por la gestión del laboratorio móvil con cuyas evaluaciones individuales de los molinos se ha incrementado la eficiencia de extracción y disminuido la variabilidad ante los cambios en la calidad de caña.

Hoy los esfuerzos se centran en fortalecer los procesos de clarificación, evaporación y cristalización debido al incremento del procesamiento de impurezas, con las cuales se afecta la recuperación de sacarosa, incrementa el color del jugo y disminuye la eficiencia en la transferencia de calor.

Para las necesidades del mañana se avanza en la selección de variedades más productivas y de mejor manejo agronómico a partir del uso de la biotecnología y la fisiología, en el desarrollo de tecnologías que den un mayor valor agregado a la biomasa, con la incorporación de disciplinas como la geomática y la microbiología a la investigación para hacer labores más eficientes y precisas, y con el diseño de modelos de predicción del clima y producción que faciliten la toma de decisiones. En este informe se presentan a continuación los principales resultados y avances.

La innovación tecnológica, tanto en el campo como en las fábricas, conlleva riesgos; pero la investigación y validación buscan reducirlos. Esa es la posibilidad que ofrece Cenicaña para contribuir a la competitividad y sostenibilidad de la agroindustria. Ese es nuestro compromiso.

Álvaro Amaya Estévez

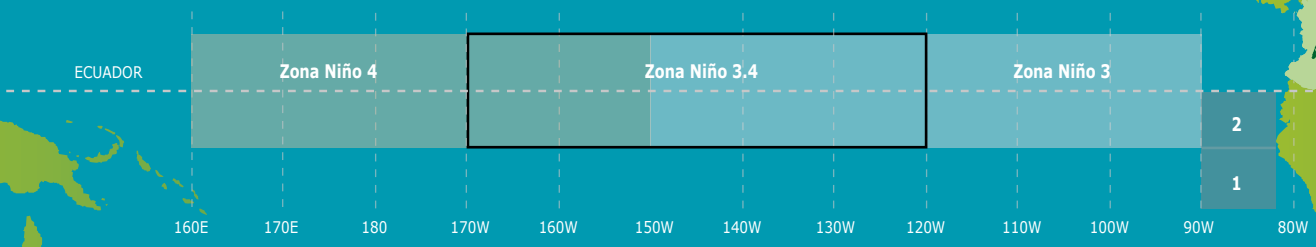
Director general de Cenicaña

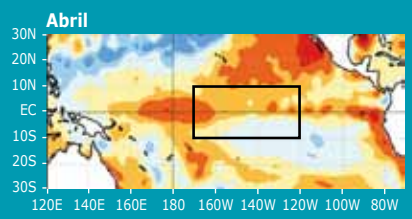
2015

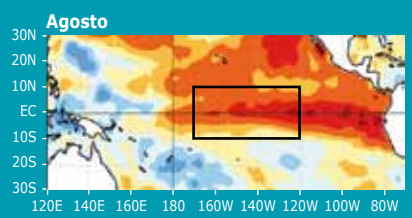
El clima en el valle del río Cauca

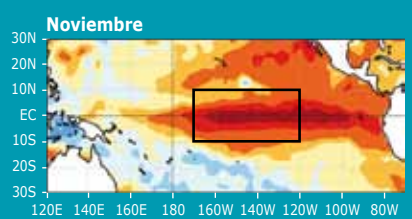
Condiciones Niño-Normal-Niña en el oceáno Pacífico ecuatorial

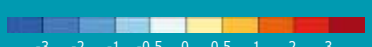
Fuente: NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration)



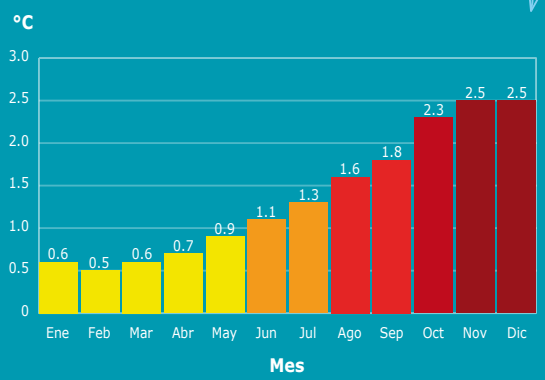


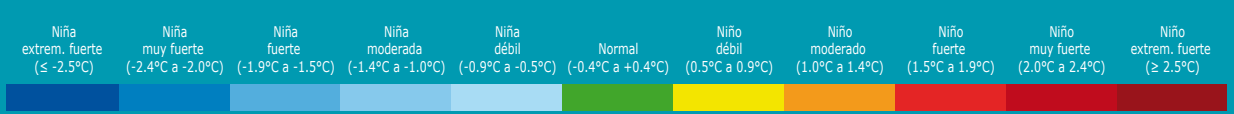






Anomalía mensual de la temperatura superficial del mar en la zona Niño 3.4

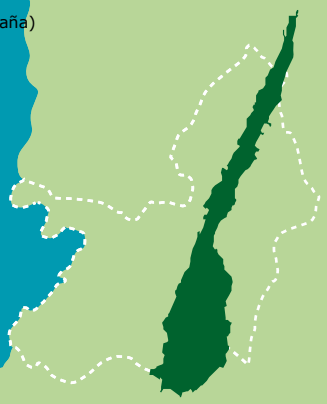




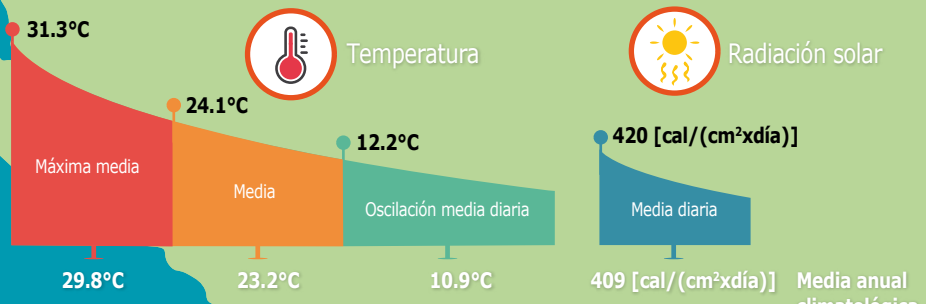
Impacto de El Niño en el valle del río Cauca

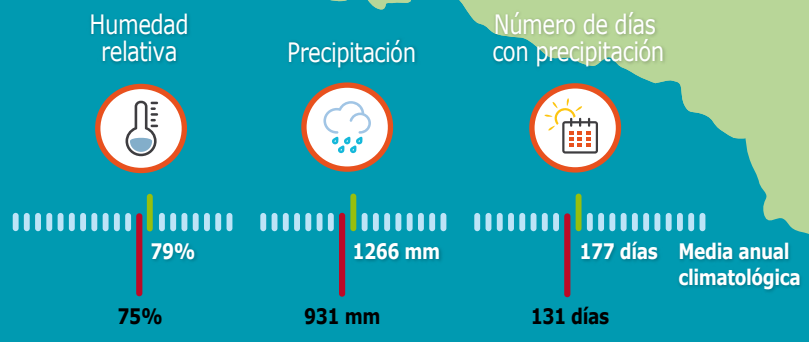
Fuente: RMA (Red Meteorológica Automatizada, Cenicaña)

Niño 2015: el **más fuerte** de los siglos XX y XXI



Variables que registraron valores extremos





Ver comparativo de las diferentes variables climatológicas en el valle del río Cauca en 2015 y el período 1994-2015 (Cuadros 1 y 2, Figuras 1 y 2, Anexo 1).

Cuadro 1.

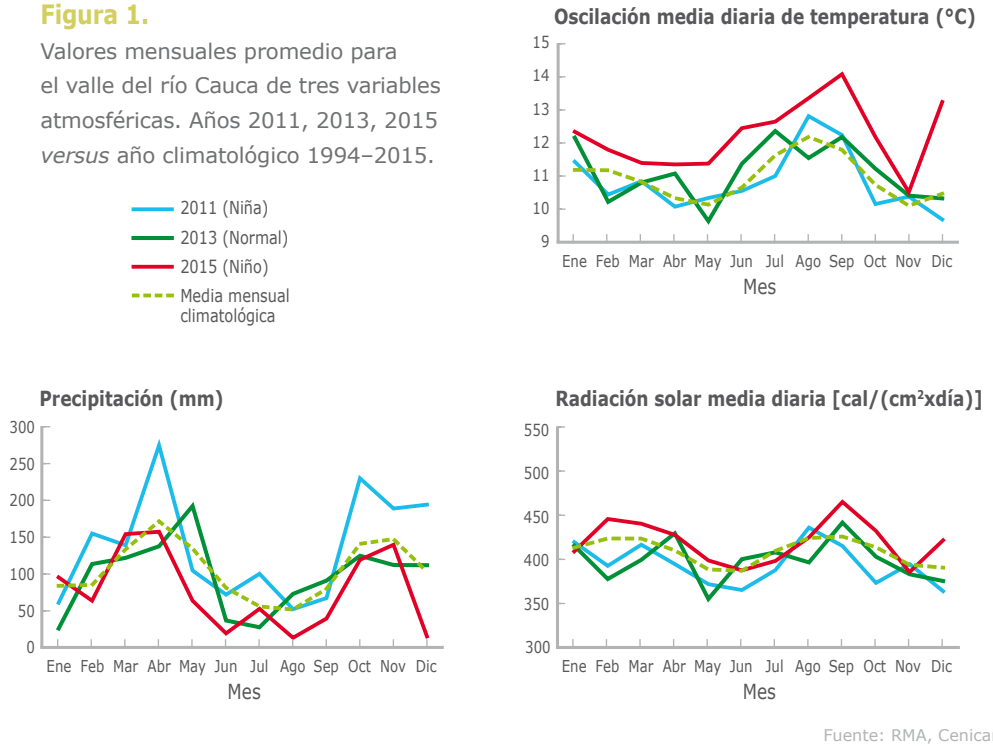
Condiciones climáticas del valle del río Cauca. Resumen de valores medios y extremos. Años 2010 a 2015 *versus* año climatológico 1994–2015.

Variable climatológica	Año climatológico	2010 (Niño-Normal-Niña)	2011 (Niña-Normal-Niña)	2012 (Niña-Normal)	2013 (Normal)	2014 (Normal-Niño)	2015 (Niño)
Temperatura mínima absoluta (°C)	12.6	14.1	13.5	13.3	14.0	12.9	13.7
Temperatura mínima media (°C)	18.8	19.0	18.5	18.7	18.9	18.8	19.0
Temperatura media (°C)	23.2	23.1	22.8	23.3	23.3	23.4	24.1
Temperatura máxima media (°C)	29.8	29.6	29.4	30.1	30.1	30.5	31.3
Temperatura máxima absoluta (°C)	39.2	37.8	35.8	36.5	33.9	37.3	37.5
Oscilación media diaria de temperatura (°C)	10.9	10.6	10.8	11.4	11.1	11.6	12.2
Evaporación (mm)	1653	1556	1573	1689	1621	1678	1766
Radiación solar media diaria [cal/(cm²xdía)]	409	389	394	406	399	408	420
Humedad relativa media (%)	79	81	80	77	78	77	75
Precipitación (mm)	1266	1654	1636	1200	1166	1224	931
Días con precipitación (No.)	177	201	204	166	169	174	131

Fuente: RMA, Cenicaña

Figura 1.

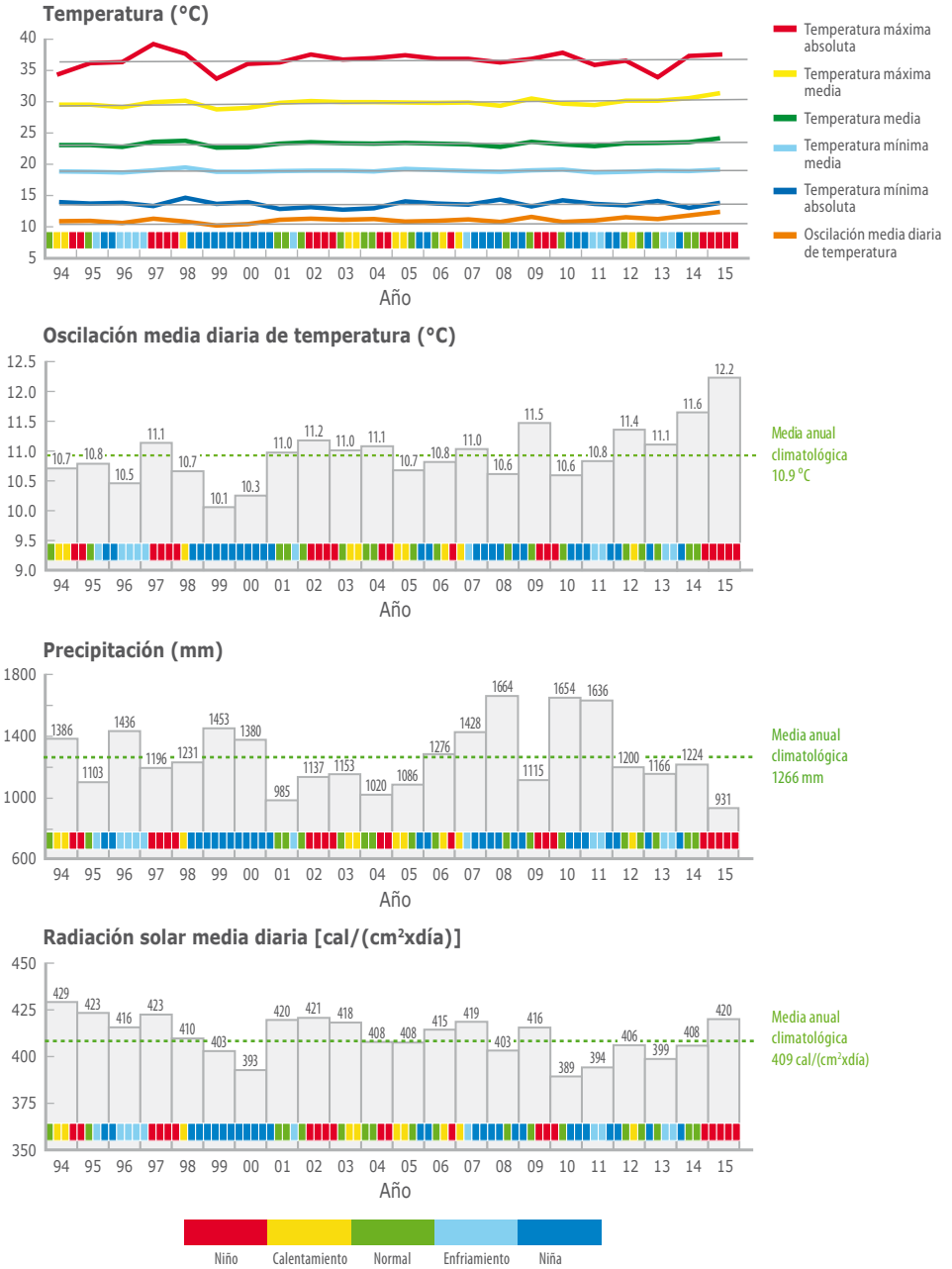
Valores mensuales promedio para el valle del río Cauca de tres variables atmosféricas. Años 2011, 2013, 2015 *versus* año climatológico 1994–2015.



Fuente: RMA, Cenicaña

Figura 2.

Valores anuales promedio y extremos del valle del río Cauca de variables atmósfericas. Años 1994 a 2015 *versus* condiciones Niño-Niña.



A partir de 2015 Cenicaña utiliza la serie de tiempo trimestral ERSSTv.3b de la Anomalía de Temperatura Superficial del Mar (Índice Oceánico de El Niño) para el análisis de la incidencia de los fenómenos Niño-Normal-Niña en el clima del valle del río Cauca, en lugar de la serie ERSSTv.4 que utilizaba antes.

Fuente: RMA, Cenicaña

Cuadro 2.

Resumen de anomalías climáticas en promedio para el valle del río Cauca. 2015.

Variable climática	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)	-0.3	0.2	0.1	0.0	0.2	0.2	0.2	0.6	0.4	0.5	0.6	0.1	0.0	0.2	0.4	0.5	0.1	0.5	0.3
Temp. media (°C)	0.2	0.6	0.3	0.6	0.8	1.2	0.7	1.2	1.5	1.1	0.8	1.7	0.4	0.9	1.2	1.2	0.7	1.2	0.9
Temp. máxima media (°C)	0.8	0.9	0.6	1.0	1.4	1.9	1.2	1.7	2.6	1.9	1.0	2.8	0.8	1.4	1.8	1.9	1.2	1.9	1.5
Oscilación de temp. (°C)	1.2	0.7	0.6	1.0	1.2	1.7	1.0	1.2	2.2	1.4	0.4	2.7	0.8	1.3	1.5	1.6	1.1	1.5	1.3
Evaporación (%)	103	109	106	107	105	106	100	106	119	106	96	114	105	105	108	105	105	107	106
Radiación solar (%)	99	106	105	105	103	100	98	101	110	105	98	108	103	103	103	103	103	103	103

Variable climática	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 (%)	-3	-4	-2	-3	-5	-7	-4	-6	-8	-4	-1	-7	-3	-5	-6	-5	-4	-5	-4
Precipitación (%)	121	81	124	100	53	27	92	24	51	90	102	19	109	60	56	70	84	63	74
Días con precipitación (%)	88	69	104	79	73	53	89	50	53	89	94	29	89	70	64	74	78	69	74

Clave para la interpretación de las anomalías climáticas con respecto a los valores medios climatológicos

Temperatura (°C)

≤ -1.5	Extrem. baja
-1.0 – -1.4	Muy baja
-0.5 – -0.9	Baja
-0.4 – +0.4	Normal
0.5 – 0.9	Alta
1.0 – 1.4	Muy alta
≥ 1.5	Extrem. alta

Evaporación (%)

≤ 85	Extrem. baja
86 – 90	Muy baja
91 – 95	Baja
96 – 104	Normal
105 – 109	Alta
110 – 114	Muy alta
≥ 115	Extrem. alta

Radiación solar (%)

≤ 85	Extrem. baja
86 – 90	Muy baja
91 – 95	Baja
96 – 104	Normal
105 – 109	Alta
110 – 114	Muy alta
≥ 115	Extrem. alta

Humedad relativa (%)

≤ 90	Extrem. baja
91 – 93	Muy baja
94 – 96	Baja
97 – 103	Normal
104 – 106	Alta
107 – 109	Muy alta
≥ 110	Extrem. alta

Precipitación (%)

≤ 25	Extrem. baja
26 – 50	Muy baja
51 – 80	Baja
81 – 119	Normal
120 – 149	Alta
150 – 199	Muy alta
≥ 200	Extrem. alta

No. días con lluvia (%)

≤ 60	Extrem. bajo
61 – 70	Muy bajo
71 – 80	Bajo
81 – 119	Normal
120 – 129	Alto
130 – 139	Muy alto
≥ 140	Extrem. alto

- Los colores rojo y amarillo están relacionados con valores altos de temperatura del aire, evaporación y radiación solar, así como con valores bajos de humedad relativa, precipitación y número de días con precipitación, condiciones climáticas típicas en el valle del río Cauca bajo el efecto de fenómenos El Niño.

- Los colores azules están relacionados con valores bajos de temperatura del aire, evaporación y radiación solar, así como con valores altos de humedad relativa, precipitación y número de días con precipitación, condiciones climáticas típicas en el valle del río Cauca bajo el efecto de fenómenos La Niña.

Fuente: RMA, Cenicaña

Jornada de formación de facilitadores del PAT en preparación de suelos para la producción sostenible de la caña de azúcar. Agosto 4 de 2015.

2015
Producción de caña y azúcar en el valle del río Cauca

Los datos más sobresalientes de los principales indicadores de productividad de la agroindustria de la caña de azúcar en el valle del río Cauca durante 2015 fueron:

- A 31 de diciembre de 2015 había sembradas en el valle del río Cauca 232,070 ha de caña de azúcar para la producción de azúcar y etanol. De este total se cosecharon 199,314 ha.
- Los cultivos de caña se distribuyeron en 28,904 suertes y al momento de la cosecha tenían en promedio 12.9 meses de edad y 5 cortes.
- 90% del área cosechada está compuesta por las variedades CC 85-92, CC 93-4418, CC 01-1940, CC 84-75, CC 01-1228, SP 71-6949 y CC 93-4181.
- Los ingenios molieron 24,205,089 toneladas de caña y produjeron 2,864,901 toneladas de azúcar (incluyendo lo desviado a la producción de etanol).
- La producción total de etanol fue de 456,403,000 litros.

Un análisis comparativo entre 2014 y 2015 reveló lo siguiente:

- En comparación con 2014 los indicadores que aumentaron en 2015 fueron: área sembrada (0.8%), área cosechada y número de suertes cosechadas (2062 ha y 1113 suertes, respectivamente); edad de corte (0.1%), azúcar producido (24,014 t), rendimiento comercial y rendimiento real (0.5% y 0.7%, respectivamente), fibra y sacarosa aparente en caña (%) (0.1 y 0.13 unidades porcentuales), pérdidas indeterminadas y en miel final (0.07 y 0.23 unidades porcentuales) y etanol (49,935,000 litros).
- Los indicadores que disminuyeron fueron los siguientes: número de corte (0.2), TCH (2.9), TCHM (0.2), TAH (0.3), TAHM (0.02), toneladas de caña molida (78,159), pérdidas en bagazo (1.3%) y pérdidas en cachaza (5.9%) (**Cuadro 3**).

Cuadro 3.

Indicadores de productividad de la agroindustria colombiana de la caña de azúcar. 2014 – 2015.

Indicador	Trimestres 2015				Enero-Diciembre		Diferencia 2015-2014 % - °C	Desviación estándar 2015
	Primero	Segundo	Tercero	Cuarto	2014	2015		
Campo (datos de trece ingenios) [1]								
Área neta sembrada en caña (ha)					230,303	232,070	0.8	
Área cosechada (ha)	52,008	43,401	53,452	50,453	197,253	199,314	1.0	
Número de suertes cosechadas	7505	6689	7706	7004	27,791	28,904	4.0	
Edad de corte (meses)	13.2	12.9	12.7	12.7	12.9	12.9	0.1	1.3
Número de corte	5.0	5.0	4.9	4.9	5.1	4.9	-2.5	4.0
Ton de caña por hectárea (TCH)	116.1	117.0	118.8	112.8	119.0	116.2	-2.4	26.8
Ton de caña por hectárea mes (TCHM)	8.9	9.2	9.4	8.9	9.3	9.1	-2.4	2.1
Ton de azúcar por hectárea (TAH)	13.0	13.1	14.4	13.0	13.7	13.4	-1.9	3.2
Ton de azúcar por hectárea mes (TAHM)	1.00	1.03	1.13	1.03	1.07	1.05	-2.0	0.24
Rendimiento comercial (%) [2]	11.2	11.2	12.1	11.5	11.5	11.5	0.5	1.2
Fábrica (datos de doce ingenios) [3]								
Toneladas totales de caña molida [4]	6,016,643	5,466,190	6,893,006	5,829,251	24,283,248	24,205,089	-0.3	
Toneladas totales de azúcar producido [5]	686,102	627,350	854,275	696,174	2,840,887	2,864,901	0.8	
Rendimiento real en base a 99.7% Pol [6]	11.40	11.44	12.32	11.64	11.63	11.73	0.8	
Fibra % caña	15.21	15.01	14.73	15.43	14.98	15.08	0.7	
Sacarosa aparente en caña (%)	13.04	13.06	14.02	13.30	13.26	13.39	1.0	
Pérdidas de sacarosa en bagazo % sacarosa caña	3.97	3.70	3.52	3.85	3.76	3.71	-1.3	
Pérdidas de sacarosa en cachaza % sacarosa caña	0.52	0.51	0.44	0.60	0.55	0.52	-5.9	
Pérdidas de sacarosa en indeterminadas % sacarosa caña	1.74	1.54	1.46	1.67	1.53	1.60	4.9	
Pérdidas de sacarosa en miel final % sacarosa caña	6.81	6.72	6.73	6.51	6.46	6.69	3.5	
Litros de etanol (miles)	106,679	107,871	118,769	123,084	406,468	456,403	12.3	
Energía eléctrica generada (MWh)[7]					1,297,403	1,380,721	6.4	
Energía eléctrica vendida (MWh)[7]	117,379	122,216	131,076	142,972	441,707	513,643	16.3	
Clima (datos de 34 estaciones RMA) [8]								
Precipitación (mm)	314	242	105	274	1210	934	-22.8	
Oscilación media diaria de la temperatura (°C)	11.9	11.8	13.4	12.0	11.7	12.3	5.0	
Radiación solar media diaria [cal/(cm²xdía)]	431	405	429	414	408	420	2.9	
Condición climática externa	Niño	Niño	Niño	Niño	Normal	Niño		

Condiciones de los indicadores:

1. Los resultados de campo corresponden a trece ingenios: Carmelita, Central Tumaco Incauca, La Cabaña, María Luisa, Manuelita, Mayagüez, Pichichí, Providencia, Riopaila-Castilla (dos plantas), Risaralda y Sancarlos.
2. Rendimiento comercial: Porcentaje (%) de azúcar (en peso) recuperado por tonelada de caña molida. Resultado promedio ponderado por las toneladas totales de caña molida. Ver numeral 4 en este pie de cuadro.
3. Todas las cifras de fábrica corresponden a promedios ponderados con respecto a las toneladas totales de caña molida reportadas por doce ingenios que participan en el Sistema de Intercambio de Información Estandarizada Interingenios: Carmelita, Incauca, La Cabaña, María Luisa, Manuelita, Mayagüez, Pichichí, Providencia, Riopaila-Castilla (dos plantas), Risaralda y Sancarlos.
4. 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).
5. Toneladas totales de azúcar producido: Suma de las toneladas totales de las diferentes clases de azúcar producido incluyendo lo desviado a la producción de etanol.
6. 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 99.7º, el cual corresponde al tipo de azúcar de mayor producción en el sector, el azúcar blanco.
7. Datos reportados por XM S.A. ESP, entidad operadora del sistema intercontectado nacional colombiano y administradora del mercado de energía en Colombia.
8. RMA: Red Meteorológica Automatizada de la agroindustria colombiana de la caña de azúcar.

Valores medios multianuales 1994-2015	Precipitación (mm)	Oscilación media diaria de la temperatura (°C)	Radiación solar media diaria [cal/(cm²xdía)]
Primer trimestre	299	11.1	418
Segundo trimestre	378	10.5	394
Tercer trimestre	186	11.9	418
Cuarto trimestre	386	10.5	399

Observaciones de campo

La producción promedio de caña en el valle del río Cauca siguió mostrando poca variación desde mediados de 2013, momento en el que se logró una recuperación después de la caída ocasionada por los fenómenos de La Niña, ocurridos entre 2010 y 2012.

La producción promedio de caña fluctuó entre 110-122 t/ha, con edades promedio de cosecha superiores a 12.4 meses e inferiores a 13.6 meses.

En 2015 la producción de caña mantuvo el mismo comportamiento: de enero a julio se incrementó ligeramente de 114 a 121 TCH y descendió gradualmente hasta 112 TCH en diciembre debido, posiblemente, a los efectos de la sequía ocasionada por El Niño.

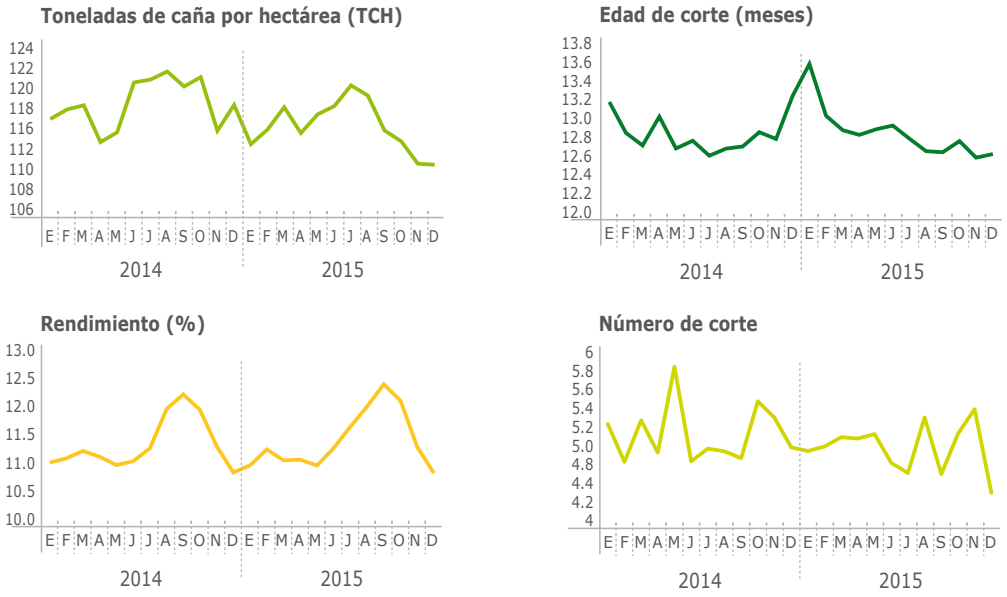
El rendimiento promedio comercial (%) caña presentó el comportamiento bimodal normal de esta variable para el valle del río Cauca: picos máximos en los meses de febrero y septiembre y mínimos en mayo y diciembre. Sin embargo, el rendimiento promedio de septiembre (12.5%) superó el valor promedio acumulado desde 1990 para este mes (12.1%), favorecido por las condiciones climáticas.

Aunque no fueron abundantes, las lluvias de octubre y noviembre provocaron un descenso en el rendimiento que se mantuvo hasta diciembre. En este mes, pese a que la precipitación fue escasa y la radiación solar se incrementó con respecto a los dos meses anteriores, hubo remanentes de humedad en el suelo. El rendimiento promedio de diciembre (11.0%) fue inferior al valor promedio acumulado desde 1990 para este mes (11.3%).

La edad de cosecha se mantuvo por debajo de 13 meses, con lo cual se dejaron de tener tonelajes superiores a nivel de industria y el número de cortes fue similar al de años anteriores, oscilando alrededor de una media de 5 cortes (**Figura 3**).

Figura 3.

Indicadores de productividad: TCH, rendimiento (%), edad de corte (meses) y número de corte. Datos de trece ingenios. 2014 - 2015.



Un análisis de los indicadores de productividad por ambiente de selección mostró que, con respecto a 2014, el TCH se redujo en 2.1 y 3.2 en los ambientes húmedo y semiseco, respectivamente; y en 6.2 toneladas en piedemonte, en donde el efecto del déficit hídrico fue más notorio.

En cuanto al rendimiento se presentó un incremento de 0.14 puntos porcentuales en semiseco, se mantuvo el indicador en ambiente húmedo y hubo una reducción de 0.05 puntos porcentuales en piedemonte (**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. 2014-2015.

Húmedo
Piedemonte
Semiseco

Variable	Ambiente					
	Húmedo		Piedemonte		Semiseco	
	2014	2015	2014	2015	2014	2015
TCH	112.1 ± 24.8	109.9 ± 25.7	104.3 ± 24.2	98.1 ± 25.4	124.3 ± 23	121.1 ± 24.4
TAH	12.9 ± 3	12.6 ± 3	12.3 ± 2.8	11.5 ± 3.2	14.2 ± 2.8	14 ± 3
TCHM	8.9 ± 2	8.8 ± 2	8.1 ± 1.9	7.8 ± 1.9	9.8 ± 1.8	9.5 ± 1.9
TAHM	1.02 ± 0.23	1.01 ± 0.23	0.95 ± 0.22	0.91 ± 0.24	1.12 ± 0.21	1.1 ± 0.23
Rto. (%)	11.5 ± 1	11.5 ± 1.1	11.8 ± 1.2	11.7 ± 1.4	11.4 ± 1.1	11.6 ± 1.2
Edad	12.7 ± 1.4	12.6 ± 1.2	13 ± 1.2	12.8 ± 1.4	12.8 ± 1.1	12.8 ± 1.2
corte	4.9 ± 4	4.6 ± 3.8	3.8 ± 2.9	3.9 ± 3.1	5.5 ± 4.2	5.3 ± 4.1

Variedades de caña de azúcar

Las variedades más cosechadas fueron: CC 85-92 (54.1%), CC 93-4418 (14.94%), y CC 01-1940 (12.4%). La variedad CC 85-92 aún pondera la producción de la industria azucarera en más del 50%, pero con respecto a 2014 disminuyó su área cosechada en 9%; además el área cosechada con CC 01-1940 se incrementó en 7.4% y CC 93-4418 creció 2.21% con relación a 2015 (**Cuadros 5 y 6**).

Cuadro 5.

Participación de las variedades comerciales y semicomerciales en el área cosechada. Datos de trece ingenios. 2014-2015.

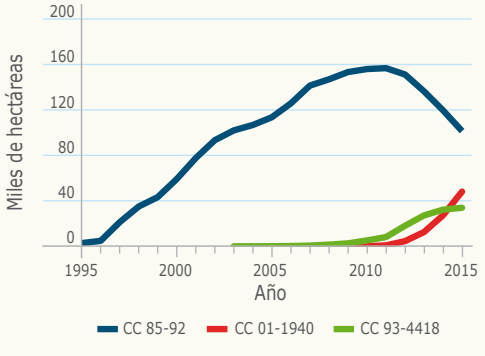
Variedad	Participación en el área cosechada (%)	
	2014	2015
CC 85-92	63.62	54.10
CC 93-4418	12.73	14.94
CC 01-1940	5.00	12.39
CC 84-75	5.60	4.33
CC 01-1228	1.33	1.59
SP 71-6949	1.12	1.57
CC 93-4181	0.98	1.03
V 71-51	1.18	1.00
PR 61-632	0.97	0.87
CC 93-3826	0.78	0.78
CC 98-72	0.86	0.68
CC 97-7170	0.31	0.68
RB 73-2223	0.37	0.64
CC 92-2198	0.66	0.50
CC 01-746	0.10	0.46
CC 00-3257	0.10	0.34
CC 93-3895	0.41	0.27
CC 92-2804	0.33	0.22
MZC 74-275	0.24	0.14
CC 01-678	0.05	0.13
CC 03-154	0.12	0.12
RD 75-11	0.14	0.09
CC 05-940	0.07	0.07
CC 06-783	0.05	0.07
Otras	2.90	2.98
Total	100	100

Cuadro 6.

Participación de las variedades comerciales y semicomerciales en el área sembrada. Datos de trece ingenios. 2014 - 2015.

Variedad	Participación en el área sembrada (%)	
	2014	2015
CC 85-92	52	43.7
CC 01-1940	11.8	20.7
CC 93-4418	12.5	14.6
CC 84-75	4.3	3.1
SP 71-6949	1.5	1.6
CC 01-1228	1.4	1.4
CC 93-4181	2.5	1
CC 97-7170	0.6	0.8
CC 01-746	0.5	0.8
V 71-51	1	0.8
CC 98-72	0.8	0.7
RB 73-2223	0.6	0.7
PR 61-632	0.8	0.7
CC 00-3257	0.3	0.6
CC 92-2198	0.6	0.6
CC 93-3826	0.7	0.6
CC 93-3895	0.3	0.2
CC 01-678	0.1	0.2
CC 92-2804	0.2	0.1
MZC 74-275	0.1	0.1
Misceláneas	3.5	4
Renovación	3.7	3
Total	100	100

Evolución histórica de la adopción de variedades CC 85 -92, CC 01-1940 y CC 93-4418



Observaciones de fábrica

La producción de azúcar y etanol superó los récords alcanzados en 2014:

- **Azúcar:** la producción (incluida el azúcar crudo equivalente de los jugos y mieles destinados a la producción de etanol) superó en 24,014 toneladas lo registrado en el año anterior.

- **Etanol:** la producción representó un 12.3% de incremento con respecto al 2014. Es de anotar que en agosto de 2015 entró en funcionamiento la destilería del ingenio Riopaila Castilla (Planta Riopaila) con capacidad instalada diaria de 400,000 litros.

La mayor producción de azúcar estuvo asociada a un incremento en 0.13 unidades del contenido de sacarosa en caña (%). Se destaca el tercer trimestre con un contenido promedio de sacarosa de 14.02%. Asimismo, en 2015 la molienda fue inferior en 78,159 t frente al valor de 2014.

El promedio ponderado anual de fibra industrial % caña aumentó en 0.1 unidades con respecto al año anterior. Los mayores incrementos de este indicador se registraron en el tercer trimestre del año. Esta situación se explica por el aumento del procesamiento de residuos de cosecha asociados al mayor porcentaje de caña cosechada mecánicamente en verde.

No obstante el incremento en la fibra, las pérdidas de sacarosa en bagazo registraron el menor valor promedio histórico del sector, lo cual se asocia a los cambios tecnológicos y controlabilidad de este proceso. Se resalta la alta estabilidad de la eficiencia en extracción promedio de 96.26% en los últimos tres años.

El incremento promedio de las pérdidas en miel final frente a 2014 estuvo asociado a una mayor producción de este material por tonelada de caña molida, debido al procesamiento de compuestos "no sacarosa". Lo anterior se evidencia en la reducción de la pureza del jugo diluido en 0.2 unidades, que en 2015 llegó a 87.15% en promedio.

Los aumentos en las pérdidas en miel final e indeterminadas condujeron a que la recuperación en fábrica se redujera de 87.52 kg de sacarosa recobrado en azúcar en 2014 a 87.32 kg en 2015. Es importante anotar que el área de caña cosechada mecánicamente pasó de 46% a 51% entre 2014 y 2015, con lo cual aumenta el porcentaje de impurezas que procesan las fábricas y se afectan los procesos entre jugo diluido y azúcar.

Pronóstico de productividad 2016

Condiciones del pronóstico:

- Clima: fenómeno de El Niño hasta mediados de abril - Normal entre mayo y junio - La Niña a partir de julio. (Pronóstico de la NOAA).
- Edad de cosecha: 11.0, 12.5, 13.0 y 13.5 meses.
- Área cosechada por variedad: datos 2015.
- Métodos estadísticos: auto-regresivas las series de TCH y rendimiento comercial.

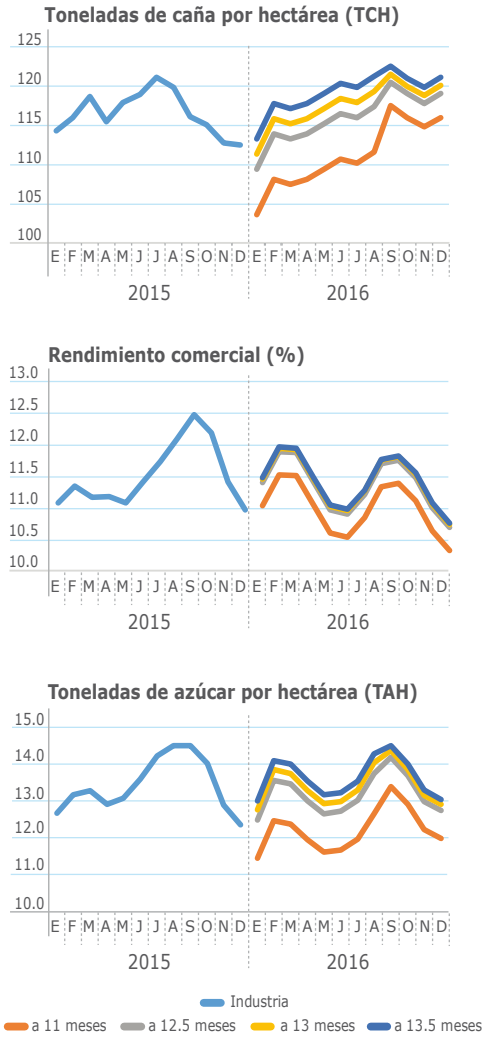
Con base en las condiciones con las cuales se realizó el pronóstico de productividad para 2016 del consolidado ponderado de la industria, se espera una tendencia creciente de las toneladas de caña por hectárea, comportamiento normal cuando se termina un período Niño y comienza un período Niña.Lo anterior no indica que el TCH pudiera superar el del año pasado ya que la edad de cosecha juega un rol importante en la productividad. En ese orden de ideas, si la edad de cosecha disminuye en 2016 la tendencia del TCH podría mantenerse estable a lo largo del año.

Asimismo, el rendimiento comercial presentará sus dos picos de primer y segundo semestre, pero será mayor el del primer semestre de 2016, fenómeno que se ha presentado anteriormente en 1995, 1998, 2003 (se terminó en condición Normal) y 2010, cuando se comenzó el año con condiciones El Niño y se terminó con condiciones La Niña (**Figura 4**).

Es importante anotar que este pronóstico se hace para el consolidado de la industria en todo el valle del río Cauca pudiendo variar cuando se analiza para regiones particulares. Asimismo en las zonas en donde el déficit hídrico causó reducción en la población (número de tallos) es probable que las productividades afecten el pronóstico global del sector.

Finalmente la productividad ponderada de la industria para enero de 2016 con una edad de cosecha promedio de 12.8 meses fue de 109.1 TCH (se pronosticó 109.3 a 12.5 meses) 11.3% de rendimiento comercial (se pronosticó 11.4% a 12.5 meses) y 12.4 TAH (se pronosticó 12.5 a 12.5 meses).

Figura 4.
Tendencia de la productividad para 2016.



Capacitación de proveedores del ingenio Riopaila Castillla en evaluación del daño de los barrenadores de la caña *Diatraea spp*. Abril 29 de 2015.

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.

Cuando tres variedades desarrolladas por Cenicaña representan el 80% del área total dedicada al cultivo de la caña de azúcar en el valle del río Cauca, significa que innovar, a través de los desarrollos tecnológicos del Centro, se ha convertido en un compromiso de la agroindustria para ser más competitiva.

Así se evidencia en el censo de variedades a diciembre 31 de 2015 que, en comparación con 2014, mostró una disminución del área con CC 85-92 (hoy con 44%); la siguen CC 01-1940 (21%) y CC 93-4418 (15%). En el pasado, el porcentaje total correspondía a una sola variedad.

Pero los resultados en productividad de estas nuevas variedades sólo serán una realidad en la medida que los cultivadores realicen un manejo agronómico con enfoque de agricultura específica por sitio (AEPS) y velen por la sanidad de los cultivos mediante el uso de semilla sana y un eficiente control de las plagas.

El programa de Variedades presenta a continuación los principales avances de los procesos de selección de nuevas variedades en 2015 y de los proyectos de investigación en mejoramiento genético a través de métodos como la selección recurrente de sacarosa y la transformación genética; así como los principales desarrollos para controlar plagas como el barrenador del tallo *Diatraea* spp. y diferentes enfermedades, especialmente el raquitismo de la soca, la escaldadura de la hoja y el virus de la hoja amarilla.

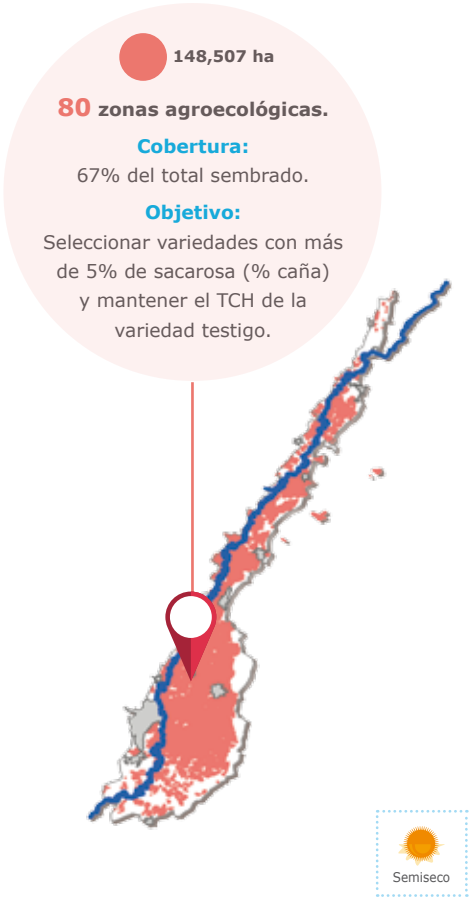
Mejoramiento genético

Proceso de selección de variedades para el valle del río Cauca

Ambiente semiseco:

Estado I, serie 2015: se sembró la plantilla en dos ensayos en la estación experimental San Antonio de los Caballeros de Cenicaña, donde fueron evaluadas 149 familias (25,863 clones) en las zonas agroecológicas 11H1 y 6H1. La plantilla fue evaluada para sacarosa (% caña) y aspecto fenotípico del genotipo.

La media general de las familias fue 14.51% sacarosa (% caña) y 3.18 de aspecto fenotípico (en escala 1-5, donde 1 es bueno). La media de los testigos fue 14.61% y 2.77, respectivamente.



Finalmente se seleccionaron 31 familias que superaron significativamente a los testigos comerciales. La media de la fracción seleccionada fue 16.03% para sacarosa (% caña) y 3.15 para aspecto fenotípico, lo que anticipa que las futuras variedades de esta serie tendrán mayores contenidos de sacarosa.

Prueba regional con variedades de las series 2004, 2006, 2008 y 2009: se sembró la plantilla de las variedades CC 04-195, CC 05-230, CC 06-4, CC 06-81, CC 08-22, CC 09-066, CC 09-235, CC 09-246, CC 09-388, CC 09-702 y los testigos CC 85-92, CC 93-4418 y CC 93-3826 en la hacienda Balsora (ingenio Mayagüez), la hacienda Chamorras (ingenio Riopaila Castilla, planta Castilla Industrial), la hacienda Venecia (ingenio Riopaila Castilla, planta La Paila), la hacienda Ballesteros (ingenio Sancarlos), la hacienda Florencia (ingenio Manuelita) y la hacienda San Fernando Norte (Incauca).

Ambiente húmedo:

Estado II, serie 2012: se evaluaron 214 clones en el ingenio Mayagüez y 72 clones superaron al testigo comercial CC 85-92 en sacarosa (% caña) con valores entre 14.0%-16.7 %.

Estado III, serie 2011: lo conforman 43 materiales que fueron sembrados en Incauca y Mayagüez.

Estado III, series 2008, 2009 y 2010: fue evaluado en dos cortes y seleccionadas las variedades CC 09-830, CC 09-874, CC 10-450, CC 09-822, que en promedio superaron al testigo comercial (CC 85-92) en 3% sacarosa (% caña); 12% en TCH, y 15% en TSH. Las variedades CC 10-195, CC 10-199, CC 10-205, CC 10-332, CC 10-334, CC 10-464, CC 10-469, CC 10-476, CC 10-503 y CC 10-522 fueron iguales al testigo. Estas variedades están en semilleros para ser sembradas en pruebas regionales.

58,528 ha

79 zonas agroecológicas.

Cobertura:
26% del total sembrado.

Objetivo:
Seleccionar variedades con más del 5% de sacarosa (% caña) y 15% más de TCH de la variedad testigo.

Húmedo

Ambiente de piedemonte:

Prueba regional, serie 2003: fue evaluada en las haciendas Piedechinche, Z.A. 22H0 (ingenio Providencia), Lorena, Z.A. 29H0 (ingenio Pichichí) y Alto Miraflores, Z.A. 28H3 (ingenio Incauca).

La zona agroecológica 29H0 fue la de menor producción de caña con 6.4 TCHM y la de mayor producción de sacarosa (% caña) con 15.9% en promedio.

En la zona agroecológica 28H3 se observó la mejor producción de caña con 8.6 TCHM y bajo contenido de sacarosa (% caña) con 13.7%.

La zona agroecológica 22H0 tuvo 14.1% de sacarosa (% caña) y 7.0 TCHM.

En conclusión todas las variedades evaluadas fueron iguales para la producción de sacarosa (% caña) con valores por encima de 13.5%, mientras que sí hubo diferencias para la producción de TCH, observándose pérdidas significativas en los ambientes secos y con texturas gruesas.

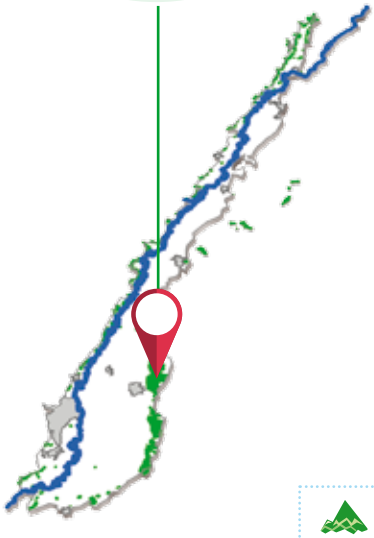
Sobresalieron las variedades CC 03-1004, CC 03-1011, CC 03-1059 y CC 03-1062, que superaron entre 14% y 28% más en TCHM al testigo CC 85-92 (7.5 TCHM). La investigación continuará en las soca para evaluar la estabilidad fenotípica de las variedades.

16,281 ha

131 zonas agroecológicas.

Cobertura:
7% del total sembrado.

Objetivo:
Seleccionar variedades con 15% más de TCH y manteniendo la sacarosa (% caña) de la variedad testigo.



Piedemonte

Evaluación del ciclo dos de selección recurrente para sacarosa

La selección recurrente (SR) 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 2015 continuó el ciclo dos de la investigación con este método en el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), donde se evaluaron 69 familias (21,648 clones). En los experimentos se seleccionaron ocho variedades hembras y seis machos con alta sacarosa (% caña) (16.80%-18.79%) y habilidad de formar mejores híbridos. Estas variedades se incluirán en los grupos élites de cruzamientos para proyectos futuros.

También fueron seleccionadas 28 familias (112 clones) con una media de sacarosa (% caña) de 16.7%, con las cuales se dará inicio a la recombinación del grupo para obtener el ciclo tres de selección y continuar el proceso de acumulación de genes relacionados con la acumulación de azúcar.

Condiciones del experimento:

- Zonas agroecológicas: 18H1.
- Testigos: CC 93-3826, CC 85-92 y MZC 74-275 del ciclo dos de selección recurrente (C2SR) de una población con alto contenido de sacarosa
- Media general de sacarosa (% caña): 15.82%, rango de variación entre 13.16%-18.79%.
- Media de los testigos de sacarosa (% caña). 16.45%.

Análisis de diversidad para selección asistida por marcadores

Para analizar la diversidad del grupo de variedades que hace parte del proyecto de selección asistida por marcadores es importante caracterizar la población por medio del conocimiento de variables fenotípicas relacionadas con la sanidad de la planta, la fenología del cultivo y la química de los jugos.

En general los coeficientes de variación fenotípica fueron bajos, lo que sugiere que la población en estudio es bastante homogénea. Los 39 descriptores utilizados fueron agrupados en cinco variables sintéticas con una probabilidad del 93%.

El análisis de agrupamiento formó cinco grupos de variedades heterogéneos entre sí, cada uno explicado por diferentes descriptores, los cuales junto al estudio de genotipificación permitirá asociar genes con las características evaluadas para aumentar la eficiencia en el desarrollo de nuevas opciones varietales.

Biotecnología

Avances en transformación genética mediada por *Agrobacterium tumefaciens*

Con el objetivo estandarizar la metodología de transformación genética de caña mediante la bacteria *Agrobacterium tumefaciens* se lograron avances en el establecimiento de las condiciones de co-cultivo del callo embriogénico en la variedad CC 01-1940, cepa EHA-105 de *A. tumefaciens* y el proceso de selección con el antibiótico higromicina.

Se estableció la curva de selección con el antibiótico en la fase de proliferación de callo. Este resultado permitirá la selección efectiva de los materiales transformados que continuarán a las siguientes fases: plantas transformadas en el invernadero de bioseguridad y en campo confinado para evaluación fenotípica de caracteres agronómicos.

Evaluación de la transformación genética mediante biobalística

Cenicaña llevó a cabo ensayos de transformación por biobalística con la variedad CC 01-1940 utilizando el fragmento *yls,* que confiere resistencia al virus de la hoja amarilla, al igual que con el gen *hpt,* gen de selección para el antibiótico higromicina.

Inicialmente se bombardearon 1500 callos embriogénicos de caña que pasaron por las diferentes fases de selección, proliferación, regeneración y elongación. Actualmente, las plantas transformadas que sobrevivieron a dicho proceso se encuentran en medio de enraizamiento MSI y posteriormente serán llevadas al invernadero de bioseguridad para la fase de endurecimiento y trasplante a suelo. Finalmente, las plantas serán evaluadas mediante técnicas moleculares como PCR y *Southern blot* para confirmar la inserción del gen de interés y del gen de selección; así como el número de copias de dichos genes.

Nueva fase en el aislamiento y caracterización de genes asociados a estrés hídrico

A partir de los estudios de expresión génica se han seleccionado diez genes de caña de azúcar con potencial para conferir tolerancia al estrés hídrico por déficit o anegamiento.

Con estos resultados en 2015 Cenicaña inició una nueva fase del proyecto en la que la función de cada uno de los genes será confirmada mediante la transformación genética de la planta modelo *Arabidopsis thaliana*. Para ello se logró amplificar y clonar cuatro de los diez genes previamente seleccionados. Estos genes fueron aislados de las variedades CC 93-7711 (con buen desempeño bajo déficit hídrico) y CC 01-1940 (apta para las zonas húmedas), donde previamente mostraron una expresión alta. Cada uno de los genes fue secuenciado lo que permitió confirmar su identidad mediante comparaciones con la base de datos que se está construyendo en el laboratorio de biotecnología de Cenicaña.

Como parte del mismo proyecto la planta A. *thaliana* fue transformada mediante *Agrobacterium tumefaciens* con el gen SodERF, clonado en el vector de transformación pBI121. SodERF no está entre los diez genes previamente seleccionados, pero se decidió realizar inicialmente la transformación con él porque se ha reportado su función asociada a la tolerancia a la sequía (Trujillo *et al*., 2008); por lo tanto servirá como control positivo para los genes de interés.

Se lograron 25 eventos de transformación que presentan una sola copia del transgen SodERF en el genoma de *A. thaliana* y cada uno de estos eventos fue autopolinizado 3 veces. La expresión de SodERF en dichos eventos ha sido además confirmada mediante la tecnología RT-PCR.

También se trabajó en la estandarización de una metodología para evaluar fenotípicamente la función de los genes transformados en la planta modelo. Entre los avances de esta actividad se destaca la evaluación de tres tipos de sustratos para el crecimiento de *A. thaliana* y para la inducción de déficit hídrico, y la selección de uno de éstos para las posteriores evaluaciones fenotípicas.

Implementación de metodologías para estudios de diversidad genética

Recientemente Cenicaña empezó a trabajar con tecnologías de secuenciación de alto rendimiento con el objetivo de identificar marcadores moleculares SNP que permitan estimar la variabilidad genética de los individuos secuenciados y realizar estudios de asociación genotipo-fenotipo GWAS.

Como parte de este proyecto, un total de 220 genotipos de caña de azúcar han sido secuenciados de manera conjunta mediante las tecnologías GBS y RADSeq, que son variaciones de la secuenciación de alto rendimiento. Los resultados obtenidos hasta el momento han permitido concluir que la tecnología RADSeq, comparada con GBS, brinda una

mayor capacidad discriminatoria entre individuos y por lo tanto es una mejor alternativa en estudios de diversidad genética.

Los resultados también sugieren que la tecnología RADSeq es una mejor opción para realizar estudios de asociación GWAS, puesto que permite muestrear una mayor cantidad de regiones del genoma, lo que incrementa la probabilidad de identificar aquellas regiones responsables de la expresión de una característica en particular.

En el desarrollo de los estudios de asociación GWAS se encontraron asociaciones preliminares, estadísticamente significativas, entre marcadores SNP y algunos caracteres fenotípicos relacionados con la producción de azucares, incluido sacarosa. Los resultados son importantes, pero es necesario hacer un proceso de validación para confirmar su utilidad en procesos de mejoramiento genético.

Fitopatología

Manejo sanitario de la caña de azúcar en estado de selección

Como parte del desarrollo de variedades Cenicaña Colombia se realizaron las evaluaciones fitopatológicas de los diferentes estados de selección en los ambientes semiseco, húmedo y piedemonte en 26 experimentos:

- Estado I: 210,577 variedades.
- Estados II: 2050 variedades.
- Estado III y semilleros: 158 variedades y sus semilleros.
- Pruebas regionales y semilleros: 46 variedades.
- Otros proyectos: 584 materiales (líneas endocriadas), 107 genotipos (maduración temprana).

Los porcentajes de resistencia a las cuatro principales enfermedades de importancia económica (roya café, roya naranja, carbón y mosaico) fueron en promedio 84.5%, 62.5%, 66.5%, 91.7%, 86% y 61.7%, para los respectivos estados de selección (I, II, III), pruebas regionales y semilleros y proyectos mencionados anteriormente.

La principal enfermedad encontrada fue roya café, en algunos casos con alta incidencia; y se registraron niveles moderados de roya naranja, carbón y mosaico, que permitieron la selección en los estados I y II, principalmente.

Como parte del proyecto Adopción y Multiplicación se realizó la evaluación fitopatológica a las parcelas satélites de ambiente húmedo en los ingenios Carmelita (hacienda Carmelita, Z.A. 6H2), Riopaila Castilla (Castilla Agrícola, hacienda Pampa Bengala, Z.A. 10H4), y la parcela principal AEPS y convencional en el ingenio La Cabaña (hacienda Cañitas, Z.A. 5H4 y la hacienda Cuprecia, Z.A. 8H4).

Se evaluaron las variedades CC 05-940, CC 05-948, CC 06-791, CC 99-2282, CC 06-783, CC 03-469 y el testigo CC 01-1940. Con excepción de CC 06-783, que fue susceptible a roya café en Incauca y La Cabaña, todas mostraron resistencia a la enfermedad en comparación al testigo comercial más sembrado CC 85-92, que en los experimentos fue susceptible a roya café. Asimismo, con excepción de CC 05-940, que presentó baja incidencia de roya naranja en Riopaila Castilla (Castilla Agrícola) pero en el rango de resistencia, todas las variedades mostraron resistencia a roya naranja.

Impacto del clima en incidencia y severidad de las royas café y naranja

En el 2015 las condiciones de clima fueron predominantemente secas, generando situaciones contrastantes relacionadas con la incidencia y severidad de las royas café y naranja en el valle del río Cauca.

Durante la transición de la temporada de lluvias bajas a la temporada seca de los primeros meses del año se presentaron altos niveles de incidencia de roya café y valores de alta susceptibilidad en las variedades CC 84-75, CC 85-92 y SP 71-6949. Respecto a roya

naranja se presentaron valores entre moderados a bajos en CC 97-7170 y CC 01-746.

Al extenderse la temporada seca, los menores niveles de humedad relativa y las altas temperaturas provocaron una reducción en el inóculo en algunas zonas. Sin embargo, hubo lotes que fueron afectados por déficit hídrico y deficiencias nutricionales y en variedades susceptibles se mantuvieron altos niveles de incidencia de roya café.

La roya naranja aumentó ligeramente en las variedades CC 97-7170, CC 01-746 y RB 72-2223, al igual que la roya café en CC 97-7170, CC 92-2804, CC 01-1228, CC 98-72, CC 03-154, y CC 03-469, manteniéndose en el rango de resistencia.

Se registró la presencia de roya naranja en la variedad RD 75-11, en el municipio de Chitaraque (Santander) en cultivos para producción de panela, y en CC 84-75 de forma agresiva en el proyecto de Riopaila-Castilla (Llanos Orientales, haciendas Majagual y La Conquista).

Estos diagnósticos fueron confirmados morfológica y molecularmente, y se convierten en el primer registro de roya naranja en RD 75-11 para una zona diferente al valle del río cauca, y para la CC 84-75 en toda Colombia, puesto que a ésta última variedad no se le había observado el patógeno en el valle y se mantenía como resistente.

Otros proyectos de investigación

Evaluación de la terapia génica en caña de azúcar

En la búsqueda de otras alternativas para el manejo de las enfermedades de origen bacteriano escaldadura de la hoja y raquitismo de la soca, se explora el potencial controlador de un péptido antimicrobiano conocido como defensina SoD2 derivado de la planta de la espinaca. Para la expresión y producción de la defensina antimicrobiana en el laboratorio, se transformó una cepa de la levadura *Saccharomyces cerevisiae*, que está siendo evaluada. Se trabajó en la adaptación de técnicas de cromatografía líquida de alta eficacia (HPLC-C18) y de electroforesis con el fin de determinar la presencia de la defensina SoD2 en las levaduras transformadas y en sus medios de cultivo, con resultados aún no concluyentes.

De igual forma, Cenicaña continuó con la adaptación y estandarización de la metodología para la evaluación biológica del efecto de la defensina SoD2 sobre una bacteria fitopatógena ya estudiada en otros cultivos, en este caso se utiliza como testigo *Ralstonia solanacearum*.

Determinación de niveles de resistencia a SCYLV mediante PCR en tiempo real

Como parte del proyecto a través del cual se busca desarrollar una metodología para la estimación de la resistencia al virus de la hoja amarilla (SCYLV) en variedades de caña de azúcar mediante PCR en tiempo real (RT-qPCR), se avanzó en la determinación de la carga viral o título del virus a través del tiempo en plantas infectadas.

Preliminarmente se determinó el límite de detección en cerca de 6.5 copias del genoma del virus SCYLV (valor mínimo hasta donde se obtuvo una reacción positiva), y el límite de cuantificación en 658 copias (hasta donde se puede amplificar consistentemente y con soporte estadístico en varios ensayos).

Además, se halló un efecto de aproximadamente 2 a 3 ciclos adicionales al realizar la dilución del ARN transcrito del fragmento del virus en ARN total de una planta sana respecto a la dilución en agua pura libre de enzimas degradadoras del ARN (ARNasas). Esta respuesta tardía se debe probablemente a la presencia de inhibidores en la muestra que contiene el ARN total de la planta.

Algunos resultados parciales indican que todas las yemas obtenidas a partir de una semilla asexual (trozo o yema de caña) diagnosticada como positiva son positivas al virus en al menos los cuatro ciclos vegetativos sucesivos evaluados.

De igual forma, la técnica de diagnóstico por RT-qPCR detectó el virus en plantas entre los 2-3 meses de edad, lo que demuestra su alta sensibilidad y la posibilidad de realizar un diagnóstico desde edades tempranas. También se observó que SCYLV es un patógeno de comportamiento variable, que presenta diferencias en su carga viral entre variedades, etapas de desarrollo y entre los tallos al interior de cada cepa.

Es de resaltar que las cepas evaluadas y las plantas obtenidas de yemas individuales después de tres ciclos fueron generadas de plantas que desarrollaron aproximadamente diez tallos (dependiendo de la variedad), todos positivos al virus. Lo anterior confirma la importancia del establecimiento y uso de semilleros de alta calidad genética, fisiológica y sanitaria, para evitar de diseminación y dispersión masiva del virus.

Entomología

Estudios sobre distribución de las especies de *Diatraea* y acción de los enemigos naturales

Hasta 2013 se consideraba que las especies de *Diatraea* presentes en el valle del río Cauca correspondían a *D. saccharalis y D. indigenella.* A partir de ese año se reportó el hallazgo de dos nuevas especies (*D. tabernella y D. busckella*), a las que se ha asociado el incremento del daño por la plaga en las zonas norte y centro de la región.

Cenicaña trabajó en determinar la distribución de *D. tabernella* y *D. busckella,* identificar las áreas de mayor incidencia y la acción de los enemigos naturales que atacan el estado de larva, con los siguientes resultados:

- Las poblaciones de *D. tabernella* y *D. busckella* no están restringidas a los sitios originales de detección y empiezan a desplazarse hacia la zona centro, en el caso de *D. tabernella*, y hacia las zonas sur y norte, en el caso de *D. busckella* (**Figura 5**).
- En la zona sur se mantuvo registro de altas poblaciones de *D. saccharalis* las cuales interactúan con *D. indigenella*. Se conoce que estas especies presentan alternancia entre sus poblaciones: *D. saccharalis* predomina en los primeros seis meses del cultivo, mientras que *D. indigenella* lo hace en las etapas finales **(Figura 5)**.
- Los enemigos naturales con mayor acción fueron las moscas taquínidas *Lydella minense* y *Genea jaynesi*, y en menor grado la mosca *Billaea claripalpis, que* está restringida a la zona sur, y la avispita *Cotesia flavipes*:
- *L. minense* alcanzó niveles hasta de 40% de parasitismo en *D. saccharalis,* y hasta 28% de parasitismo en *D. busckella*,
- *G. jaynesi* estuvo en las tres zonas y aunque no se libera de forma comercial (se encuentra naturalmente), ejerce un buen nivel de control biológico sobre todas las especies de *Diatraea*.
- *Billaea claripalpis* sólo se encontró en la zona sur, causando 20% de parasitismo sobre *D. saccharalis* y 5% sobre *D. indigenella.*
- Un hallazgo importante consistió en la detección de poblaciones establecidas de *Cotesia flavipes,* producto de trabajos de liberaciones en la zona norte. Estas poblaciones en la zona norte han causado 15% de parasitismo sobre *D. tabernella* y 13% de parasitismo sobre *D. busckella*. Por su parte, en la zona centro se encontró 2% de parasitismo de *C. flavipes* sobre *D. busckella* **(Figura 5).**
- De acuerdo con lo anterior, es necesario incorporar en los programas de control biológico opciones adicionales como la avispita *Cotesia flavipes* y trabajar en la recuperación del taquínido *Billaea claripalpis*, cuya presencia en el campo es limitada.

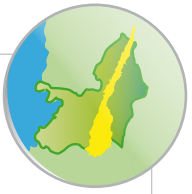
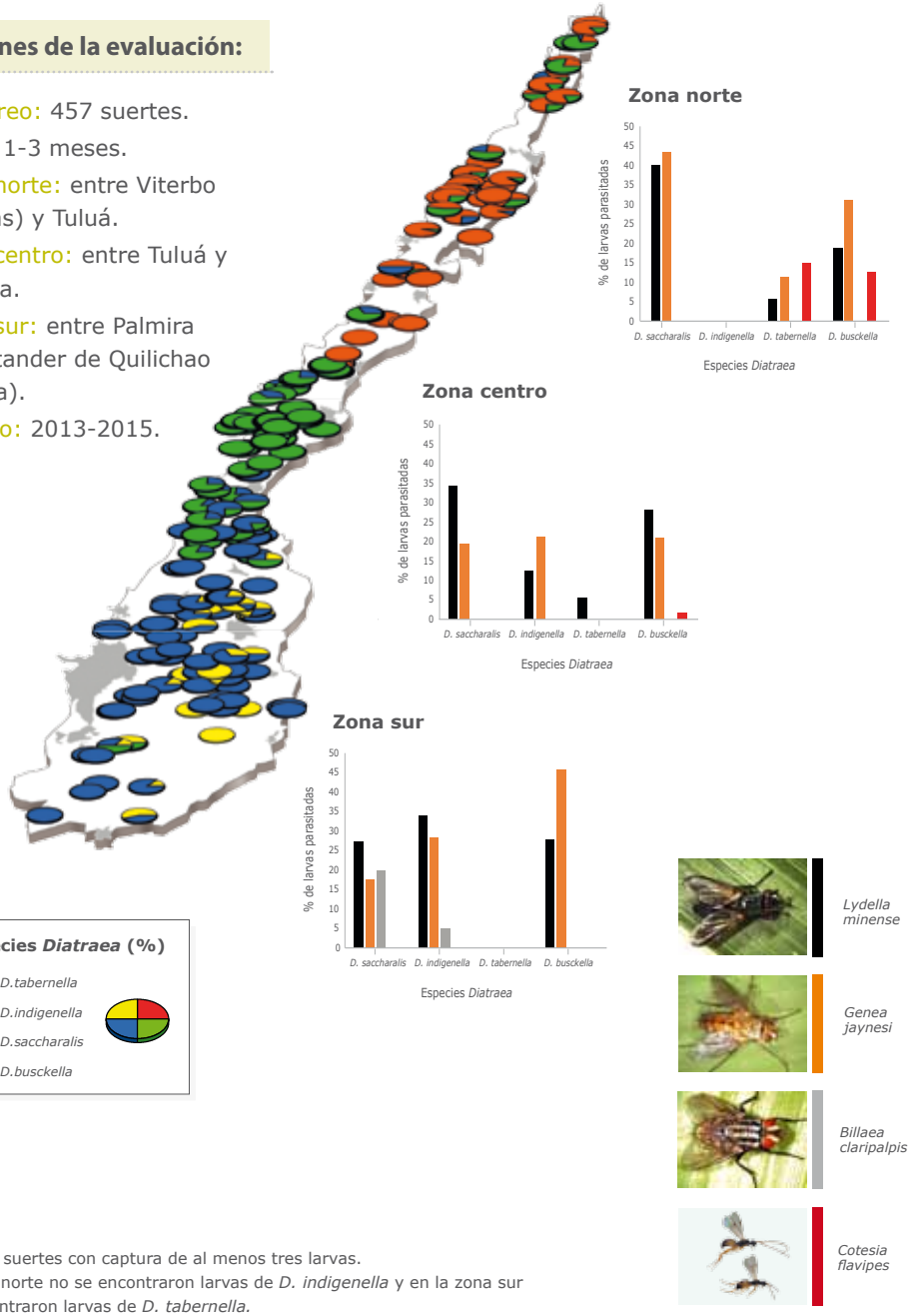


Figura 5.
Distribución espacial de la representación porcentual de diferentes especies de *Diatraea* entre 2014-2015 y porcentajes de parasitismo con distintos enemigos naturales.

Condiciones de la evaluación:

- Muestreo: 457 suertes.
- Edad: 1-3 meses.
- Zona norte: entre Viterbo (Caldas) y Tuluá.
- Zona centro: entre Tuluá y Palmira.
- Zona sur: entre Palmira y Santander de Quilichao (Cauca).
- Periodo: 2013-2015.



- Se ilustran suertes con captura de al menos tres larvas.
- En la zona norte no se encontraron larvas de *D. indigenella* y en la zona sur no se encontraron larvas de *D. tabernella.*

Evaluación demostró eficiencia biológica de *Cotesia flavipes* en diferentes especies de *Diatraea*

Una evaluación de variables biológicas demostró que el parasitoide *Cotesia flavipes,* en condiciones de laboratorio, es un controlador potencial de todas las especies de *Diatraea* presentes en el valle del río Cauca:

- Alto parasitismo en todas las especies, con niveles que fluctuaron entre 68% (*D. busckella*) y el 92% (*D. indigenella*).
- El parasitismo fue mayor en *D. indigenella* que en *D. busckella* y *D. tabernella* y no presentó diferencias entre *D. indigenella* y *D. saccharalis*.

Lo anterior evidencia una condición favorable de todas las especies de *Diatraea* como hospedantes del parasitoide (especialmente de *D. indigenella*) y constituye evidencia adicional de la plasticidad en la receptividad de hospedantes de *C. flavipes,* puesto que este parasitoide y *D. indigenella* no tienen historia evolutiva en común y su interacción sólo ha sido producto de los trabajos recientes de Cenicaña.

Estudios sobre efecto del parasitismo de *Cotesia flavipes* sobre *Diatraea tabernella*

En campos con alta infestación de *Diatraea tabernella* en el norte del valle del río Cauca se estudió el efecto de las liberaciones del parasitoide *Cotesia flavipes,* con los siguientes resultados:

- El parasitismo por *C. flavipes* fluctuó entre 4% (parcelas sin liberación) y 61% (parcelas con liberaciones).
- A pesar de que los parasitismos obtenidos en campo fueron altos en las parcelas liberadas, no se pudo detectar una relación negativa entre las liberaciones de *Cotesia* y los parasitismos naturales por el taquínido *Lydella minense*, cuyos niveles de parasitismo fluctuaron entre el 7% y el16%.
- Los niveles de parasitismo se vieron reflejados en la reducción del ataque por la plaga, puesto que el porcentaje de entrenudos barrenados por los barrenadores, hacia los seis meses de edad de la caña, fue 65% superior en las parcelas testigo con relación a las parcelas liberadas con *C. flavipes*. El potencial como controlador biológico de *C. flavipes* se evidenció en los altos niveles de parasitismo sobre larvas de *D. tabernella* y en la reducción del daño por los barrenadores. Por lo anterior se considera que el uso de *C. flavipes* debe formar parte de la estructuración de los sistemas de manejo de plagas en el cultivo de la caña.

Servicios de laboratorios

Servicio de inspección fitopatológica

- **13 inspecciones a los ingenios:**
  La Cabaña, Manuelita, Mayagüez, Providencia, Pichichí, Riopaila Castilla (Riopaila), Risaralda y Sancarlos.
- 34 haciendas inspeccionadas, correspondientes a 344 hectáreas con cultivos en edades entre 2 y 11 meses y 0 y 12 cortes.
- **Variedades evaluadas:**
  CC 85-92, CC 98-72, CC 01-746, CC 93-4418, CC 01-1940 y SP 71-6949.

Como resultado de estas inspecciones se encontró alta incidencia de roya café en las variedades CC 85-92 y SP 71-6949, calificándolas como susceptibles, y en menor incidencia en CC 98-72.

También se halló baja incidencia de roya naranja en CC 01-746 y no se presentó mosaico ni carbón en los lotes evaluados. Las variedades CC 93-4418 y CC 01-1940 mostraron resistencia a estas enfermedades.

Se registraron, además, otras anomalías como: estrés por aplicación de herbicidas, amarilleamiento por aplicación de abono orgánico no compostado y deficiencias nutricionales asociadas, posiblemente, a la falta de agua. Se encontraron enfermedades como cogollo retorcido y mancha de anillo sin mayor importancia, un lote con altos niveles de escaldadura de la hoja en CC 01-746, daños por descargas eléctricas, pulgón amarillo (*Sipha flava*) y mezclas con otras variedades.

Servicio de multiplicación y propagación de variedades

- 47 solicitudes por parte de ingenios, proveedores y entidades en convenio, entre otras.
- **803,325 plantas solicitadas:**
  — 402,117 entregadas
  — 401,208 pendientes de entrega:

Ingenio La Cabaña (59,000 plantas)

Fedepanela (78,640)

Productores de panela en Caldas (13,300)

Ingenio Carmelita (14,400).

Proyecto Semilleros Libres de Patógenos (PSLP) (235,868). Como parte de este proyecto se entregaron plantas a los ingenios Mayagüez (11,983 plantas), Carmelita (2591), Riopaila industrial (11,227), Castilla industrial (3331), Manuelita (12,700), La Cabaña (7900), y Providencia (11,445 plantas).

Entre las variedades más solicitadas y producidas están: CC 93-4418, CC 01-1940, CC 98-72, CC 01-746, CC 91-1606, CC 84-75, CC 85-92, CC 97-7170, CC 93-3826, CC 01-1228, CC 93-7711, CC 93-4181, CC 99-2282 y CC 00-3771.

Los promedios de germinación de yemas individuales por variedades dependen de factores genéticos, fisiológicos, ambientales y de manejo, lo que provoca una alta variabilidad en los porcentajes para más de 30 variedades que se multiplican en el Servicio. De septiembre a diciembre de 2014 el promedio de germinación por variedad fue 51.2%, mientras que de enero a diciembre de 2015 fue 64%.

Las variedades con germinación mayor o igual al 70% fueron CC 84-75, CC 98-72, CC 92-2804, CC 93-744, CC 93-7510, CC 93-3826, CC 99-2282, CC 91-1606, CC 03-469, CC 92-2804 y CC 00-3079. La variedad con más baja germinación fue CC 00-3257 con 33%. Se realizan experimentos para conocer las causas de esta variación y aumentar el porcentaje de germinación de acuerdo con cada variedad. Los promedios de sobrevivencia mensual de plantas en terrazas permanecieron por encima del 80%, dentro del rango de gestión alta (la meta es 70%).

Entre 2004 y 2015 el Servicio de Multiplicación y Propagación de Variedades entregó a ingenios, proveedores y entidades en convenio aproximadamente 5.5 millones de plantas de diferentes variedades de caña de azúcar, con las cuales se estima se han sembrado cerca de 700 hectáreas de semilleros básicos.

Servicio de diagnóstico de enfermedades

- 11,655 análisis de diagnóstico de enfermedades (64.4% de donantes y 35.6% para investigación en Cenicaña).
- 93.3% de los análisis correspondió al diagnóstico rutinario de las enfermedades del raquitismo de la soca (RSD), la escaldadura de la hoja (LSD) y el virus de la hoja amarilla (SCYLV); y 6.7%, a virus del mosaico (SCMV) y virus baciliforme (SCBV). Durante 2015 hubo un incremento de 317% respecto al 2009; 177%, respecto a 2011; y 37.9%, respecto a 2014. 2015 es, hasta ahora, el año con más análisis en los 30 años de historia del Servicio.

Diagnóstico de RSD y LSD

- RSD: 2502 análisis
- LSD: 2506 análisis.
- En los lotes comerciales la incidencia promedio ponderado por área para RSD y LSD fue de 0.7% y 0.4%, respectivamente; en lotes semilleros la incidencia promedio ponderado fue de 1.2% para RSD y 0.1% para LSD.
- Se observó un incremento considerable en la incidencia de RSD: de 0.1% en 2014 a 1% en 2015. En el caso de LSD se mantienen los promedios estables en 0.2%.
- La variedad más evaluada fue CC 01-1940 con incidencia promedio para RSD y LSD de 1.15% y 0.13% en lotes comerciales y 1.9% y 0.1% en lotes semilleros, respectivamente. La segunda variedad más evaluada fue CC 93-4418 con 0.09% de incidencia de LSD en lotes semilleros y sin RSD. Se observó un incremento acelerado del porcentaje de incidencia promedio de RSD (0.3% en 2014 a 1.6% en 2015), el cual se debe principalmente a la presencia de la enfermedad en CC 01-1940.

Un análisis de las variedades con muestras que sólo resultaron positivas para RSD durante 2014 y 2015 mostró un incremento en la variedad CC 01-1940 (7.1% incidencia promedio en 2014 a 15.5% en 2015). Claramente fue la variedad más analizada y sembrada este año, con 459 muestras de lotes comerciales y 773 de semilleros, con un total 133 resultados positivos (**Cuadro 7**).

Esta incidencia promedio corresponde al análisis total de cada una de las 20 hojas de plantas que componen una muestra individual del lote evaluado. Es de destacar que desde 1996 se había mantenido esta enfermedad por debajo del umbral del 1%, excepto en 2001 cuando alcanzó 1.1% de incidencia promedio.

Los resultados son preocupantes y revelan que no se siguen las recomendaciones para el manejo de semilleros, diagnóstico en laboratorio, tratamiento térmico y desinfestación de herramientas de cosecha y de corte para la siembra de nuevos lotes.

También se detectaron lotes semilleros con incidencias de RSD hasta un 75% y para LSD de hasta 30% de plantas infectadas en la muestra.

Cuadro 7.

Incidencia promedio de raquitismo de la soca (RSD) de las principales variedades recibidas en el servicio, correspondiente a muestras positivas. 2014-2015.

Variedad	2014		2015	
	Análisis positivos para RSD (totales)	% RSD	Análisis positivos para RSD (totales)	% RSD
CC 01-1940	32	7.1	133	15.5
CC 01-678	0	0	1	5.0
CC 05-940	0	0	1	5.3
CC 85-92	9	7.4	2	5.2
CC 97-7170[1]	1	10.0	4	8.8
CC 01-746[1]	1	5.0	2	12.4
CC 10-450[1]	0	0	1	25.0
CC 03-469	0	0	4	5.0
CC 92-2804	0	0	1	5.0
CC 93-7510	0	0	1	30.0
RB 73-2223	0	0	1	15.0
CC 92-2198[1]	1	5.0	0	0
CC 84-75[1]	1	5.0	0	0
CC 93-4418[1]	1	5.0	0	0

1. Sólo resultó una muestra positiva para RSD.

Diagnóstico de SCYLV

- 2493 análisis realizados, de los cuales 1027 fueron positivos para la presencia del virus (41.2% de prevalencia). La prevalencia es el porcentaje de muestras positivas respecto al total de muestras analizado en un determinado tiempo (año).
- La prevalencia se mantuvo estable pero alta durante el 2015, puesto que un análisis parcial hasta junio indicó que estaba en 40.4%. Se resalta el incremento respecto al 2014 cuando estaba en 22.7%.
- Los valores para el 2015 son los más altos registrados para SCYLV en los 15 años en los que se ha venido analizando este virus en el valle del río Cauca (**Figura 6**).

Con base en la información suministrada por los solicitantes del servicio (ingenios y proveedores), se analizaron para SCYLV muestras que representan aproximadamente 6100 hectáreas. Todas las variedades, tanto nuevas como tradicionales están siendo infectadas con SCYLV, con mayor prevalencia para RB 73-2223 (78.9%), SP 71-6949 (75.9%) y CC 01-1940 (55.4%), entre otras. Esta última fue la más analizada y la más sembrada en el 2015 con 679 positivos de las 1226 muestras evaluadas.

Además, se registraron casos contrastantes, pues mientras hubo usuarios con 84% de sus áreas sanas, hubo otros con 86% de las áreas enfermas con SCYLV, e incluso con 100% de los semilleros de algunas de las variedades infectados.

En promedio, del total de 6208 hectáreas analizadas en el 2015, los ingenios y proveedores tienen 2492 hectáreas infectadas con SCYLV (41% de las áreas evaluadas), 391 hectáreas aparecen con infección por RSD y otras 162, con LSD, que no deben usarse como fuentes de semilla para el establecimiento de nuevos cultivos semilleros o comerciales.

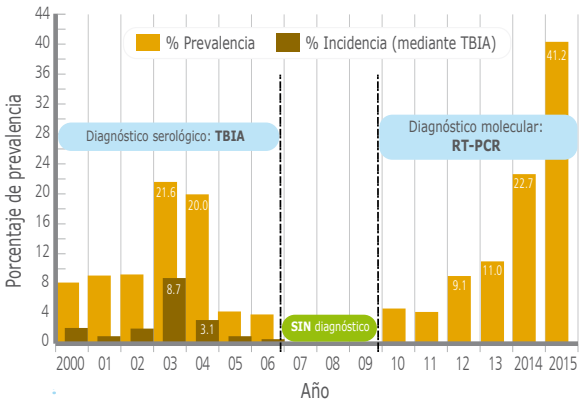


Figura 6.

Incidencia y prevalencia de SCYLV mediante TBIA y RT-PCR, a partir de las muestras provenientes de las solicitudes externas del Servicio de Diagnóstico de Enfermedades. 2000-2015.

Proveedores del ingenio Manuelita durante una práctica de diseño a escala de sistema de riego con caudal reducido. Marzo 19 de 2015.

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.

La sostenibilidad, como uno de los pilares de la planeación estratégica de Cenicaña, es transversal a toda la gestión institucional y, por supuesto, todos los programas y servicios trabajan en esa dirección en sus proyectos de investigación e iniciativas.

No obstante, el programa de Agronomía tiene un compromiso casi natural con la agricultura sostenible, lo cual fue evidente en el transcurso de 2015.

Además de avanzar en las investigaciones y estudios que conducen al conocimiento de la caña de azúcar para un mejor manejo ambiental de labores como el riego, la fertilización y la maduración del cultivo como se presenta a continuación, durante este año el programa desarrolló y concluyó proyectos de impacto para la agroindustria y la agricultura en general:

El Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR), el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) y Cenicaña unieron esfuerzos por una mejor adaptación de los sectores productivos a la variabilidad y al cambio climático. En el marco de este convenio, se elaboró para el sector azucarero del valle del río Cauca una proyección climática para el primer semestre de 2016 y se desarrollaron modelos dinámicos para pronosticar el comportamiento de diferentes variables climatológicas.

También como parte de un convenio con la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca (CVC) se desarrolló e implementó una red automática de monitoreo de suelos en el departamento a través de la cual la entidad estatal planea contar con sistemas de alertas sobre posibles situaciones de contaminación en el suelo y el agua.

Además, como resultado de más de treinta años de investigación Cenicaña presentó el libro: *Manejo eficiente del riego en el cultivo de la caña de azúcar en el valle geográfico del río Cauca* (ver página 84).

Manejo de aguas

Determinación de la evapotranspiración real de la caña de azúcar

En un experimento ubicado en la Estación Experimental de Cenicaña se determinó la evapotranspiración real (ETc) de la caña de azúcar durante un ciclo de producción (plantilla), mediante el uso de tres lisímetros de pesaje (2.4 m^2 cada uno) en un área de 0.42 ha.

El cálculo de la evapotranspiración es clave para conocer el consumo de agua de la planta en diferentes etapas de desarrollo y de esta manera ser más preciso en el balance hídrico y mejorar la gestión del riego en el cultivo.

Los análisis realizados permitieron determinar que la evapotranspiración real fluctuó entre 0.85-10.78 mm/día, con un valor medio de 5.35 mm/día.

Los mayores valores se presentaron entre los 120-240 días después de la siembra (DDS) con un pico máximo a los 150 DDS. Este valor coincide con las máximas tasas de acumulación de biomasa de la caña (**Figura 7**).

Condiciones del experimento:

- Variedad: CC 93-4418.
- Ciclo de producción: plantilla.
- Zona agroecológica: 11H1.
- Suelo: Palmira.

Evaluación de los efectos de diferentes sistemas de riego en la producción

Para evaluar los efectos en la producción de diferentes sistemas de riego por surcos (convencional con politubulares [RC] y caudal reducido [RCR]) se analizó la producción y consumo de agua de un cultivo de caña durante tres cortes.

Los resultados no mostraron diferencias significativas en la producción con ninguno de los sistemas utilizados, a excepción del caso en donde no se realizó riego. Por lo tanto, el experimento reafirmó que los métodos estudiados y promovidos por Cenicaña son una alternativa para áreas con limitaciones de agua o cuando la situación climática afecta la disponibilidad del recurso (**Figura 8**).

Condiciones del experimento:

- Variedad: CC01-1228.
- Ciclo de producción: plantilla, primera soca y segunda soca.
- Zona agroecológica: 11H0.
- Suelo: Manuelita.

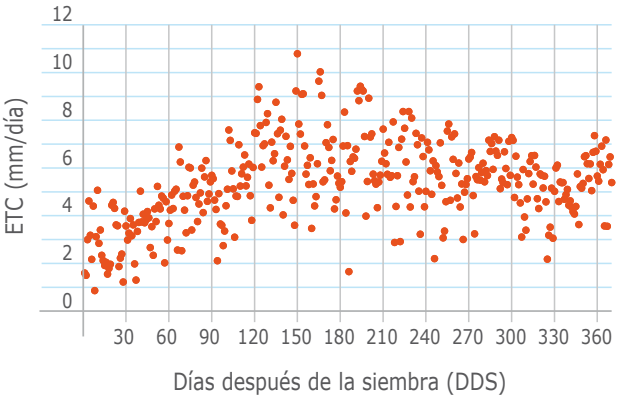
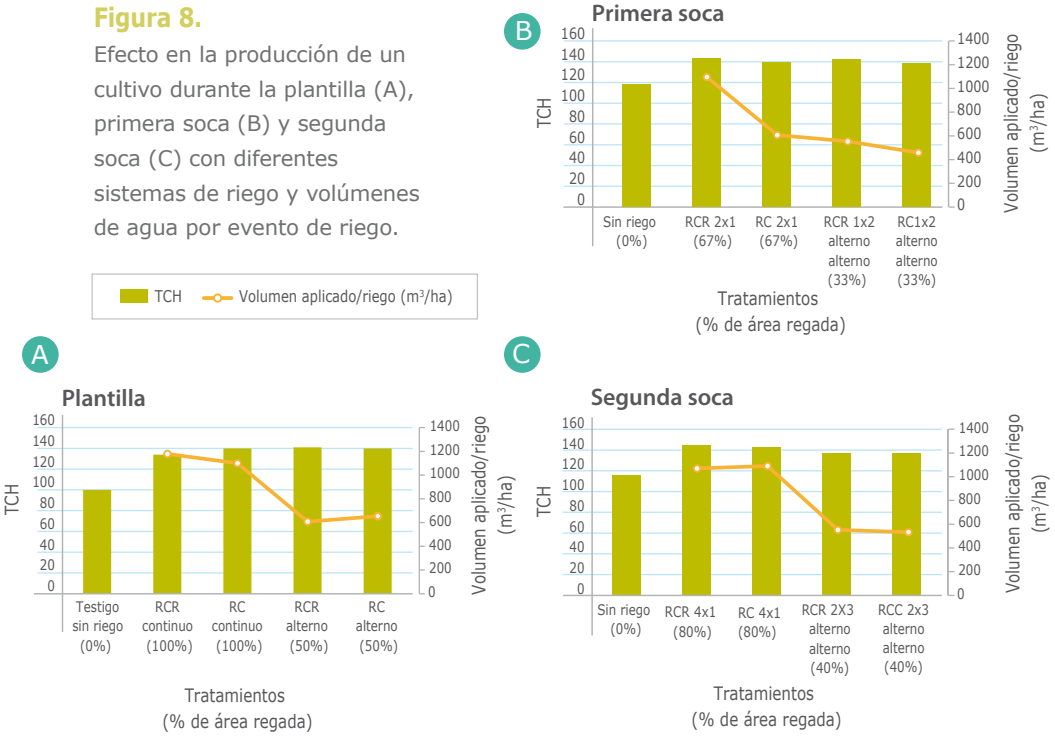


Figura 7.
Evapotranspiración real del cultivo de caña de azúcar.

Figura 8.
Efecto en la producción de un cultivo durante la plantilla (A), primera soca (B) y segunda soca (C) con diferentes sistemas de riego y volúmenes de agua por evento de riego.



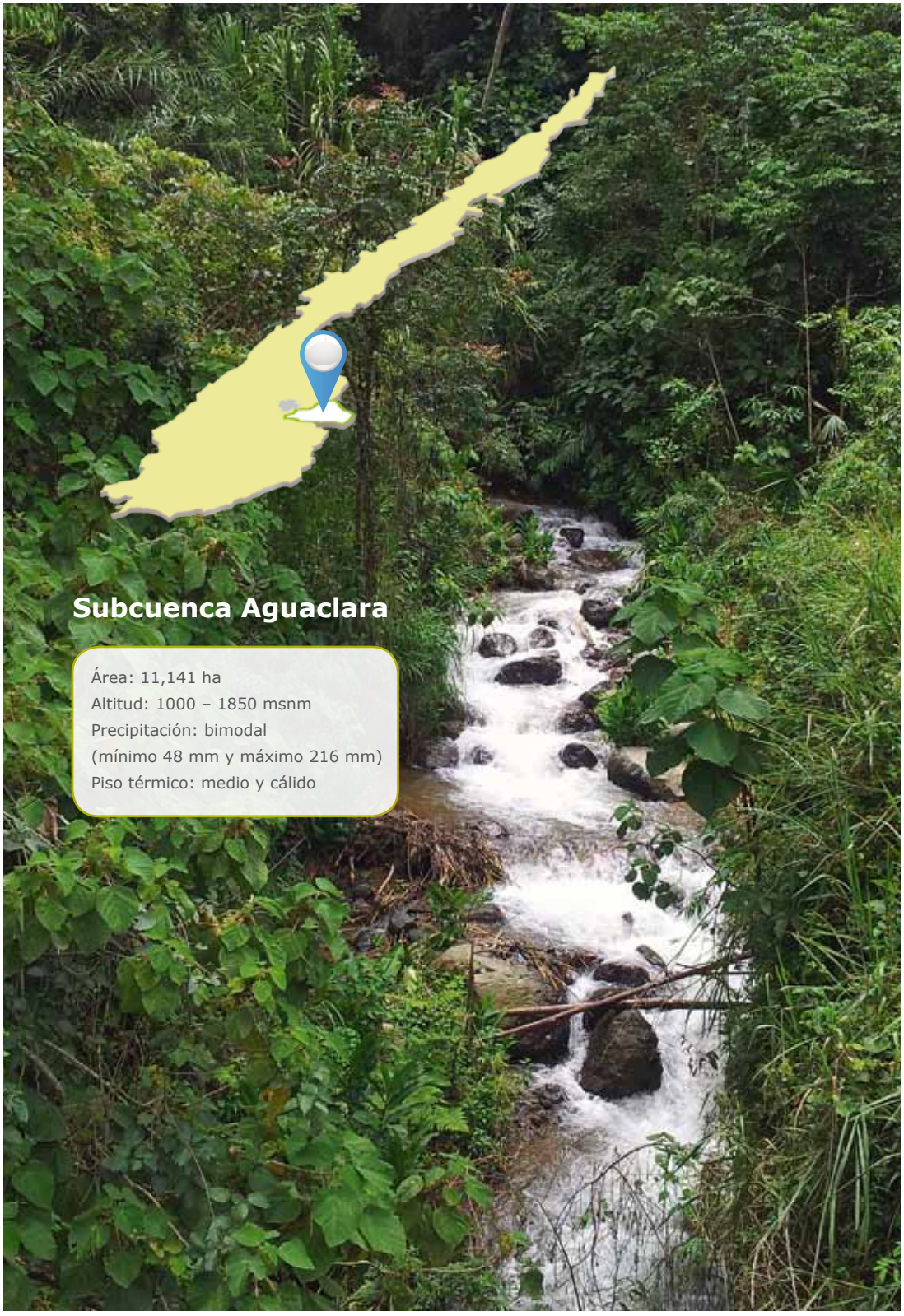
Resultados del monitoreo hidrológico a cuencas intervenidas por el Fondo Agua por la Vida y la Sostenibilidad

Las acciones de conservación ejecutadas por el Fondo Agua por la Vida y la Sostenibilidad (FAVPS) empezaron a mostrar un impacto en el caudal y sedimentos de la microcuenca La Vega, subcuenca Aguaclara, en jurisdicción del municipio de Palmira, de acuerdo con los primeros resultados del monitoreo hidrológico realizado por Cenicaña, con el apoyo de The Nature Conservancy (TNC) y Natural Capital Proyect (NTC), de la Universidad de Stanford.

Los registro del monitoreo muestran una tendencia a la disminución de la velocidad del agua o al escurrimiento superficial en temporada de altas precipitaciones y una mejora en la infiltración favoreciendo la recarga de agua en el suelo y la reducción de los picos de caudal máximo.

Estos primeros datos del monitoreo se producen un año y medio después de que en el área se realizaran aislamientos (15 km) e implementado sistemas silvopastoriles (9 ha) y agroforestales (banano y aguacate en 12 ha). Los proyectos de intervención auspiciados por FAVPS en esta microcuenca empezaron en marzo de 2014 en el 60% de la superficie.

Según los registros del monitoreo, a marzo de 2015 (un año después de las intervenciones) el caudal máximo registrado fue de 0.065 m^3/s a diferencia de 0.13 m^3/s en marzo de 2014 (sin acción antrópica) y las pérdidas de suelo pasaron de 20.5 t/ha-año a 12.9 t/ha-año. La literatura reporta que en condiciones normales (sin intervención antrópica) una cuenca pierde aproximadamente 1 t/ha-año. Las precipitaciones en los dos años fueron similares: 272 y 275 mm, respectivamente.



Subcuenca Aguaclara

Área: 11,141 ha
Altitud: 1000 – 1850 msnm
Precipitación: bimodal
(mínimo 48 mm y máximo 216 mm)
Piso térmico: medio y cálido

Nutrición y fertilización

Continúa evaluación de abonos verdes como sustitutos de nitrógeno

Con el objetivo de evaluar los efectos a mediano y largo plazo de los abonos verdes sobre la productividad del cultivo y en las propiedades físicas y químicas del suelo, Cenicaña continuó una serie de experimentos en diferentes zonas agroecológicas utilizando fríjol caupí en los entresurcos de la caña.

Los resultados de la cosecha de la tercera soca consecutiva y su comparación con tratamientos convencionales de fertilización con urea sugieren que dosis altas de N garantizan una mayor cantidad de caña (TCH), pero la producción de azúcar (TAH) es igual que con los tratamientos que utilizan menos urea. Además, los efectos del abono verde son notorios después del cuarto corte.

Con los resultados de este experimento se deduce que en el sitio de evaluación se podría haber reducido la dosis de N de 6 a 2 bultos de urea por hectárea, sin afectar la productividad en términos de TAH **(Figura 9).**

Condiciones del experimento:

- Variedad: CC 85-92.
- Ciclo de producción: plantilla y tres socas.
- Zona agroecológica: 10H3.
- Suelo: Corintias.

Estudios para determinar la tasa de absorción de nutrientes de la caña

Cenicaña continúo los estudios para determinar la cantidad de nutrientes acumulados en el cultivo, cómo es su forma de absorción a lo largo del tiempo y su relación con determinada productividad. Los principales resultados fueron los siguientes:

- La absorción de N y K es creciente hasta los 8 meses después de emergencia. Posteriormente, las tasas de acumulación disminuyen de manera considerable, lo que indica una reducción en la tasa de absorción y una elevada tasa de removilización en los elementos móviles (N, P, K, Mg) desde las hojas senescentes hacia las hojas nuevas.
- K es el nutriente más absorbido por el cultivo con tasas que varían entre 2.3-3.3 kg/t de caña producida según la variedad.
- N ocupa el segundo lugar en tasa de acumulación con valores entre 1.2-1.7 kg/t de caña producida.
- La época de máxima acumulación de K está localizada entre los 4-5 meses, con tasas que pueden alcanzar valores de 100-120 kg/ha-mes.
- N presenta máximas acumulaciones alrededor de los 4 meses con valores de 50 kg/ha-mes (**Figura 10).**

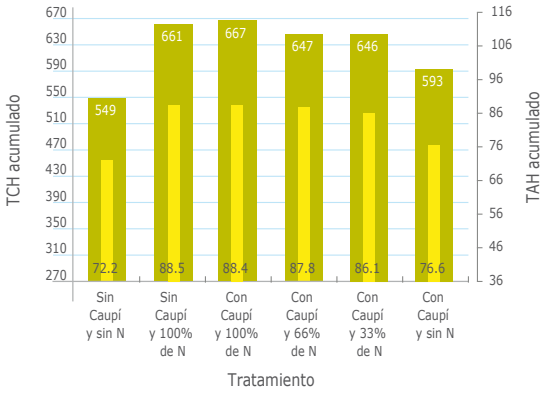
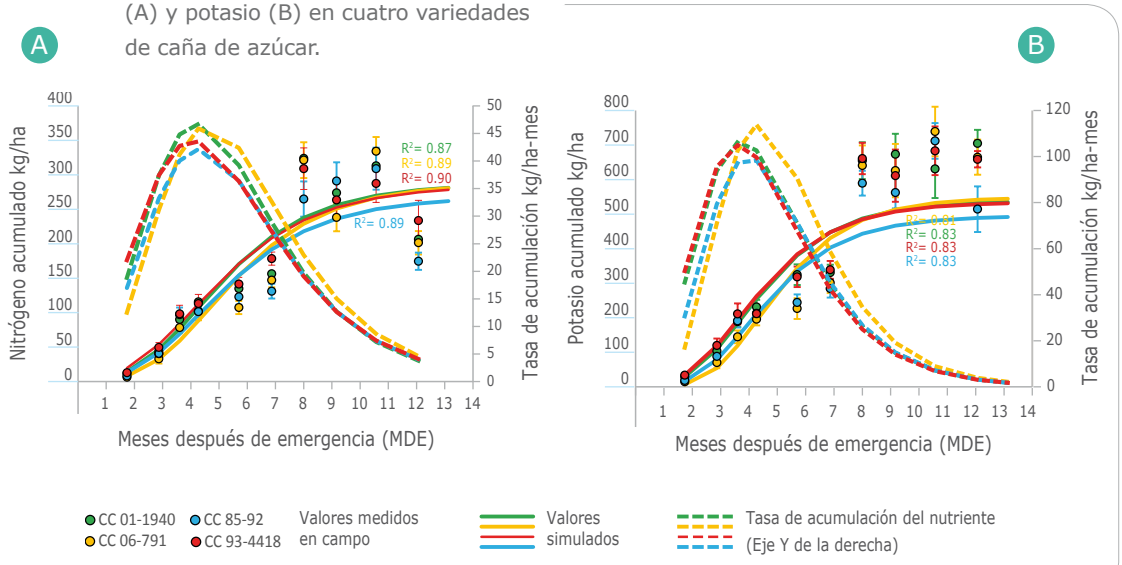


Figura 9.
Productividad acumulada (TCH y TAH) con seis diferentes tratamientos de fertilización.

Estos resultados son fundamentales para un afinamiento de las labores de fertilización porque permite conocer la dinámica de acumulación de los nutrientes requeridos por el cultivo a través de su ciclo vegetativo.

Figura 10.
Dinámica de acumulación de nitrógeno (A) y potasio (B) en cuatro variedades de caña de azúcar.



Condiciones del experimento:

- Variedades: CC 01–940, CC 06-971, CC 85-92 y CC 93-4418.
- Ciclo de producción: plantilla.
- Zona agroecológica: 11H1 – 23H1.
- Suelo: Palmeras y Refugio.

Fisiología

Avances en la caracterización ecofisiológica del cultivo

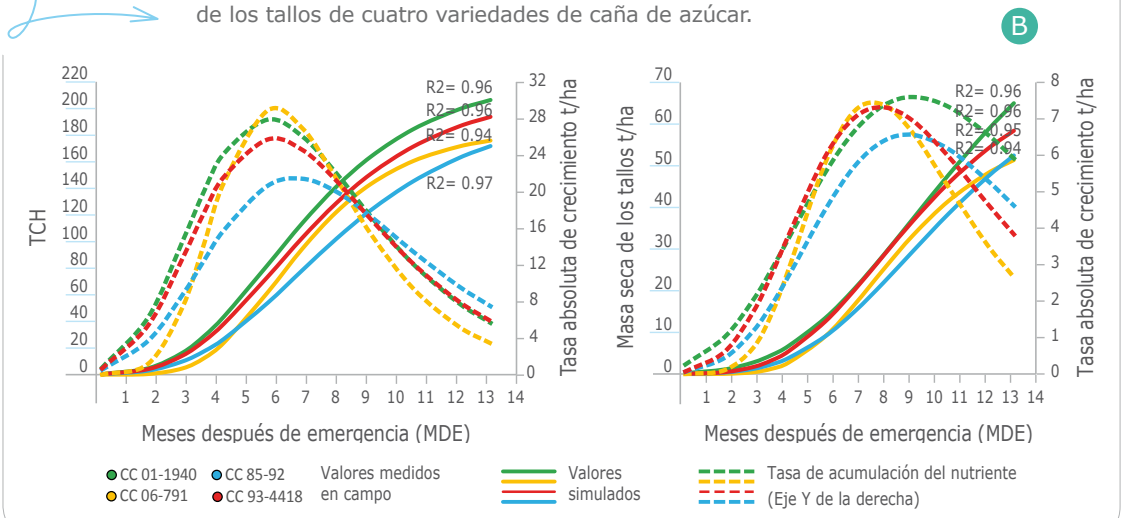
Con el propósito de maximizar el potencial de las nuevas variedades a partir de un mayor conocimiento de su fisiología, Cenicaña avanza en la caracterización del crecimiento de la caña medido en masa seca y fresca. Los estudios realizados revelaron lo siguiente:

- La variedad con mayor capacidad de acumulación de masa seca en los tallos (fibra, azucares y nutrientes minerales) es CC 01-1940 (65 t/ha), seguida por CC 93-4418 (58 t/ha), CC 85-92 (51 t/ha) y CC 06-791 (51 t/ha).
- Respecto a la producción de masa fresca de los tallos (TCH) las variedades CC 01-1940 y CC 93-4418 presentaron el mejor comportamiento con valores cercanos a 200 y 190 TCH, respectivamente.
- La época crítica de acumulación de masa seca se da entre los 6.5–8.5 meses después de emergencia, mientras que la acumulación máxima de masa fresca ocurre entre los 5.5–7.0 meses después de emergencia **(Figura 11)**.

Condiciones del experimento:

- Variedades: CC 01-1940, CC 93-4418, CC 85-92 y CC 06-791.
- Ciclo de producción: plantilla.
- Zona agroecológica: 11H1 – 23H1.
- Suelo: Palmeras y Refugio.

Figura 11.
Dinámica de acumulación de masa seca (A) y fresca (B) de los tallos de cuatro variedades de caña de azúcar.



Maduración

Estudios sobre el efecto del contenido de humedad del suelo en la concentración de sacarosa

Para conocer el efecto del contenido de humedad del suelo en la concentración de sacarosa durante la época de maduración, se comparó la respuesta del cultivo con y sin madurador con diferentes tratamientos de riego.

Los resultados del estudio mostraron que, a pesar de que las condiciones ambientales favorecían la maduración natural, hubo respuesta del cultivo al madurador:

Tratamiento sin riego:

- En los dos casos en los que se aplicó madurador el contenido de sacarosa (% caña) fue aproximadamente 2 unidades porcentuales superior que cuando no se utilizó madurante.
- El testigo sin madurador creció 25 cm durante nueve semanas y los que utilizaron madurador crecieron entre 17 - 23 cm, suficiente para evitar un gasto alto de sacarosa en el proceso.

Tratamiento de un riego antes del madurador:

- Mostró una situación similar al tratamiento sin riego. Lo anterior desvirtúa la creencia de que para obtener una respuesta del cultivo en términos de sacarosa (% caña) se requiere buena disponibilidad de humedad cuando se aplica el madurador. Los resultados demuestran que no es necesario hacer riegos antes de la aplicación de maduradores, aún en temporadas de baja precipitación.

Tratamiento de un riego semanal las primeras cinco semanas después de aplicado el madurador:

- En los casos sin madurador disminuyó el contenido de sacarosa y durante nueve semanas se estimuló el crecimiento de los tallos (20 cm más) en comparación con el tratamiento sin riego.
- Los dos casos con aplicación de madurador mantuvieron altos niveles de sacarosa, a pesar de que el crecimiento fue estimulado por la disponibilidad de humedad. Este mayor crecimiento puede representar más TCH y TAH, puesto que no se afectó el contenido de sacarosa por el riego.

Tratamiento de riego durante las últimas cinco semanas de aplicado el madurador:

- Caída en el contenido de sacarosa del testigo sin aplicación de madurador, lo cual reafirmó la capacidad de éste de mantener altos niveles de sacarosa a pesar de los efectos de la humedad en el suelo. Sin embargo, el crecimiento de los tallos fue ligeramente inferior al logrado con los riegos durante las primeras cinco semanas.

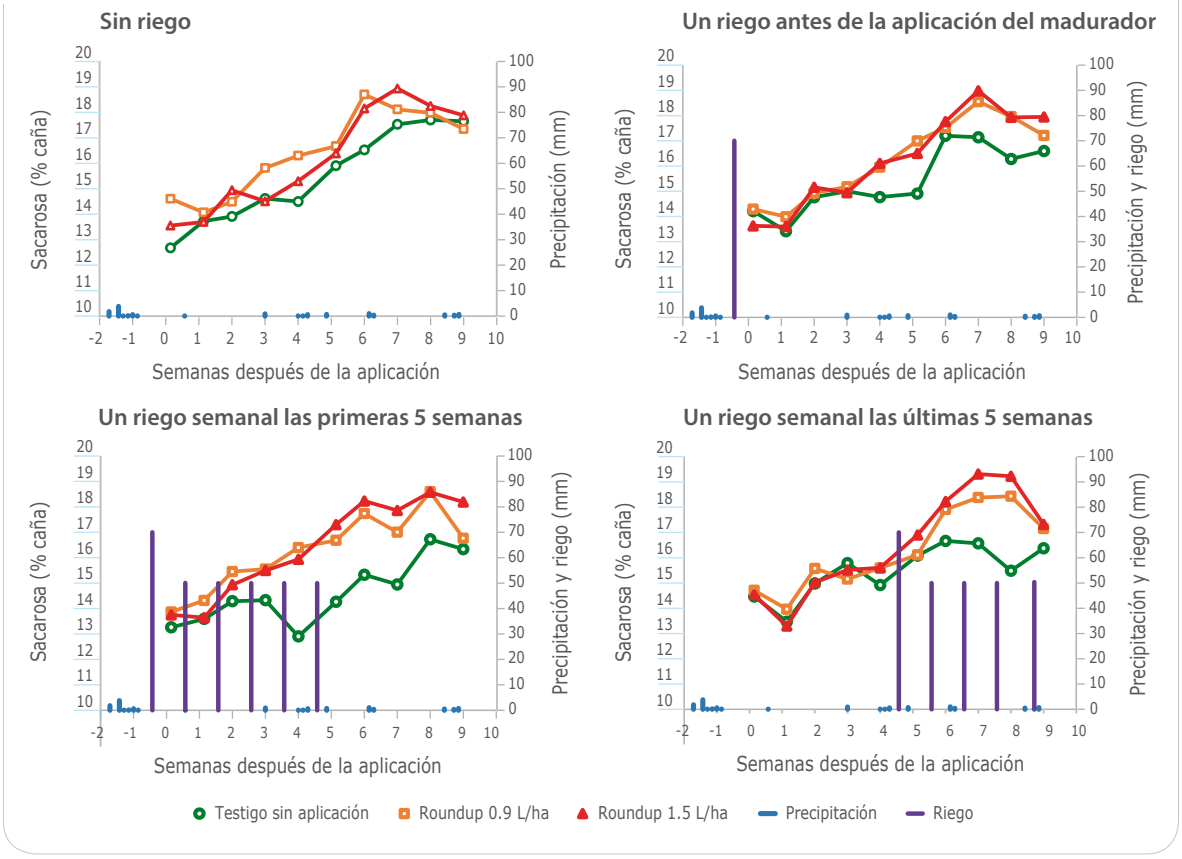
- Cuando se aplicó riego durante todo el periodo de evaluación los resultados fueron muy similares a los obtenidos con el tratamiento de riego durante las primeras cinco semanas. Lo anterior indica que no es necesario un suministro permanente de agua durante la fase de maduración del cultivo, para lograr el máximo crecimiento de los tallos y ganar tonelaje.

- Los resultados no descartan la posibilidad de efectuar riegos después de que se aplique el madurador en épocas extremas de sequía para obtener mayor producción de azúcar tanto por incremento en el rendimiento y el TCH (**Figura 12**).

Condiciones del experimento:

- Variedad: CC 85-92.
- Ciclo de producción: plantilla.
- Zona agroecológica: 23H1.
- Suelo: Refugio.
- Edad: 10.4 - 12.5 meses.
- Precipitación acumulada: 5.5 mm (entre el momento de aplicación del madurador y la cosecha).

Figura 12.
Contenido de sacarosa de una variedad con diferentes tratamientos de riego, con y sin madurador.



Geomática

Comienza implementación de la red RTK

En 2015 la agroindustria aprobó la implementación de la red RTK (Real Time Kinematic), proyecto que consiste en establecer un conjunto de estaciones GNSS (Global Navigation Satellite System) permanentes para proporcionar servicio de corrección RTK y ser más exactos en el posicionamiento de los equipos de agricultura de precisión.

Como parte de la puesta en marcha de este proyecto, se inició una evaluación de la cobertura de señal GNSS RTK vía internet (a través del protocolo de comunicación NTRIP) y radiofrecuencia (a dos frecuencias: 450 MHz y 900 MHz) en diferentes sitios del valle del río Cauca. La operación, mantenimiento y administración de la red estará a cargo de Cenicaña.

Igualmente, se continuó con la actualización del inventario de tecnología de agricultura de precisión que se inició en 2013. Según un análisis de los datos, los equipos de agricultura de precisión en el sector se duplicaron en dos años; y los mapas de productividad y pilotos automáticos (surcado, siembra mecanizada y cosecha) son las tecnologías más usadas.

Resultados de validación de tecnologías de fertilización

- En condiciones controladas (velocidad, señal de GPS, superficie plana y lisa) la fertilización con tasa fija (o fertilización de precisión) tiene un error de aplicación promedio de 3%.
- En condiciones de campo la fertilización de precisión tiene un error de aplicación promedio de 15%, menor al sistema convencional que es de 25%.
- El sistema de fertilización de precisión presenta menor variabilidad y picos de error de aplicación que el convencional.
- Las características del sinfín utilizado en la abonadora para la aplicación de fertilizantes son fundamentales para garantizar una descarga precisa, independiente del sistema de aplicación utilizado.
- Se elaboraron los protocolos para la evaluación de tecnologías de agricultura de precisión para el guiado con piloto automático, elaboración de mapas de variabilidad espacial de suelos, evaluación de la fertilización en tasa fija y tasa variada y evaluación de la cosecha guiada con piloto automático.

Meteorología y climatología

Nueva herramienta de información climatológica

Está a disposición de la agroindustria una nueva herramienta de información que ofrece proyecciones climáticas a mediano plazo para apoyar al sector en los procesos de planeación y ejecución de labores agrícolas.

La proyección climática está basada primordialmente en un seguimiento a la evolución y a los pronósticos de indicadores de condiciones oceánico-atmosféricas de macroescala de agencias internacionales como National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA-Estados Unidos), International Research Institute for Climate and Society (IRI- Estados Unidos) y Bureau of Meteorology (BoM- Australia), un análisis de datos obtenidos durante años a través de la Red Meteorológica Automatizada que opera Cenicaña y el conocimiento de la incidencia de fenómenos como El Niño y La Niña sobre el patrón climático del valle del río Cauca.

La herramienta se elabora para nueve variables atmosféricas de interés en la agricultura y se expresa en forma de dos probables rangos respecto a su valor medio climatológico multianual, dándole a cada rango una probabilidad porcentual de ocurrencia.

QR código

PROYECCIÓN CLIMÁTICA

Jornada práctica de subsolador y efectos sobre el suelo con facilitadores del Programa durante la formación en preparación de suelos. Agosto 6 de 2015.

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.

La competitividad demanda de los sectores productivos sistemas logísticos rentables y eficientes. El corte de caña, alce, transporte y entrega de ésta en la fábrica es una etapa, entre los campos y los ingenios, que está en permanente evolución.

Durante 2015 Cenicaña, consciente de su papel en esta fase del proceso productivo, continuó con el seguimiento a indicadores logísticos asociados a la operación con vagones de mínimo peso, la identificación de mejores prácticas en el mantenimiento de equipos de cosecha e inició la caracterización de la densidad de carga de las variedades de caña sembradas por el sector.

De otra parte, con el objetivo de desarrollar modelos de simulación que contribuyan a definir y seleccionar opciones tecnológicas para la adopción de mejores prácticas siguió trabajando en el sistema de troceado con discos adaptados a alzadoras convencionales para aumentar la densidad de carga en los vagones. Los principales avances y resultados se presentan a continuación.

Además, entre el 27 de junio y el 3 de julio el Centro de Investigación, con el apoyo de compañías de maquinaria agrícola, organizó una gira técnica a Brasil en la que participaron ocho ingenios de la región (Manuelita, Providencia, Incauca, Pichichí, María Luisa, Risaralda, Riopaila Castilla y Mayagüez).

La gira se realizó con el propósito de conocer los avances en la aplicación de tecnologías de agricultura de precisión y los indicadores de impacto de la utilización de estos equipos en labores como adecuación y preparación de suelos, siembra mecanizada, aplicación de fertilizantes y herbicidas, cosecha y manejo de residuos. La visita de cinco días incluyó recorridos a los ingenios Cruz Alta, Aralco, Batatais, Itajobi, Santa Cruz y Santa Fe.

* Proyecto de investigación coordinado por el Servicio de Cooperación Técnica y Transferencia de Tecnología.

Transporte y recepción de caña

Impacto económico de los vagones de mínimo peso en cuatro años de operación

En 2015 se cumplieron cuatro años de operación de los vagones de mínimo peso de descarga lateral tipo 24000. Como parte del seguimiento que Cenicaña realiza se identificó lo siguiente:

- Se registraron valores de carga entre 24 – 25 toneladas de caña troceada por vagón, que representa un aumento de 15% a 20% en la caña transportada respecto a los vagones HD 20000.
- Se han transportado 5,642.000 toneladas de caña aproximadamente, lo que evidencia una reducción entre 9% y 11% en el costo del transporte.

Un seguimiento durante cuatro años a la operación de vagones de descarga alta de bajo peso estructural tipo 24000, 30000 y 32000 en operaciones de cosecha y recepción de caña de los ingenios Riopaila Castilla, Mayagüez y Manuelita mostró:

- 4,325.000 toneladas de caña transportada aproximadamente.
- El costo del transporte disminuyó 12% en promedio respecto a los vagones HD 20000 y HD 30000.

La valoración económica en los dos casos incluyó: combustible, lubricantes y aditivos, operario, reparaciones, llantas, peajes y depreciación del equipo.

Estimación de densidad de carga de CC 93 - 4418

Con el fin de documentar las características de cosecha de las variedades producidas por Cenicaña, se estimó la densidad de carga de CC 93-4418 para el transporte de caña larga y caña picada.

Un análisis comparativo con CC 85-92 mostró un incremento del 3% de este indicador en CC 93-4418, tanto para caña larga como para caña picada.

- Densidad de carga para caña larga:
  CC 93-4418: 292,6 kg/m^3
  CC 85-92: 284,8 kg/m^3
- Densidad de carga para caña picada:
  CC 93-4418: 413,1 kg/m^3
  CC 85-92: 402,2 kg/m^3.

Caracterización y diagnóstico de equipos de cosecha y transporte

La adecuada utilización de herramientas y estrategias para el mantenimiento oportuno de los equipos de cosecha requiere implementar enfoques como el Reliability Centered Maintenance (RCM) o Total Productive Maintenance (TPM). Éstos proponen que, a partir de un análisis de falla, se realicen acciones correctivas o revisiones de diseño que impacten directamente en los costos del mantenimiento y en la disminución en los tiempos de retraso; de esta manera se asegura la confiabilidad, eficiencia y seguridad de los equipos, claves para alcanzar una rentabilidad sustentable a lo largo de su vida útil.

En 2015 se realizó la caracterización y diagnóstico de la gestión de mantenimiento de los talleres agrícolas de los ingenios Incauca, Providencia y Riopaila Castilla y se identificó una tendencia al mantenimiento preventivo: cambio de lubricantes, inspección de fisuras y ajuste de tornillería.

También se inició un plan de actualización al personal sobre las herramientas y metodologías usadas a escala mundial, las cuales permiten alcanzar altos estándares de calidad en cuanto a la ejecución y planeación del mantenimiento.

Como producto de esta actualización en un ingenio piloto se implementó la herramienta 'Lección de un punto', método del

enfoque TPM para desarrollar el conocimiento y las habilidades de los operadores de máquinas en el mantenimiento autónomo. Con su implementación mejoró la selección correcta de tornillería y torqueo para la corona giratoria de vagones cañeros, con lo cual se obtuvo una reducción del 50% en el recambio mensual de tornillos de este componente.

Resultado de un acompañamiento que se realizó a Incauca en la aplicación de termografía en equipos de cosecha (principalmente en cosechadoras) se estableció que el turbo es el componente esencial para la identificación de anomalías, puesto que cuando se presentan fallas en algún componente del sistema, la temperatura máxima de operación del turbo alcanza más de 600 °C (**Figura 13**).

Adicional a las nuevas metodologías de mantenimiento es fundamental la confiabilidad y disponibilidad de los equipos, por esta razón se avanzó en la búsqueda de acciones para mejorar y optimizar componentes que representan altos costos:

- La instalación de acoples tipo fusible en la caja cortadora de base de las cosechadoras permite disipar las sobrecargas al impactar con piedras de más de 50 cm de diámetro en el momento del corte. Esta medida podría reducir los costos hasta un 70% del total del mantenimiento programado, debido a que sólo sería necesario reemplazar el elemento fusible.
- Las cuchillas cortadoras de base se ven afectadas al impacto con piedras u otros elementos extraños. Durante una evaluación se determinó que la rotura de las cuchillas genera 60% más fuerza de reacción en los rodamientos que la deformación.

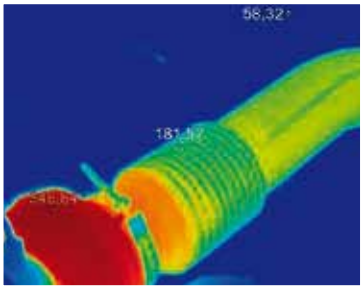


Figura 13.
Termografía del turbo de una cosechadora John Deere.

Transbordo a vagones de mínimo peso de descarga lateral tipo 24,000.

Logística del sistema CATE

Caracterización de la flota de cosecha y transporte

Con el fin de conocer el nivel de adopción de tecnologías para cosecha y transporte de caña, en 2015 continuó la caracterización de la flota para estas labores en los ingenios de la región:

- 74% de los frentes de cosecha mecánica utiliza vagones de autovolteo y 26% realiza cadeneo con vagones de transporte tipo HD 12000 y HD 20000 en la suerte. Se evidencia un aumento de 15% en la adopción de los primeros respecto a 2014 (59%).
- De los 1932 vagones reportados en la agroindustria los más utilizados para el transporte de la caña son: HD 12000 (41%), HD 20000 (28%) y DL 24000 (12%).
- La utilización de vagones de transporte de mínimo peso (DL 24000, HD 24000, HD 30000 y HD 32000) aumentó a 24% en 2015. En 2014 su participación era de 18%. Frente a ese mismo año, el vagón HD 12000 se redujo en 6%.

La práctica de transbordo con vagones de autovolteo frente al cadeneo en la cosecha mecánica disminuye los efectos sobre el suelo del tráfico de vagones de alta carga por eje y, por consiguiente, hay un menor impacto sobre la productividad del campo. Esta práctica fortalece el concepto de usar vagones de menor peso estructural (con llantas de camión de menor costo) exclusivos para el transporte de caña.

Resultados de las primeras evaluaciones al sistema de troceado con discos

Durante el 2015 se evaluó el desempeño mecánico e impacto en la eficiencia del transporte y en las pérdidas de sacarosa del sistema de troceado con discos adaptado a alzadoras convencionales. Los siguientes son algunos de los resultados:

- Incremento hasta de 25% en la densidad de carga en los vagones cargados con caña larga troceada respecto a la caña larga sin trocear:
  - Pruebas de densidad de carga con caña larga troceada:
    - CC 85-92: 340.3 kg/m^3 (valores promedio)
    - CC 93-4418: 349.8 kg/m^3 (valores promedio)
  - Pruebas de densidad de carga con caña larga sin trocear:
    - CC 85-92: 271,6 kg/m^3 (valores promedio)
    - CC 93-4418: 280,8 kg/m^3 (valores promedio)
- Los valores de pérdida de sacarosa para la caña larga troceada y sin trocear evidencian una similitud en las cinéticas de deterioro:
  - Caña larga troceada: 1.13 unidades de sacarosa % caña (disminución promedio).
  - Caña larga sin trocear: 1.07 unidades de sacarosa % caña (disminución promedio).

  Las pruebas se realizaron con la variedad CC 01-1940 y se observó el deterioro durante 12 horas. Las tasas de deterioro durante este periodo fueron 0.095 y 0.089 unidades porcentuales por hora de permanencia para la caña larga troceada y sin trocear.
- Se estimaron parámetros de operación como potencia requerida para el corte, torque en ejes y fuerza generada en el mecanismo sobre el paquete de caña.
- Se ejecutó una segunda prueba de corte para validar cambios estructurales y comprobar el desempeño de los componentes hidráulicos seleccionados, con el fin de obtener un corte más limpio y sin interrupciones.

Portada de la guía metodológica *Evaluación de la eficiencia térmica de calderas en ingenios del sector sucro-energético colombiano*. Este material hizo parte de las actividades de formación de facilitadores del PAT en el sistema de producción industrial. Noviembre 11, 12, 19 y 20 de 2014.

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 mercado globalizado exige una revisión permanente de los procesos fabriles para ser competitivos.

En 2014 el Programa Procesos de Fábrica alineó sus líneas de investigación a los cuatro pilares de planeación estratégica institucionales, como una manera de ajustarse a las necesidades de una agroindustria en constante evolución.

Con esta nueva dirección durante 2015 el Programa inició nueve proyectos de investigación y le dio continuidad a otros cincos, algunos de los cuales muestran resultados concretos en ingenios de la región.

En ese sentido, a continuación se presentan resultados en investigaciones destinadas a mejorar los procesos de producción de **azúcar** en aspectos como la molienda, las pérdidas de sacarosa e indeterminadas y los factores fundamentales en el color de los jugos, entre otros.

Así también en los procesos de generación de **energía** se avanzó en estudios que permiten ampliar el conocimiento en operaciones como la combustión, el calentamiento del jugo y la etapa de propagación en la producción de etanol.

En **sostenibilidad** es necesario destacar los primeros resultados de un análisis que ubicó a la agroindustria colombiana de la caña de azúcar con eco indicadores (emisiones de gases de efecto invernadero) más bajos (20%-40%) que otras industrias de caña en el mundo.

En **diversificación** aún está pendiente de aprobación la posibilidad de convertirse en una actividad permanente de investigación, con mayores recursos a fin de evaluar de manera integral propuestas de valor agregado al sector.

Azúcar

Determinación de la tasa de pérdida de sacarosa

Las pérdidas de sacarosa comienzan inmediatamente después del corte, entre la cosecha y la fábrica. La tasa de deterioro se ve influenciada por condiciones ambientales, las variedades de caña, los sistemas de cosecha y la materia extraña.

Con el propósito de establecer la tasa de deterioro en las tres variedades más sembradas en el sector (CC 01-1940, CC 93-4418 y CC 85-92) Cenicaña realizó estudios con los cuales se determinaron las pérdidas de sacarosa en caña (%) según el tipo de corte por cada hora de tiempo de permanencia:

- Corte mecánico en verde: 1.40%–2.70%.
- Corte manual en verde: 0.10%–0.23%.
- Corte manual quemado: 0.13%–0.43%.

A partir de los valores promedio de pérdidas de sacarosa del sistema mecánico en verde y manual quemado y de los tiempos de permanencia en cada modalidad (3.5 h y 46.5 h, respectivamente) se estimó la pérdida de sacarosa en caña (%) de 7.2% con el primer sistema frente a 13.2% con manual quemado.

Lo anterior evidencia la importancia y algunos beneficios de la cosecha mecánica en verde, con una tendencia creciente en la agroindustria (15% en 2007 a 51% en 2015). Los estudios seguirán con variedades comerciales y semi comerciales del valle del río Cauca.

Experimentos para cuantificar el efecto varietal y de materia extraña sobre el color de jugo

Labores mecanizadas como la cosecha en verde tienen un impacto directo en la cantidad de materia extraña que ingresa a las fábricas. Teniendo en cuenta la tendencia creciente de estas labores en la agroindustria colombiana, el Centro de Investigación cuantificó este efecto sobre el color de los jugos e identificó que la variedad tiene una gran influencia sobre el color del jugo:

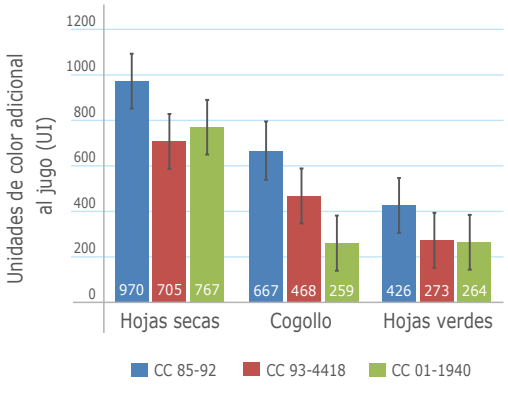
- CC 01-1940: 5347 unidades Icumsa (UI).
- CC 85-92: 10051 UI.
- CC 93-418: 17199 UI.

En cuanto a las unidades de color adicionales en el jugo por cada unidad porcentual de materia extraña individual (tasa de cambio) se observó que el componente que más aporta color son las hojas secas. Además, no hay relación con el color del tallo de cada variedad (**Figura 14**).

Condiciones del experimento:

- Variedades: CC 85-92, CC 01-1940 y CC 93-4418.
- Evaluación 1: efecto individual de las hojas verdes, secas y cogollos, con niveles de materia extraña individual entre 1%-15%
- Evaluación 2: combinaciones de materia extraña vegetal hasta máximo 30%.

Figura 14.
Unidades de color adicionales en el jugo por cada unidad porcentual de materia extraña individual (promedio y desviación).



El paso siguiente en la investigación será la implementación de metodologías para la cuantificación de compuestos precursores de color de origen vegetal y de aquellos generados en proceso, además de estrategias para la reducción o mitigación de los mismos.

Implementación de estrategia de control de molinos por torque

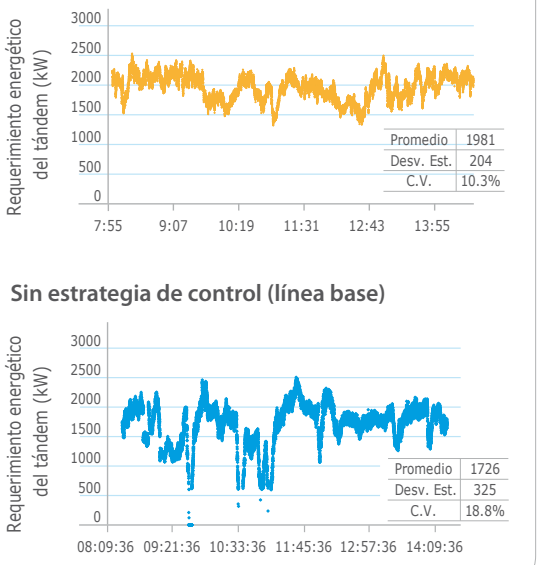
La estabilidad operativa de la molienda es fundamental para lograr menos pérdidas de sacarosa en bagazo y garantizar un suministro continuo del bagazo a la caldera con humedades menores del 49%.

Para lograr esta estabilidad, Cenicaña desarrolló la estrategia de control de molinos por torque, con la cual se ajusta la velocidad de cada molino a los cambios en parámetros de operación que inciden en la compactación de las mazas sobre la fibra procesada. La configuración de ajustes y el tamaño de cada molino determinan el torque requerido en operación para alcanzar el perfil de compactación deseado.

La estrategia de control por torque se implementó en un ingenio piloto y se mejoró la estabilidad en el requerimiento energético del tándem un 42.2% (**Figura 15**).

La adopción de esta nueva tecnología con el control de imbibición en línea y el ajuste de los molinos con Cenimol contribuyó a incrementar la eficiencia de extracción en el ingenio piloto, que pasó de 96.22% en 2014 a 96.55% en 2015. Lo anterior representó una producción anual adicional de 750 toneladas de azúcar. Esta tecnología se encuentra en proceso de adopción en tres ingenios.

Figura 15.
Requerimiento energético del tándem con y sin estrategia de control por torque.



Acciones para mejorar la eficiencia en los proceso de recuperación de sacarosa

Uno de los propósitos del Centro de Investigación es incrementar la eficiencia de los procesos de recuperación de sacarosa en las fábricas del sector para asegurar la viabilidad de la producción. Para ello se requiere una estrategia que permita ponderar, comparar y seleccionar mejores prácticas asociadas a cada una de las operaciones unitarias en función de las tecnologías existentes.

En ese sentido, se avanzó en la documentación de prácticas operativas, condiciones de operación por unidad y configuraciones de los procesos existentes; posteriormente se evaluará el impacto sobre la eficiencia del proceso y formulará la estrategia de implementación de las mejores prácticas.

Durante 2015 se socializó el proyecto en los 13 ingenios e inició la recolección de la información en el área de cristalización y centrifugación, puesto que las pérdidas en miel final equivalen al 50% de las pérdidas totales del proceso.

Para cuantificar el desempeño de este proceso se establecieron indicadores en términos de eficiencia, eficacia, calidad, producción y economía con los cuales se realizará una evaluación integral.

Estudios a la calidad microbiológica de productos intermedios y terminados

La cuantificación oportuna de la calidad microbiológica de los materiales en los procesos industriales es una estrategia indispensable para establecer mecanismos de control de contaminación.

Cenicaña promueve la implementación de un manejo integrado de prácticas operativas, de limpieza y sanitización en molinos, tanques, filtros y sistemas de conducción con el fin de mantener condiciones de higiene en el tándem que contribuyen a minimizar las pérdidas de sacarosa y la producción de metabolitos (ácidos orgánicos y dextranas) por acción microbiana.

En la etapa de molienda se ha detectado que un inadecuado manejo de las corrientes provenientes de las operaciones de elaboración que se recirculan al jugo diluido puede conllevar a una disminución de su calidad. Por ejemplo, mientras en jugo diluido el contenido promedio de ácidos orgánicos medidos como acidez volátil es de 60 mg/L, en jugo mezclado este parámetro alcanza concentraciones de 126 mg/L.

Este incremento obedece principalmente al aporte de retornos: jugo filtrado y la corriente de sumideros por prácticas como bajas temperaturas, altos tiempo de residencia o limpieza inadecuada durante su procesamiento.

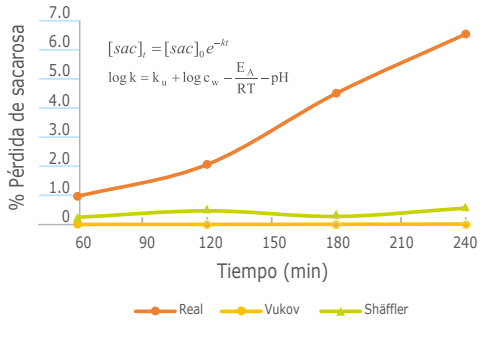
La caracterización microbiológica de los materiales requiere metodologías costosas y dispendiosas que dificultan la toma de decisiones en forma inmediata. Por esta razón, se implementó en la Estación Experimental de Cenicaña una técnica para cuantificar el indicador de oxidoreducción resazurina sódica, con la cual se determina de forma indirecta e instantánea la calidad microbiológica de un material para así ejecutar acciones correctivas.

Evaluación experimental para identificar pérdidas indeterminadas

En la búsqueda de herramientas para el diagnóstico de la pérdida por inversión en las operaciones unitarias, Cenicaña evaluó experimentalmente la cinética de deterioro de la sacarosa por dos rutas (fisicoquímica y microbiológica más enzimática) en jugo diluido, en escenarios de cosecha mecanizada y manual, con los siguientes resultados:

- Se identificó que la energía de activación en una matriz natural de jugo (Ea=40365 J/mol) difiere de la reportada en modelos como el de Vukov (1965) (Ea=47143 J/mol) y el de Shäflfer (1985) evaluados en matriz sintética y que conducen a subestimar la pérdida real (**Figura 16**).
- El desarrollo del modelo estableció una tasa de degradación por fuente fisicoquímica del 19% respecto a la tasa de inversión total (KT=KF+KM+KE), mientras que la tasa por inversión microbiológica más enzimática representa 86% respecto a la total (KT).
- La validación del modelo en un ingenio piloto permitió identificar el 30% de las perdidas indeterminadas asociadas a inversión de sacarosa en clarificación de jugo y meladura, mientras que el modelo de Vukov solo predecía que estas correspondían al 8%.
- La continuidad del proyecto tiene como objetivo desagregar en los modelos cinéticos las fuentes microbiológica y enzimática, que permitirá caracterizar la tasa de inversión en las diferentes variedades de caña y su impacto en los materiales fabriles.

Figura 16.
Comparación de modelos de cuantificación de pérdidas de sacarosa por inversión.



Energía

Diagnósticos para mejorar eficiencia en las calderas

De acuerdo con los resultados de investigaciones de Cenicaña, un adecuado suministro y distribución del aire en las calderas es importante para un buen desempeño de la combustión, ya que favorecen condiciones de turbulencia, tiempo y temperatura.

Para comprender y validar este planteamiento se realizó la simulación computacional de la combustión en una caldera con bagazo y se modificaron las condiciones de distribución de los aires, con los siguientes resultados:

- Se presentó un mejor desempeño de la combustión en el escenario con mayor cantidad de aire ingresando por los sobre fuegos (B), debido principalmente a mayores tiempos de residencia en el hogar y condiciones de turbulencia con mejor interacción entre el combustible y el aire (**Figura 17**).
- En el escenario B se logró mayor aproximación a las condiciones de combustión completa del bagazo. Lo anterior quedó en evidencia en el contenido de oxigeno residual (5.7%) y de CO_2 (17%) en los gases que salen del hogar, respecto al escenario A: oxígeno residual (8.2%) y CO_2 (16.3%).
- En el escenario A la combustión ocurre en niveles altos del hogar de la caldera afectando posiblemente los sobrecalentadores e incluso con probabilidad de afectar el banco principal por sobrecalentamiento prolongado de los tubos. Esta condición favorece fallas por creep (deformación de los materiales por exposición a altas temperaturas) e ineficiencia. Este efecto no se evidencia en el escenario B, puesto que la combustión se da en zonas bajas del hogar de la caldera (**Figura 18**).
- El paso a seguir es proponer alternativas operacionales o de diseño en los sistemas de combustión que incrementen la eficiencia de la caldera, puesto que una reducción de 1% del oxígeno residual en los gases de combustión representa un aumento hasta de 0.9% en la eficiencia de la caldera. Un incremento similar de eficiencia se puede alcanzar con una reducción en 10°C de la temperatura de los gases de combustión.

Condiciones del experimento:

- Programa de simulación: ANSYS-CFX
- Escenario A: 75% aire forzado, 25% aire sobre fuego y 5% aire neumático.
- Escenario B: 35% aire forzado, 60% aire sobre fuego y 5% aire neumático.

Figura 17.
Perfiles de velocidad en escenarios A y B.

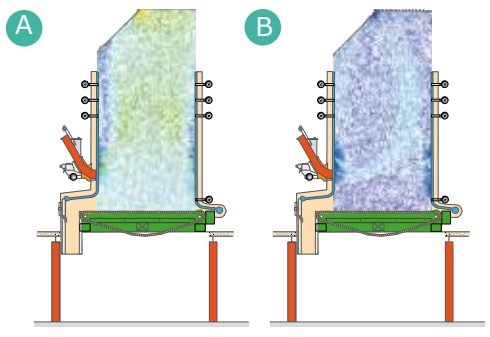
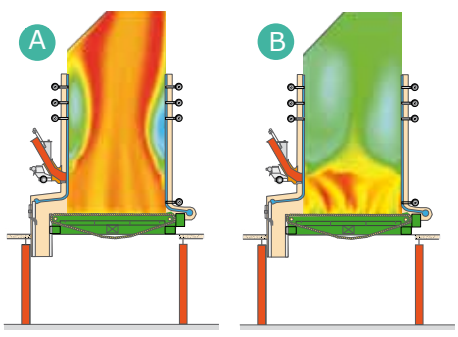


Figura 18.
Perfiles de CO_2 en escenarios A y B.

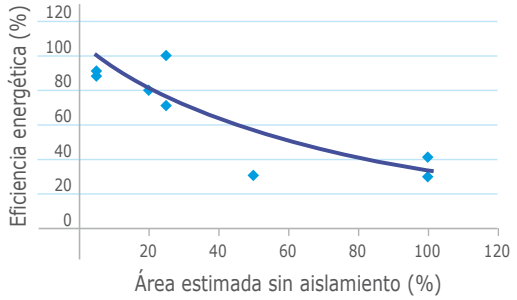


Evaluaciones y desarrollos para incrementar la eficiencia energética térmica

El calentamiento del jugo es una de las etapas que más requiere energía térmica en el proceso (35%-45%). No obstante, los requerimientos de energía térmica del vapor de escape (corriente de media calidad térmica) podrían ser menores en la medida en que se dé un mayor aprovechamiento de los vapores vegetales y condensados (corrientes de baja calidad térmica).

Para avanzar hacia esa condición el desempeño energético de los calentadores debe ser idóneo. Durante una valoración en un ingenio piloto se halló que las bajas velocidades del jugo (menores a 1.5 m/s) y la deficiencia en el aislamiento externo son determinantes en este aspecto (**Figura 19**).

Figura 19.
Relación entre eficiencia energética de los calentadores y áreas sin aislamiento en calentadores del ingenio piloto.



Como parte de la investigación Cenicaña desarrolló una aplicación en Excel para determinar la pérdida de energía térmica como consecuencia de la deficiencia en el aislamiento. En un caso específico se encontró que el aislamiento adecuado permite ahorros de 2080 kW h/mes. El costo del aislamiento se estima en $2,200,000, valor recuperable en el primer año de inversión.

Estudios para implementar mejoras en los procesos de producción de etanol

La propagación y la fermentación son dos etapas en el proceso de producción de etanol carburante en las cuales se deben proporcionar las mejores condiciones nutricionales y operacionales, para que el metabolismo de la levadura cumpla su función.

En la etapa de propagación las altas concentraciones de azúcares y bajos niveles de oxígeno disuelto ocasionan que la levadura desvíe su metabolismo e incremente la producción de metabolitos indeseables como el glicerol.

En desarrollo de una investigación en ese sentido, se encontró que disminuir la concentración de azúcares al 5% y mejorar las condiciones de aireación para alcanzar niveles de oxígeno disuelto mayores a 0.36 mg/L traen como beneficio una disminución hasta del 50% en la producción de glicerol.

Los estudios también plantearon la necesidad de implementar mecanismos eficientes para controlar la contaminación de bacterias, puesto que en episodios de contaminación severa (niveles de ácido láctico de 7000 mg/L y de ácido acético de 3615 mg/L en mosto) se estimó una reducción en la producción de etanol de 29,362 litros por día, sin tener en cuenta el efecto inhibitorio que estos ácidos ejercen sobre la eficiencia de la levadura. En este escenario prevaleció la presencia de bacterias ácido lácticas heterofermentativas.

Futuros trabajos de investigación estarán dirigidos a evaluar productos biocidas y antibióticos que permitan controlar de manera selectiva este grupo microbiano.

Sostenibilidad

Resultados de un análisis de ciclo de vida

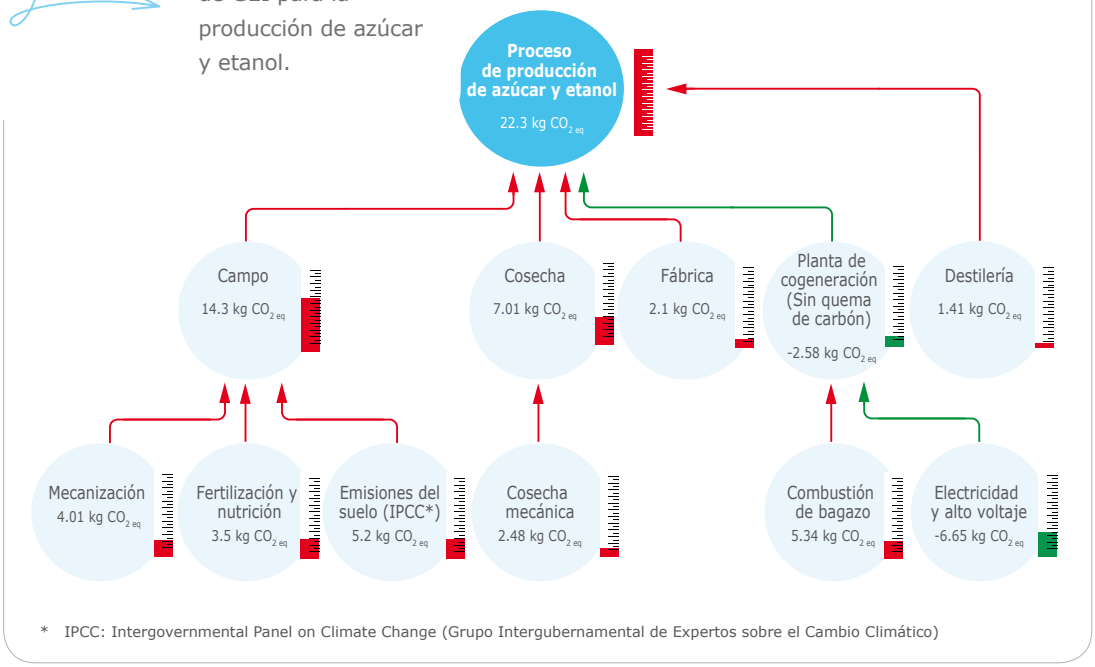
El análisis de ciclo de vida (ACV) es una herramienta para determinar el impacto ambiental de un producto o servicio durante todo su ciclo de vida, desde la producción hasta su disposición final.

Se utilizó esta herramienta para evaluar el impacto ambiental relacionado con el uso de insumos, consumo de agua y generación de gases de efecto invernadero (GEI) desde el cultivo de caña hasta la producción de azúcar, etanol y energía eléctrica.

Para el análisis se empleó el software SimaPro 7 y los resultados se expresaron en términos de kg CO_2 equivalente/t caña (**Figura 20**):

- Un inventario de las emisiones promedio de gases efecto invernadero de cuatro ingenios reveló que se generan 22.3 kg CO_{2eq}/t caña.
- 67% de estas emisiones se generan en el campo, donde el mayor porcentaje corresponde a GEI del suelo (5.2 kg CO_{2eq}) debido al N_2O emitido por el uso de fertilizantes.
- En la cosecha (corte, alce, transporte y entrega de la caña) uno de los factores que más influye en las emisiones es el corte manual quemado. Se estimó que el cambio hacia la cosecha mecánica en verde reduce los GEI en 4.9 kg CO_{2eq}/t caña.
- La disminución de un bulto de urea por hectárea disminuye las emisiones en 0.9 kg CO_{2eq}/t caña.
- Las emisiones en la elaboración de azúcar y alcohol carburante son de 2.1 y 1.4 kg CO_{2eq}/t caña, respectivamente. En este cálculo se consideró como combustible 100% bagazo.
- La generación de energía eléctrica a partir de biomasa contribuye a la disminución de la emisiones totales en 2.6 kg CO_{2eq}/t caña.

Figura 20.
Balance de emisiones de GEI para la producción de azúcar y etanol.



* IPCC: Intergovernmental Panel on Climate Change (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático)

Para reducir las emisiones de GEI en la agroindustria Cenicaña ha propuesto la implementación del Sistema Experto de Fertilización (SEF), que se basa en el contenido de la materia orgánica del suelo y contribuye a la aplicación adecuada de fertilizantes.

Asimismo, en la actualidad el sector avanza en la implementación de vagones de mínimo peso, con los cuales se disminuye en 5% el consumo de combustible en el transporte de la caña y se reducen las emisiones en 0.1 kg CO_{2eq}/t caña.

Recuperación del condensado de vapor en el proceso

Uno de los circuitos más importantes del balance de agua en la fábrica es la recuperación del líquido condensado proveniente del vapor de escape empleado en el proceso, el cual debe retornar a la caldera como agua de alimentación.

Durante el año anterior, la investigación que realiza Cenicaña para mejorar la eficiencia en el uso de agua en el proceso de fabricación de azúcar se enfocó en el estudio del circuito e identificó:

- Cuando se eleva el nivel de presión del vapor generado en la caldera se requiere una mayor calidad del agua, es decir menos contenidos de carga orgánica, oxígeno disuelto y durezas, tal como lo exigen los estándares internacionales American Society of Mechanical Engineers (ASME). Para lograr esa calidad de agua los ingenios han implementado nuevas tecnologías:
  - Tratamientos como la osmosis inversa y la re-evaporación del líquido condensado.
  - Monitoreo en línea de parámetros de calidad del agua de alimentación como conductividad, nivel de pH y oxígeno disuelto.
- Se llevaron a cabo acciones para lograr una mayor recuperación y aprovechamiento del líquido condensado en la fábrica:
  - Mayor control de arrastres en los equipos de evaporación con rutinas de limpieza de los separadores de arrastres y control de niveles.
  - Control a los procesos de atemperación del vapor de escape.
- Un año después de haber aplicado los procedimientos y acciones mencionadas un ingenio que inició su proceso de cogeneración a 900 psig logró estabilizar el nivel de captación desde fuente de agua externa al pasar de 1.34 m^3/t caña a 1.05 m^3/t caña.

Desarrollo de herramientas de confiabilidad para la gestión del mantenimiento

El incremento en la confiabilidad de equipos (probabilidad de no falla) empieza con la identificación de aquellos que son críticos para la organización.

Se avanzó en la identificación de estos equipos en las áreas de recepción y preparación de caña en un ingenio piloto, donde se aplicaron los criterios de tiempo medio entre fallas (tiempo total de operación entre el número de fallas del mismo periodo y costos totales de mantenimiento), y reveló:

- Conductor de caña: representa el equipo de mayor criticidad del área. Como buena práctica de mantenimiento se observó el cambio del conductor en el paro de mitad de año, antes de iniciar el periodo de mayor tasa de molienda.
- Picadora: este equipo de preparación se vuelve crítico por la recuperación constante de superficies de desgaste (cuchillas) y por disparos de sobrecarga en el motor.

Servicios de laboratorios

ANÁLISIS DE SUELOS Y TEJIDO FOLIAR

6001 muestras procesadas:

- 3038 de suelos (76% solicitudes de donantes – 24% análisis internos para la investigación).
- 2963 de tejido foliar (3% solicitudes de donantes - 97% análisis internos para la investigación).

ANÁLISIS DE CROMATOGRAFÍA

1618 muestras procesadas:

- 1135 correspondieron a análisis de azúcares como sacarosa, glucosa, fructosa y glicerol.
- 483 a ácidos orgánicos como indicadores de deterioro y contaminación en procesos de fermentación y en pérdidas de sacarosa.

ANÁLISIS DE CALIDAD DE CAÑA

21,252 muestras de caña procesadas de solicitudes internas (25% más respecto a 2014).

INTER-LABORATORIO DE SUELOS

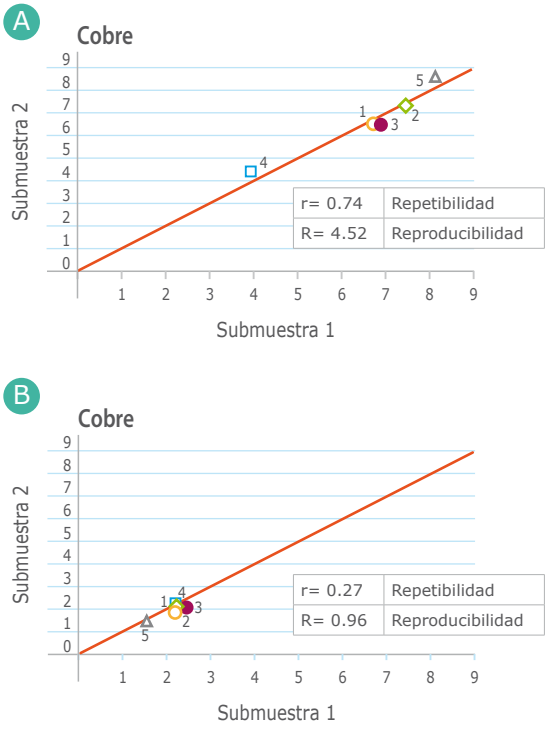
Desde 2013 los laboratorios de suelos de los ingenios La Cabaña, Riopaila Castilla, Providencia y Mayagüez, con el apoyo de Cenicaña, realizan un proceso de estandarización y validación de las metodologías utilizadas en la rutina diaria, para brindar una mayor confianza y seguridad a los usuarios, buscando establecer un manual de protocolos para el sector azucarero que unifique los procedimientos empleados.

En la metodología de pH con la revisión y unificación de detalles en la determinación se logró una disminución de 0.7 puntos porcentuales en la reproducibilidad, con lo cual mejora la precisión de los resultados de los laboratorios del sector.

Adicionalmente se revisaron dos metodologías para la determinación de elementos menores (hierro, manganeso, cobre y zinc) y así establecer la mejor respuesta de acuerdo con el pH del suelo sujeto a análisis. En esta revisión se han logrado disminuciones de casi 6 puntos porcentuales en la reproducibilidad (**Figura 21**).

Para la determinación de elementos mayores (calcio, magnesio, potasio y sodio) con la metodología actual se obtuvieron resultados con variación en la reproducibilidad inferior al 2% y variación en la repetibilidad inferior al 0.5% en suelos con rangos de pH neutros y básicos. Sin embargo, para los suelos con pH ácido se evalúan dos metodologías de análisis.

Figura 21.
Resultados de análisis de cobre con las metodologías Mehlich (A) y DTPA (B) antes y después de la homologación de la metodología.



Medición del caudal de agua por surco y por frente de riego durante una actividad de capacitación de control administrativo del riego para proveedores del ingenio Risaralda. Octubre 21 de 2014.

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 colombiano y mejorar la eficiencia técnica y productiva, la rentabilidad y la competitividad de los procesos agroindustriales.

La productividad y rentabilidad son dos indicadores de eficiencia que exigen un permanente análisis con miras a ser competitivos.

El Servicio de Análisis Económico y Estadístico de Cenicaña (SAEE) ofrece la posibilidad de hacer esa mirada desde una óptica objetiva, con el propósito de entregar a la agroindustria alternativas fundamentadas, especialmente, en el enfoque de agricultura específica por sitio.

A continuación se presentan los resultados de dos estudios respecto al impacto de diferentes factores en la productividad y rentabilidad para el sector y un ingenio en particular, así como una relación de los principales servicios y asesorías prestados a lo largo de 2015.

Es importante destacar que la gestión del SAEE es transversal a los procesos de investigación y validación de tecnología que realizan los programas de investigación y los demás servicios de apoyo de Cenicaña.

Análisis de productividad y rentabilidad

Relación de la variedad y la edad con los indicadores de productividad de la agroindustria

A continuación se presentan los resultados de un análisis exploratorio para determinar de qué manera se comportan el TCH, TAH y rendimiento en diferentes escenarios de edad de cosecha y composición varietal.

En el análisis se determinó la fecha de siembra (en el caso de las plantillas) y la fecha de corte anterior (para las socas) para cada una de las suertes analizadas, con el propósito de hacer la comparación entre las suertes sembradas en la misma época con distintas variedades y las cosechadas a edades diferentes.

Condiciones del análisis:

- Datos: información comercial de 13 ingenios.
- Periodo: 2010-2015.
- Área con variedades nuevas: **Cuadro 8**.

Cuadro 8.

Distribución porcentual de la composición varietal sembrada. 2010-2015.

Año de cosecha	CC 01-1940	CC 85-92	CC 93-4418	Nuevas CC[1]	Otras[2]
2011	0	76	2	4	18
2012	0	75	4	5	16
2013	2	70	9	5	14
2014	5	64	13	6	12
2015	12	55	14	7	12

1. CC 01-1228, CC 01 -746, CC 92-2198, CC 92-2804, CC 93 3826, CC 93-4181, CC 97-710, CC 98-72 Y CC 01-678.
2. Variedades Co, CP, Mex, MZC, POJ, PR y V

Aunque existen evidencias de que la productividad de CC 01-1940 y CC 93-4418 es superior a CC 85-92, en el consolidado de la industria no es fácil observar un incremento significativo puesto que el área cosechada con estas dos variedades apenas corresponde a 26% (sembrado en 2014, cosechado en 2015). Además, el promedio de la industria se pondera por el área cosechada. La ponderación es necesaria para no alterar el comportamiento general.

TCH

Si aumenta la edad de cosecha se observa un incremento en TCH. Como promedio de la industria y para el periodo analizado, las toneladas de caña por hectárea de CC 01-1940 y CC 93-4418 superan las 139 t en las suertes cosechadas entre los 13 y 14 meses, mientras que CC 85-92 no superó las 121 t en este mismo rango de edad.

El tonelaje de las suertes cosechadas entre los 12 y 13 meses (al cierre de 2015 la edad de corte de la industria es de 12.7 meses) tiene un comportamiento más parecido al de la industria. Ahora bien, en el caso de las plantillas, Cenicaña recomienda que éstas se cosechen a los 13.5 meses (a partir del día de siembra). Si así se hiciera se aportaría al promedio una productividad superior a 140 TCH, aproximadamente 20 toneladas más que CC 85-92 (**Cuadro 9**).

Cuadro 9.

Toneladas de caña por hectárea por variedad, corte y edad de cosecha.

Variedad	Corte	Edad de cosecha			
		11-12 meses	12-13 meses	13-14 meses	14-15 meses
CC 01-1940	Plantilla	123.6	130.4	139.4	142.9
	Soca	116.5	111.9	126.8	129.0
CC 85-92	Plantilla	102.6	113.1	121.8	126.4
	Soca	103.6	110.9	117.0	121.6
CC 93-4418	Plantilla	121.0	132.0	138.5	147.2
	Soca	116.2	120.8	124.1	126.3
Otras	Plantilla	107.7	117.8	124.2	128.6
	Soca	107.5	113.9	118.7	120.8

Rendimiento comercial

El comportamiento del rendimiento comercial en función de la edad no es lineal. A partir de análisis realizados en Cenicaña, el rendimiento tiene un óptimo biológico que se alcanza entre los 13 y 14 meses de edad.

Lo anterior indica que si la edad de cosecha de las socas se da entre los 13 y los 14 meses, CC 01-1940 y CC 93-4418 superan en rendimiento a CC 85-92. En plantillas también sucede lo mismo.

Entre 12 y 13 meses de edad de cosecha, las plantillas de CC 85-92 tienen mayor rendimiento que CC 01-1940 y CC 93-4418, pero en las socas cosechadas en este mismo rango de edad se encontró mayor rendimiento en las nuevas variedades cuando se comparan con CC 85-92 (**Cuadro 10**).

TAH

Dados el comportamiento del TCH y el rendimiento descritos anteriormente se tiene como consecuencia lógica que las toneladas de azúcar por hectárea de CC 01-1940 y CC 93-4418 superan significativamente las de CC 85-92 a cualquier edad entre los 11 y 15 meses y tanto en las plantillas como en las socas (**Cuadro 11**).

Promedio de productividad

La productividad ponderada del sector no muestra los incrementos asociados a las productividades en TCH y TAH de las nuevas variedades CC.

En los últimos cinco años, cuando el sector comenzó a adoptar las nuevas variedades, más del 60% del área correspondiente a socas se ha cosechado entre los 11 y los 13 meses, un mes menos de lo recomendando por Cenicaña. En cuanto a las plantillas, más del 40% se está cosechando entre los 11 y 13 meses, casi mes y medio antes de lo recomendado (**Cuadro 12**).

Con esas edades de cosecha y si sólo se contara con CC 85-92 y variedades antiguas difícilmente se superarían los 100 TCH. Además, con el rendimiento que se obtiene en ese rango de edad difícilmente se alcanzarían las 12 TAH, valores que actualmente no se obtienen ni en las condiciones más adversas para la industria.

Cuadro 10.

Rendimiento comercial por hectárea por variedad, corte y edad de cosecha.

Variedad	Corte	Edad de cosecha			
		11-12 meses	12-13 meses	13-14 meses	14-15 meses
CC 01-1940	Plantilla	10.8	11.3	11.6	11.7
	Soca	10.9	11.8	12.1	11.9
CC 85-92	Plantilla	11.1	11.6	11.5	11.4
	Soca	11.5	11.8	11.8	11.7
CC 93-4418	Plantilla	10.9	11.3	11.7	11.6
	Soca	11.4	11.9	11.9	11.7
Otras	Plantilla	11.0	11.3	11.3	11.5
	Soca	11.1	11.5	11.6	11.4

Cuadro 11.

Toneladas de azúcar por hectárea por variedad, corte y edad de cosecha.

Variedad	Corte	Edad de cosecha			
		11-12 meses	12-13 meses	13-14 meses	14-15 meses
CC 01-1940	Plantilla	13.4	14.8	16.2	16.8
	Soca	12.7	13.2	15.4	15.3
CC 85-92	Plantilla	11.4	13.1	14.0	14.5
	Soca	11.9	13.1	13.8	14.2
CC 93-4418	Plantilla	13.1	14.9	16.2	17.0
	Soca	13.3	14.4	14.7	14.8
Otras	Plantilla	11.8	13.4	14.1	14.8
	Soca	11.9	13.1	13.8	13.8

Cuadro 12.

Distribución porcentual del área cosechada en varios grupos de edad en cañas sembradas. 2010-2015.

Variedad	Corte	Edad de cosecha (%)			
		Menos de 13 meses	13-14 meses	14-15 meses	Más de 15 meses
CC 01-1940	Plantilla	37.1	35.8	16.1	11.0
	Soca	68.8	22.4	6.4	2.4
CC 85-92	Plantilla	47.5	24.9	14.4	13.2
	Soca	71.1	18.9	6.5	3.5
CC 93-4418	Plantilla	42.7	33.3	15.7	8.4
	Soca	70.0	20.6	6.3	3.1
Otras	Plantilla	45.5	31.7	14.8	8.0
	Soca	73.6	17.4	6.6	2.4

En el caso hipotético en el que CC 85-92 estuviera sólo en las zonas agroecológicas en donde su potencial productivo se expresa mejor, las nuevas variedades tuvieran una mayor área y la cosecha se hiciera entre 13 y 14 meses, el TCH superaría a nivel de industria las 130 toneladas. Además, de acuerdo con el **Cuadro 10**, el rendimiento comercial de las nuevas variedades en este rango de edad es superior a CC 85-92, por lo tanto se tendría un consolidado para el valle del río Cauca de, por lo menos, 15 toneladas de azúcar por hectárea.

Respecto a las toneladas de azúcar por hectárea y rango de edad en los tres ambientes, las nuevas variedades tienen pro-ductividades mayores que CC 85-92, especialmente cuando se cosecha a la edad recomendada (13 -14 meses) (**Cuadro 13**).

Cuadro 13.

Toneladas de azúcar por hectárea de variedades nuevas *v/s* CC 85-92 por rango de edad de cosecha.

Ambiente	Variedad	Corte	Edad de cosecha			
			11-12 meses	12-13 meses	13-14 meses	14-15 meses
Húmedo	CC 01-1940	Plantilla	12.6	14.3	15.4	16.5
		Soca	12.7	13.1	15.1	15.0
	CC 85-92	Plantilla	11.0	12.4	13.4	13.5
		Soca	11.3	12.2	13.0	12.7
	CC 93-4418	Plantilla	13.4	13.9	15.1	16.3
		Soca	12.4	13.5	14.2	13.7
	Otras	Plantilla	11.0	12.7	13.9	15.4
		Soca	11.1	12.3	12.7	11.8
Piedemonte	CC 01-1940	Plantilla	15.1	14.3	15.6	15.4
		Soca	9.6	11.5	13.6	13.3
	CC 85-92	Plantilla	10.2	12.2	13.2	12.6
		Soca	11.1	12.2	12.4	12.4
	CC 93-4418	Plantilla	12.3	12.6	13.1	14.8
		Soca	11.8	12.7	12.8	13.3
	Otras	Plantilla	11.6	11.9	12.8	13.1
		Soca	10.1	11.5	12.2	12.4
Semiseco	CC 01-1940	Plantilla	14.1	15.7	17.1	17.5
		Soca	13.4	13.2	15.8	16.8
	CC 85-92	Plantilla	12.1	13.7	14.6	15.3
		Soca	12.6	13.7	14.4	14.9
	CC 93-4418	Plantilla	12.8	15.5	16.8	17.7
		Soca	13.7	14.7	15.1	15.5
	Otras	Plantilla	12.7	14.4	14.7	15.0
		Soca	12.4	13.6	13.9	14.2

Se concluye que la productividad actual promedio de la industria es el reflejo de una mayor área cosechada con CC 85-92 a una edad promedio de 12.7 meses. La productividad de las nuevas variedades se verá reflejada en el consolidado de la industria cuando éstas hayan alcanzado el área suficiente y cuando la cosecha se realice conforme a la edad que se recomienda de acuerdo al proceso de selección.

Cuantificación del efecto de factores de producción sobre el rendimiento y TCH de CC 01-1940 para un ingenio

A continuación se presentan los resultados de un análisis de varianza del efecto de algunas variables en los indicadores de rendimiento y TCH para un ingenio azucarero.

Condiciones del análisis:

- Variedades: CC 85-92 y CC 01-1940.
- Periodo: 2013 – 2015.
- Grupos de variables: variedad, mes de cosecha, semanas de cosecha después de aplicación de madurador, edades de cosecha, numero de corte, sistema de cosecha, tipo de corte, TCH, área cosechada, materia extraña, tiempo de permanencia y daño por *Diatraea*.
- Grupos de variables climáticas: precipitación durante el desarrollo del cultivo, radiación y precipitación antes de la cosecha.
- Método: modelo lineal que expresa la variable de respuesta (rendimiento y TCH) en función de los efectos principales de los grupos de variables mencionados y estimación de la magnitud de los efectos mediante la comparación de promedios.

Rendimiento

Aunque todos los factores tienen un efecto significativo en el rendimiento, las categorías: TCH, corte, edad de cosecha, semanas de cosecha después de aplicación de madurador y variedad son las variables controlables que más afectan la variación de este indicador (**Cuadro 14**):

- Variedad: diferencia de 0.38 unidades de rendimiento a favor de CC 85-92.
- Semana de maduración: cuando se cosecha entre la sexta y octava semana después de aplicar el madurador se obtuvo el mayor rendimiento.
- Edad de cosecha: mayores rendimientos entre 11.7 - 13 meses.
- Corte: las socas tienen una diferencia a favor de 0.35 unidades porcentuales con respecto a las plantillas.
- TCH: se observan diferencias así:
  - Los rendimientos asociados a TCH menor o igual a 95 supera en 0.6 unidades a aquellos TCH mayores a 133.
  - Los rendimientos asociados a TCH entre 95 y 133 superan en 0.55 unidades a TCH mayores a 133. Lo anterior nos muestra un efecto marcado del TCH en el rendimiento dado la relación inversa que existe entre estas dos variables.

Cuadro 14.

Promedio de rendimiento y errores estándar de estimación para los factores: variedad, semanas de maduración, edad, corte y TCH.

Factores de producción Variedad	Promedio	Error estándar de estimación
CC 01-1940	12.33	0.08
CC 85-92	12.71	0.06
Semanas de madurador		
No aplicación	11.74	0.11
< 6	12.71	0.06
6-8	12.89	0.06
>8	12.73	0.07
Edad		
<=11.7	12.38	0.08
11.7-13	12.68	0.07
>13	12.49	0.07
Corte		
Plantillas	12.34	0.07
Mayores a 1 corte	12.69	0.06
TCH		
<=95	12.74	0.07
95-133	12.68	0.06
>133	12.13	0.07

TCH

Un análisis de varianza para TCH mostró diferencias significativas de 20 toneladas a favor de CC 01-1940. Se presentó un efecto de la edad de la cosecha, de tal forma que la diferencia entre edades bajas (<=12.2) y altas (>13.5) es de 7 TCH. De similar manera se observó una diferencia entre plantillas y socas a favor de las primeras con 6.5 TCH (**Cuadro 15**).

Un análisis de la distribución de los eventos de cosecha entre las dos variedades y las categorías de TCH mostró que del total de eventos realizados con CC 01-1940, 61% produjo tonelajes por encima de 133 TCH, mientras que para CC 85-92 sólo el 19% estuvo en ese valor. Dada la relación inversa entre TCH y rendimiento, lo anterior explica por qué CC 01-1940 no presentó rendimientos tan altos en el ingenio.

Con respecto al número de corte, se estimó que del total de eventos de cosecha de CC 01-1940 el 68% correspondió a plantillas, mientras que para CC 85-92 el 86% correspondió a socas. Este factor explica la diferencia en rendimientos entre las dos variedades.

En cuanto a la semana de maduración, en donde los óptimos se obtienen entre 6-8 semanas, se estimó que para CC 01-1940 el 46% de los eventos de cosecha fueron después de la octava semana, mientras que para CC 85-92 el 20% estuvo por encima de 8 semanas. Lo anterior evidencia por qué los rendimientos de primera variedad no fueron tan altos como con CC 85-92.

Cuadro 15.

Promedios de TCH y errores estándar de estimación para los factores: variedad, edad y corte.

Factores de producción Variedad	Promedio	Error estándar de estimación
CC 01-1940	136.21	2.63
CC 85-92	116.21	2.48
Edad		
<=11.7	122.55	2.65
11.7-13	126.64	2.53
>13	129.43	2.64
Corte		
Plantillas	129.45	2.56
Mayores a 1 corte	122.96	2.49

Servicios y asesorías

- Determinación del tamaño de muestra para estimar parámetros de calidad de labores en campo y cosecha en el ingenio Manuelita.
- Determinación del tamaño de muestra para estimar el daño causado por *Diatraea* en caña troceada, en los patios del ingenio Manuelita (simulación).
- Análisis de clasificación para priorizar cosechas de suertes en el ingenio Mayagüez.
- Diseño y análisis de experimentos para proyectos realizados en la planta de alcohol en el ingenio Providencia.
- Análisis de factores que afectan el rendimiento en el ingenio Castilla y Riopaila.
- Estimación de la edad óptima biológica y económica para el ingenio Castilla y Riopaila.
- Estimación de la edad óptima biológica y económica para el ingenio Risaralda.
- Análisis estadístico de la variedad CC 01-1940 en el ingenio Risaralda.
- Análisis estadístico y económico de las nuevas variedades de caña en el ingenio La Cabaña.
- Análisis de simulación para las tarifas en el análisis económico de inversión en maquinaria agrícola de Incauca.
- Análisis estadístico y económico del efecto de las renovaciones en productividad y utilidad de la hacienda San José y Compañía Agrícola Caucana.
- Cuantificación económica del efecto de la disminución de caña dejada en campo en las utilidades en el ingenio Manuelita.
- Pronóstico de TCH y rendimiento comercial a 2016 para el ingenio Riopaila Castilla.
- Pronóstico de TCH y rendimiento comercial a 2016 para el ingenio Risaralda.
- Pronóstico de TCH y rendimiento comercial a 2016 para el ingenio Pichichí.
- Efecto de la edad de cosecha en el TCH para el ingenio Sancarlos.
- Variabilidad de las propiedades químicas de los suelos del ingenio La Cabaña.
- Actualización del modelo de pronóstico del rendimiento con refractómetro en Incauca.
- Análisis de reproducibilidad y repetibilidad en la detección de microorganismos en tres tipos de azúcar para Incauca.
- Análisis estadístico en el proyecto mieles para Incauca.
- Factores que afectan la sacarosa en el ingenio Providencia.
- Elaboración de un protocolo de muestreo para determinar variabilidad de sacarosa en campo por el método brasilero para Riopaila Castilla.
- Análisis del momento óptimo de renovación para el ingenio Sancarlos.
- Factores que afectan la fibra en el ingenio Risaralda.
- Muestreo para evaluar el porcentaje de caña dejada en campo en el ingenio Sancarlos.
- Análisis de la eficiencia de fábrica de los ingenios Sancarlos y Mayagüez.

Práctica de verificación de una zona agroecológica en campo durante la formación de facilitadores en manejo agronómico del cultivo de caña de azúcar con enfoque de agricultura específica por sitio (AEPS).
Marzo 13 de 2014

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.

La transferencia tecnológica es el vehículo mediante el cual, la generación de conocimiento y la innovación tecnológica, cumplen su misión en la sociedad.

En 2015, este propósito en la agroindustria colombiana de la caña de azúcar continuó con el Programa de Aprendizaje y Asistencia Técnica (PAT) en su segundo año de implementación; la Red de Grupos de Transferencia de Tecnología (GTT) que cumplió catorce años de actividades, y la realización de un foro técnico.

Además, se inició el desarrollo de un proyecto para el establecimiento de un servicio de transferencia de tecnología especializada y de capacitación de productores, con el cual se espera fortalecer la capacitación de productores y usuarios de tecnología en la agroindustria de la caña de azúcar.

La participación sigue siendo una prioridad en la estrategia de transferencia de tecnología de Cenicaña; por esa razón en el transcurso del año se realizaron dos mesas de conversación y entrevistas personales con cultivadores para conocer las necesidades del sector para la adopción tecnológica y se continuó con las validaciones de tecnología, las cuales confirmaron que, en condiciones de producción comercial, el manejo agronómico del cultivo con enfoque AEPS tiene un impacto positivo en la productividad y la rentabilidad.

Para apoyar estas actividades de transferencia y a los demás programas de investigación y servicios de Cenicaña se produjo diferente material divulgativo y se le dio una nueva presentación al sitio web que facilita el acceso y navegabilidad a diferentes recursos y herramientas, con los cuales se busca promover la innovación tecnológica.

Programas de transferencia y capacitación

Posicionamiento del Programa de Aprendizaje y Asistencia Técnica (PAT)

En dos años de actividades (2014-2015), el PAT se ha posicionado entre los ingenios azucareros y las fincas proveedoras de caña de azúcar.

En este periodo, 110 profesionales vinculados a los ingenios y a Cenicaña asumieron el reto de ser facilitadores para la transferencia tecnológica y la capacitación, con lo cual se ha beneficiado a más de ochocientos usuarios finales, entre proveedores de caña, sus colaboradores y personal del sector.

El modelo del PAT se orienta al desarrollo de las capacidades institucionales requeridas para la adopción de prácticas sostenibles en las unidades productivas de la agroindustria. A través de la capacitación y la asistencia técnica, Cenicaña y los ingenios propician la gestión de conocimiento y la comunicación técnica respecto a las soluciones tecnológicas que mejor contribuyen a resolver las necesidades de innovación en las empresas del sector.

CIFRAS DEL PAT

- 22 jornadas realizadas
- 200 horas de formación teórica y práctica de facilitadores del PAT.
- Los facilitadores han dirigido más de 100 jornadas pedagógicas con 500 participantes de fincas proveedoras y 350 empleados de los ingenios.
- Los facilitadores han recibido siete guías metodológicas impresas, elaboradas por doce profesionales del Centro de Investigación como material de apoyo para desarrollar los procesos de capacitación con usuarios finales.
- Tres videos y dos folletos didácticos.

Tecnologías difundidas a través del PAT

- Manejo agronómico del cultivo de caña de azúcar con enfoque de agricultura específica por sitio (AEPS).
- Control Administrativo del Riego (CAR).
- Balance hídrico priorizado para la programación de los riegos en caña de azúcar.
- Riego con caudal reducido en cultivos de caña de azúcar.
- Evaluación del daño de los barrenadores de la caña: *Diatraea* spp. y su control.
- Preparación de suelos para la producción sostenible de caña de azúcar.
- Evaluación de la eficiencia térmica de calderas en ingenios del sector sucroenergético colombiano.

QR código

GUÍAS METODOLÓGICAS, RECURSOS DIGITALES Y CONSOLIDADO DE CAPACITACIÓN POR INGENIO.

Catorce años de la Red de Grupos de Transferencia de Tecnología (GTT)

Los Grupos de Transferencia de Tecnología son grupos de agricultores que se reúnen para intercambiar experiencias e información sobre el proceso de adopción de tecnología, con énfasis en el control de calidad y las ventajas relativas en productividad, rentabilidad y gestión ambiental.

Las reuniones de GTT son convocadas por Cenicaña y los ingenios azucareros, quienes coordinan la logística de los encuentros e intervienen para mostrar los avances tecnológicos y sus beneficios en asuntos de interés común.

CIFRAS DEL GTT

- 691 actividades (526 días de campo y 165 conferencias) en el transcurso de catorce años.
- En 2015 se realizaron 15 eventos con asistencia del 70% de los proveedores de caña.
- Principales temas de las reuniones de GTT realizadas en 2015: variedades, recomendaciones en nutrición, maduración, manejo de plagas y enfermedades del cultivo, disponibilidad e importancia de los semilleros, oportunidades para aumentar la productividad y el rendimiento, control de calidad en las labores e importancia de la fisiología de la caña.

QR código

MEMORIAS DE EVENTOS

GTT

GTT sobre variedades organizado por Cenicaña.

Mesas de conversación para hacer seguimiento a la adopción

El primer plan de capacitación del PAT se formuló de acuerdo con la priorización derivada de la caracterización de base obtenida en 2013 y 2014 sobre los niveles de adopción de tecnologías.

Durante 2015, se entrevistó personalmente a 437 proveedores de caña y 39 administradores de zona de los ingenios, con el fin de hacer seguimiento a la adopción de las tecnologías promovidas en el PAT.

Además, en un taller de mesas de conversación se realizó un seguimiento a las percepciones de los productores sobre las actividades de transferencia de tecnología dirigidas por Cenicaña (ver recuadro).

Sugerencias de proveedores de caña para la transferencia tecnológica

Sobre PAT:

- Convocar a las jornadas de capacitación al 100% de los proveedores de cada ingenio y realizarlas con grupos hasta de treinta participantes y una frecuencia trimestral.
- Las capacitaciones deben llegar a "la base de la pirámide" y en las convocatorias se debe analizar quién debe participar en representación de las unidades productivas.
- Los asistentes técnicos de los ingenios deben acompañar a los proveedores en la implementación de las tecnologías.
- Los productores y su asistente técnico deben establecer metas, planes de acción y compromisos para implementar nuevas tecnologías.
- Realizar ciclos de capacitación por tema, mantener una programación continua y repetir las jornadas sobre los temas técnicos.

Sobre GTT:

- La convocatoria debe dirigirse a propietarios, profesionales o técnicos que toman las decisiones técnicas en las fincas.
- La frecuencia debe ser trimestral, con un programa planeado para dos a tres años.
- Los temas deben mantener un alto nivel técnico, ser estratégicos, novedosos y con información de costos, rentabilidad y testimonios.
- Organizar encuentros por condición agroecológica.
- Divulgar la programación de actividades a principios de cada año.

Masiva participación en foro técnico

Cerca de 400 personas, entre proveedores de caña de azúcar y profesionales de los ingenios, participaron en un foro técnico, organizado por el Centro de Investigación para actualizar a los productores de caña en diferentes temas de interés.

El programa incluyó una conferencia sobre la evolución del fenómeno de El Niño y sus efectos en el valle del río Cauca, acciones y recomendaciones para enfrentar los tiempos de sequía y la proyección climática para finales de 2015 y el primer trimestre de 2016.

En cuanto a sanidad vegetal, se impartieron conferencias sobre los retos y oportunidades que tiene la agroindustria para hacer un manejo eficiente del barrenador del tallo *Diatraea* spp., y el manejo integral de las enfermedades de la caña y recomendaciones para el establecimiento de semilleros sanos.

Finalmente se presentó un Sistema de Recomendación de Variedades (SVR) y se entregó el libro *Manejo eficiente del riego en el cultivo de la caña de azúcar en el valle del río Cauca.*

Establecimiento de un nuevo servicio de capacitación

Cenicaña avanzó en el proyecto para el establecimiento de un servicio de transferencia de tecnología especializada y de capacitación de productores de la agroindustria de la caña de azúcar.

A través de este servicio se realizarán programas de formación, actualización y entrenamiento para contribuir al desarrollo de las capacidades institucionales de transferencia tecnológica, asistencia técnica y de competencias para la adopción de prácticas sostenibles.

Se estima que la población potencial a capacitar es de aproximadamente 5000 personas, entre productores, personal profesional de campo y fábrica de los ingenios, asistentes técnicos, tecnólogos, supervisores y mayordomos, entre otros.

Acciones en marcha:

- Caracterización de las necesidades de formación y entrenamiento de la población objetivo acerca de las tecnologías desarrolladas por Cenicaña.
- Diseño de programas de capacitación y producción de materiales metodológicos, pedagógicos y divulgativos.
- Desarrollo de la infraestructura requerida, áreas demostrativas, espacios de entrenamiento e infraestructura física específica adecuada para el desarrollo de los programas de transferencia y capacitación.
- Mejoramiento de las capacidades de la población objetivo respecto al saber-hacer con las nuevas tecnología y favorecer el desarrollo de competencias para la adopción de prácticas sostenibles y estímulo a la innovación.

Alianzas posibles:

• SENA • Universidades • Ingenios azucareros • Colciencias • Corpoica • Asocaña • Procaña • Tecnicaña • Centros de investigación.

Resultados esperados:

- Fortalecimiento de la capacidad institucional para la capacitación de productores y usuarios de tecnología en la agroindustria del azúcar, el etanol, la energía y la panela.
- Fortalecimiento de competencias y habilidades de la población objetivo para aplicar eficientemente las nuevas tecnologías que generen mayor productividad, sostenibilidad y rentabilidad en el sector.
- Mejoramiento de la productividad y competitividad a través de procesos de innovación tecnológica.

Avances 2015:

- Diseño arquitectónico, levantamiento topográfico y estudio de suelos del terreno seleccionado.
- Elaboración del presupuesto y de los términos de referencia para los diseños estructural y eléctrico.
- Inició la cimentación del terreno.

Validación participativa de tecnologías con enfoque de AEPS

Resultados de análisis combinado para medir impacto de AEPS

Una estrategia para impulsar la adopción de tecnologías de producción agrícola es validar su aplicación comercial en diferentes zonas agroecológicas, con la participación de los productores.

De este modo, Cenicaña y los ingenios han confirmado el efecto positivo en productividad, costos y rentabilidad del manejo agronómico con enfoque de agricultura específica por sitio en comparación con el manejo convencional.

Con el propósito de mostrar dichos efectos se realizó un análisis combinado de varianza de cinco sitios de validación por tres cortes (15 ambientes de cultivo), con el propósito de conocer y comparar la variabilidad en la productividad y utilidad operacional entre el manejo agronómico convencional y el manejo AEPS.

Principales resultados:

- Rendimiento en azúcar (%): superior en 1.6% en el tratamiento con todas las prácticas de AEPS respecto a las de manejo convencional, sin diferencias estadísticas significativas (**Cuadro 17**).
- Utilidad operacional: en las fincas con manejo directo de los ingenios ($/t azúcar) fue estadísticamente superior cuando se realizaron todas las prácticas AEPS, con una diferencia de 11.5%, respecto al manejo convencional.
- Las diferencias entre tratamientos a través de ambientes de cultivo fue relativamente constante. Lo anterior se evidenció en que el componente de variación de la interacción ambiente de cultivo por tratamiento fue menor comparada con el componente de ambiente.
- En las fincas de proveedores de caña (con contratos de 58 kilos de azúcar por tonelada de caña) se obtuvo 7% más pesos por hectárea con la variedad AEPS y las demás prácticas convencionales que con la variedad y las prácticas convencionales. Esta diferencia significativa desde el punto de vista estadístico también se observa en TAH, superior 3.7% a la variedad convencional.

Condiciones del análisis:

Cuadro 16.

Descripción de los sitios de validación (zona agroecológica y consociación de suelos) con su respectiva variedad de caña de azúcar y número de corte.

Hacienda	Ingenio	Zona agroecológica	Consociación	Variedad AEPS	Variedad convencional	Númeo de corte
Esmeralda	Sancarlos	6H1	Corintias	CC 93-4418	CC 85-92	4
San Rafael	Pichichí	6H1	Corintias	CC 93-4418	CC 85-92	2
Cabaña	La Cabaña	10H4	Ballesteros	CC 01-1940	CC 85-92	3
El Convenio	Mayagüez	6H1	Corintias	CC 93-4181	CC 93-4418	3
Bohíos	Risaralda	5H5	Catorce	CC 01-1940	CC 85-92	3

- Prácticas de manejo agronómico (AEPS y convencional): variedad de caña, preparación de suelos, sistema de siembra, manejo del riego y fertilización.

- En tonelaje de caña no se presentaron diferencias significativas, aunque el tratamiento con la variedad AEPS superó en 3.4% (4.7 t/h) al testigo.
- Los resultados demuestran que las características de las nuevas variedades y su adecuada ubicación hacen más rentable el negocio para el agricultor.

Principales conclusiones:

- La selección y siembra de la variedad de caña en función de la zona agroecológica (manejo agronómico de AEPS) es la de mayor impacto en productividad y rentabilidad (**Cuadro 18**).
- En comparación con el riego convencional, el riego con enfoque AEPS disminuyó en 28% el volumen de agua total y acumulado utilizado por hectárea y los costos de producción. También aumentó la rentabilidad, debido a la programación de los riegos por balance hídrico, el riego por surco alterno y el control administrativo del riego, que determina el volumen de agua utilizado por evento y facilita la toma de decisiones para hacer más eficiente la labor.
- En condiciones de producción comercial, el manejo agronómico de AEPS tiene un impacto positivo en la productividad y la rentabilidad del cultivo, tanto en fincas de proveedores como en fincas con manejo directo de ingenios.

En los sitios de validación se realizaron días de campo con la participación de los productores, demostraciones sobre la implementación de las tecnologías, observaciones del desarrollo del cultivo y análisis de los resultados de productividad con la aplicación del manejo agronómico AEPS.

Durante 2015, Cenicaña mantuvo cuatro fincas de manejo directo de diferentes ingenios donde se validan métodos y fuentes de fertilización (ingenios Incauca y Manuelita); manejo agronómico con prácticas de AEPS (ingenio Providencia) y tecnologías de riego y fertirriego con caudal reducido y por goteo (ingenio Pichichí).

Cuadro 17.

Análisis combinado de productividad y utilidad operacional ($/ha y $/t azúcar) en quince ambientes de cultivo (cinco sitios por tres cortes) con manejo agronómico convencional y manejo AEPS.

Prácticas de manejo agronómico	Productividad			Utilidad operacional (%)		
				Proveedor ($/ha)	Ingenio	
	TCH	Rto. (%)	TAH		($/t azúcar)	($/ha)
Convencionales	137	12.46	17.064	100	100	100
AEPS	132	12.66	16.709	103	111	109

Cuadro 18.

Análisis combinado de productividad y utilidad operacional ($/ha y $/t azúcar) en quince ambientes de cultivo (cinco sitios por tres cortes) con manejo convencional y AEPS, diferenciando la variedad de caña de azúcar.

Prácticas de manejo agronómico	Productividad			Utilidad operacional (%)		
				Proveedor ($/ha)	Ingenio	
	TCH	Rto. (%)	TAH		($/t azúcar)	($/ha)
Variedad convencional y manejo convencional	137	12.46	17.064	100	100	100
Variedad AEPS y manejo convencional	142	12.49	17.691	107	101	105

Producción de material divulgativo

Materiales PAT:

- 2 guías metodológicas:
  - Evaluación del daño de los barrenadores *Diatraea* spp. y su control.
  - Preparación de suelos para la producción sostenible de caña de azúcar.
- Plegable: Identificación, evaluación y control de *Diatraea* spp.
- Informe Anual 2014.
- 2 ediciones de la Carta Informativa
- Libro: *Manejo eficiente del riego en el cultivo de caña de azúcar en el valle geográfico del rio Cauca*. La publicación incluye temas sobre el almacenamiento y disponibilidad del agua en el suelo, requerimientos de agua y riego en el cultivo de la caña de azúcar, balance hidrológico de oferta y demanda de agua para riego en una unidad productiva, medición del agua de riego y aplicación eficiente del riego.
- Actualización del video institucional.
- Ayudas visuales sobre poster y stand de Cenicaña en el X Congreso de Tecnicaña.
- Apoyo a la organización de la visita a la Estación Experimental en el X Congreso de Tecnicaña.

QR código

PUBLICACIONES

Sistema de información en web

Desde noviembre de 2015 está disponible en internet el nuevo sitio web institucional del Centro de Investigación con contenidos renovados y un diseño de interfaz actualizado y moderno.

El nuevo sitio se desarrolló bajo el esquema de gestión de contenidos en el software Joomla, lo cual permite administrar y publicar contenidos de forma más eficiente y adaptar los contenidos a los tamaños de dispositivos móviles y de escritorio disponibles en el mercado.

CIFRAS DEL SITIO WEB:

- 1322 usuarios registrados:
  - 802 son personas naturales o representantes de las empresas proveedoras de caña.
  - 520 son representantes de los ingenios y las instituciones del sector.
- Las páginas más visitadas del sitio web son en su orden: servidor de mapas, boletín meteorológico diario, catálogo en línea, guía de recomendaciones técnicas y curvas de isoproductividad.

Servidor de mapas

Meteorología y climatología

Guía de recomendaciones

Curvas de isoproductividad

Comunicación institucional y visibilidad

Se gestionó la publicación de artículos o menciones en los diarios El País de Cali, El Tiempo, La Opinión de Cúcuta y Vanguardia Liberal de Bucaramanga con el propósito de presentar Cenicaña como una fuente de información científica, técnica y ambiental.

Con el objetivo de ampliar la difusión de las noticias y publicaciones de libre acceso producidas en Cenicaña y darle mayor visibilidad al Centro de Investigación se hizo presencia en la red social twitter.com con el usuario @cenicana.

QR código

www.cenicana.org

Proveedores del ingenio María Luisa durante un muestreo del barrenador de la caña *Diatraea spp*, actividad realizada en el marco del PAT. Marzo 5 de 2015.

Servicio de Tecnología Informática

MISIÓN

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

La investigación, la transferencia y la oferta de servicios exigen una integración permanente de las tecnologías de la información y las comunicaciones.

La transversalidad es clave para disponer de una plataforma tecnológica óptima con la cual se puedan desarrollar estas labores, pero es sobre todo indispensable para acercar la investigación a la sociedad, llevarla a la práctica y ponerla al alcance de todos.

Durante 2015, el Servicio de Tecnología Informática (SETI) desarrolló programas con este propósito y dos de ellos son resultado de convenios con otras entidades que reconocen la capacidad técnica y científica del Centro de Investigación.

En el marco del convenio suscrito con MADR y CIAT y bajo la orientación del SAEE, se implementó en el sitio web de Cenicaña un sistema para pronósticos de productividad; y como parte de un convenio con la CVC, con el Programa de Agronomía se apoyó la implementación de una red de monitoreo de suelos.

Desarrollo de software

Sistema de recomendación de variedades (SVR)

Herramienta web que permite identificar las cuatro variedades con mayor productividad en cada zona agroecológica según el ambiente, en comparación con la más cultivada en cada zona.

Con esta información se facilita la decisión de siembra de variedades, puesto que tradicionalmente la agroindustria se ha basado en datos de producción del último año, experiencias de cultivadores o en el conocimiento de expertos.

El sistema de variedades se desarrolló a partir de análisis estadísticos de información comercial de los últimos diez años (producción de las suertes) utilizando diferentes factores de comparación y filtros. Los resultados son priorizados por TAHM y rendimiento.

Proyección de la productividad para la agroindustria de la caña de azúcar del valle del río Cauca

Programa que ofrece una proyección de la productividad mensual promedio del valle del río Cauca, expresada en toneladas de caña por hectárea, rendimiento comercial y toneladas de azúcar por hectárea.

Para obtener la proyección el usuario tiene la posibilidad de escoger entre 25 escenarios conformados por la combinación de cinco porcentajes de área con plantillas (5%, 10%, 15%, 20% y 25%) y cinco edades de cosecha (12, 12.5, 13, 13.5 y 14 meses)

Las predicciones se basan en modelos dinámicos que incluyen variables como área cosechada en plantillas, edad de cosecha, precipitación y oscilación de temperatura, entre otras.

QR código

RECOMENDACIÓN DE VARIEDADES

QR código

PROYECCIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD

Sistema de red de monitoreo de suelos

Sistema de comunicaciones entre diez estaciones de monitoreo en predios de ingenios, cultivadores de caña y Cenicaña y el servidor de CVC para la visualización de datos de las estaciones en tiempo real y georreferenciados.

Estación automatizada de la red de monitoreo de suelos.

CIFRAS DEL SERVICIO

Balance hídrico v4.0

- 1644 haciendas registradas con 18,528 suertes activas.
- 179 bases de datos registradas.

- Apoyo en la migración de bases de datos desde otras plataformas y en la disponibilidad de la información de precipitación y riegos a partir de archivos de texto plano.

- Inició la integración con el sistema administrativo SIAGRI, lo que permitirá importar la información en tiempo real para el uso del Balance hídrico de Cenicaña.

Jornada de formación de facilitadores del PAT en control administrativo del riego. Mayo 22 de 2014.

Servicio de Información y Documentación

MISIÓN

Mantener actualizado al sector agroindustrial de la caña de azúcar de Colombia en las metodologías y avances tecnológicos referentes al cultivo y procesamiento de la caña de azúcar, mediante el acceso a la información bibliográfica.

Hasta hace unas décadas la gestión de la información era un proceso que comprendía sólo el archivo y acceso a la información bibliográfica; hoy, va mucho más allá y se ha integrado con la tecnología para garantizar la conservación, disponibilidad y confidencialidad documental.

El Servicio de Información y Documentación de la Caña de Azúcar (SEICA) ha asumido estos cambios y, además de una oferta de servicios para la agroindustria y la región, vela por la protección de los derechos relacionados con la actividad intelectual que se genera en Cenicaña (Anexo V, página 108) y por el reconocimiento de ese trabajo ante Colciencias, como la entidad responsable de la investigación y ciencia en el país.

Grupos reconocidos y clasificados ante Colciencias:

- Agricultura específica por sitio (categoría A).
- Macroproyecto de alta sacarosa estable (categoría B)
- Grupo de investigación en procesos azucareros (categoría B).

El reconocimiento y clasificación por parte de Colciencias permite participar en diferentes convocatorias y obtener recursos de cofinanciación. Precisamente en 2015 se actualizó la información de los investigadores de Cenicaña en las plataformas ScienTI (CvLac y GrupLac) y se aprobó la financiación de dos jóvenes investigadores para el 2016 en dos proyectos: 'Evaluación de la resistencia del virus de la hoja amarilla (SCYLV) en plantas in vitro de variedades de caña de azúcar inoculada' y 'Obtención de etanol a partir de hidrólisis ácida y enzimática de los residuos agrícolas de la cosecha de caña RAC', de los programas de Variedades y Procesos de Fábrica, respectivamente.

CIFRAS DEL SERVICIO

Catálogo de biblioteca

Registro

41,023 documentos (entre libros, revistas, tesis, folletos, boletines e informes) disponibles para consulta:

- Colección caña: 34,459 (84%): documentos de caña de azúcar, industria azucarera y etanol.
- Colección general: 6563 (16%): documentos de suelos, agua, biotecnología, microbiología, química y estadística.

Consulta

- 3539 al catálogo en línea.
- 1927 en la sala de lectura.
- 256 por correo electrónico.
- 4042 préstamos entre documentos, revistas y equipos.
- 65 solicitudes recibidas para artículos científicos.
- 286 documentos electrónicos enviados.

Uso de la agroindustria

- 5 ingenios usaron los servicios: Incauca, Riopaila-Castilla, Mayagüez, La Cabaña y Risaralda.
- En total se recibieron 78 solicitudes de ingenios y cultivadores.

Ampliación de los recursos de información

Gracias a las políticas de acceso abierto a la información que están implementando diferentes asociaciones profesionales e instituciones de investigación en el mundo, el catálogo de biblioteca de Cenicaña cuenta con 1062 nuevos enlaces a documentos técnicos en texto completo de International Society of Sugarcane Technologist (ISSCT), South African Sugar Technologist's Association (SASTA) y Sugar Research Australia (SRA).

En ese mismo sentido, Cenicaña ofrece para consulta abierta y en texto completo 1166 documentos.

A este material se puede acceder buscando por diferentes metadatos, lo cual facilita la recuperación de la información.

Durante el 2015 se dio continuidad a un acuerdo con la editorial Springer para acceder a información científica a través de capítulos de libros y artículos científicos y Cenicaña continuó vinculado al consorcio Consortia Agro, liderado por la Red de Información Agrícola de Colombia (RIDAC) para la adquisición de la base de datos CAB Abstracts.

Finalmente, con el propósito de fortalecer la gestión de información tecnológica y científica de tal manera que la agroindustria pueda hacer uso de ésta en procesos de innovación, por medio del comité de Bibliotecas de la Red Universitaria de Alta Velocidad del Valle del Cauca (RUAV) se realizó una capacitación profesional en vigilancia tecnológica.

Cómo utilizar el servicio

A través del Servicio de Información y Documentación de Cenicaña, la agroindustria y la región cuentan con la más completa base de datos de información especializada en caña de azúcar del país, convirtiéndose en un importante recurso para el fortalecimiento científico y técnico del sector.

El Servicio registra, actualiza y clasifica diferentes documentos que se producen en el mundo alrededor de la caña de azúcar y etanol y ofrece el acceso a esta información en texto completo a través de diferentes mecanismos.

- Envío de documentos en formato PDF por medios electrónicos.
- Consulta en sala.
- A través de las bibliotecas de la Red Universitaria de Alta Velocidad (RUAV).
- A través del sitio web www.cenicana.org.
- Acceso a la base de datos CAB Abstracts.
- Compra de documentos en diferentes formatos en áreas de interés para el sector azucarero.

e-mail: biblioteca@cenicana.org
Teléfono: 6876611 Ext. 5152, 5136 y 5135.

QR código

CATÁLOGO

NOVEDADES

Práctica de evaluación de la operación de una rastra, durante la formación de facilitadores en preparación de suelos para la producción sostenible de caña de azúcar. Agosto 4 de 2015.

Superintendencia de la Estación Experimental

MISION

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.

El compromiso mundial por lograr un futuro sostenible exige aportes en todos los niveles.

En Cenicaña estas contribuciones son transversales en toda su operación: desde la investigación, la transferencia tecnológica y la oferta de servicios hasta en el funcionamiento de la Estación Experimental, ubicada en San Antonio de los Caballeros (Florida, Valle del Cauca).

La Estación tiene un área total de 61 hectáreas, 43 de las cuales corresponden a lotes experimentales cultivados con caña de azúcar y 11.4, a semilleros; el resto comprende instalaciones, jardines y zonas verdes con una destacada diversidad de flora y fauna.

Las privilegiadas condiciones de este espacio y la misión institucional comprometen al Centro de Investigación a articular acciones innovadoras y responsables en sus instalaciones, especialmente con el medio ambiente.

Es así, como este año y en respuesta a la situación climática que predominó, se reforzó la gestión por la sostenibilidad con un enfoque de agricultura específica por sitio con la implementación de buenas prácticas en el uso de los recursos, fundamentalmente de agua y energía.

Acciones para manejo agronómico de lotes experimentales

- Ampliación de la instalación de tubería por ventanas para riego a 38 ha. Paulatinamente se reemplazó el riego por gravedad con sifones por otras alternativas más eficientes como goteo y caudal reducido (3.24 ha).
- Intensificación del control biológico de la población adulta de picudos a través del uso de trampas con feromonas en el perímetro de la Estación.
- Calibración de equipos e implementos para garantizar la precisión y homogeneidad en la preparación y aplicación de agroquímicos en los experimentos.
- Administración de las labores agronómicas realizadas en los lotes experimentales a través del CeniSig, plataforma web para actualizar y consultar el estado de cada lote y el histórico de labores.
- Instalación de sensor magnético con telemetría para visualizar por internet los datos de medición del agua utilizada en el riego.
- Construcción de barreras rompevientos para evitar el volcamiento en las variedades en inducción de floración.

Acciones de compromiso ambiental

- Instalación de variador de velocidad para la extracción de agua para riego desde pozos. Con la implementación de esta tecnología se lograron ahorros por concepto de energía en el arranque (89%) y en la operación (60%).
- Conversión de bombillas y luminarias al sistema LED en diferentes áreas de la Estación, lo que permitió ahorros de 77% en el consumo de energía.

Estación Experimental de Cenicaña

- Se realizaron obras estructurales para hacer el vertimiento de efluentes de la PTAR al alcantarillado de San Antonio de los Caballeros, lo que significa un menor impacto de los acuíferos subterráneos.
- Instalación de sistemas de goteo y microaspersión para riego de plantas ornamentales en el área de jardines. En 2016 se realizará la automatización de los sistemas.

Otras acciones

- Habilitación de trece parqueaderos.
- Adecuación de una ambulancia como camioneta de estacas para el transporte de muestras y adquisición de un camión con capacidad de carga de tres toneladas en reemplazo de un vehículo modelo 94.
- Se reforzó la gestión de limpieza de envases y embalajes de agroquímicos, gracias a la construcción en 2014 de una plataforma para el manejo de este tipo de productos.

Anexo

I. RMA. Clima anual en el valle del río Cauca. Comparativo multianual 1994-2015.

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			
2013	14-0	14.2	14.0
2005	15.5	13.9	13.9
1994	15.2	13.8	13.8
2000	15.6	13.8	13.8
1996	15.3	13.7	13.7
2015	**14.3**	**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
2011	14.2	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
2009	15.1	13.1	13.1
2002	14.1	13.0	13.0
2014	13.8	12.9	12.9
Años de menor temperatura mínima absoluta			
2004	12.8	13.7	12.8
2001	13.6	12.7	12.7
2003	14.6	12.6	12.6
Clima	12.8	12.6	12.6

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
2015	**19.08**	**19.01**	**19.0**
Años intermedios			
2010	19.4	18.58	19.0
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	19.11	18.6	18.9
2003	19.1	18.7	18.9
2014	19.07	18.54	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	18.85	18.54	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	18.74	18.34	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)			
2015	**23.9**	**24.3**	**24.1**
1998	24.3	23.0	23.6
1997	23.1	23.8	23.5
Años intermedios			
2009	23.1	23.9	23.5
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	23.1	23.2

Temperatura máxima media (°C)			
Año	Sem. 1	Sem. 2	Anual
Años de mayor temperatura máxima media			
2015	**30.9**	**31.7**	**31.3**
2014	30.3	30.7	30.5
2009	29.7	31.1	30.4
Años intermedios			
2012	29.7	30.5	30.1
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	**29.7**	**29.8**	**29.8**

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
2015	**37.5**	**37.1**	**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	34.3	34.2	34.7
1994	33.0	34.4	34.4
1999	33.4	33.6	33.6
Clima	37.6	39.2	39.2

Oscilación de temperatura (°C)			
Año	Sem. 1	Sem. 2	Anual
Años de mayor oscilación media diaria de temperatura			
2015	**11.8**	**12.7**	**12.2**
2014	11.2	12.1	11.6
2009	10.8	12.2	11.5
Años intermedios			
2012	10.8	11.9	11.4
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	10.7	11.2	10.9

RMA. Clima anual en el valle del río Cauca. Comparativo multianual 1994-2015. Continuación.

Humedad relativa del aire (%)			
Año	Sem. 1	Sem. 2	Anual
Año de mayor humedad relativa (años más húmedos)			
1999	87	86	86
1998	83	84	84
1996	85	82	84
Años intermedios			
2000	84	83	84
1995	81	83	82
2001	83	83	82
2010	79	83	81
1997	84	78	81
2008	80	81	80
2002	81	79	80
2011	81	80	80
2004	80	80	80
1994	82	78	80
2007	79	80	79
2005	81	78	79
2003	79	78	78
2006	80	76	78
2009	81	76	78
2013	78	77	78
Años de menor humedad relativa (años más secos)			
2012	80	75	77
2014	78	75	77
2015	**76**	**74**	**75**
Clima	**80**	**79**	**79**

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
2005	543	544	1086
Años de menor precipitación (años menos lluviosos)			
2004	461	559	1020
2001	527	458	985
2015	**552**	**379**	**931**
Clima	**689**	**578**	**1266**

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
2004	71	86	157
Años de menor número de días con precipitación			
1997	92	58	150
2002	65	70	135
2015	**71**	**60**	**131**
Clima	**91**	**86**	**177**

Evaporación (mm)			
Año	Sem. 1	Sem. 2	Anual
Años de mayor evaporación			
2015	**852**	**914**	**1766**
1994	821	907	1729
2009	785	940	1725
Años intermedios			
1995	862	847	1710
1997	788	899	1687
2012	786	894	1682
2014	794	879	1673
2002	819	853	1673
2007	835	834	1669
2003	816	833	1648
2001	797	848	1645
2004	836	802	1638
1998	830	803	1632
2006	761	848	1608
1996	774	834	1608
2008	811	778	1589
2013	769	810	1580
2011	763	795	1558
2010	829	720	1549
Años de menor evaporación			
2005	693	842	1535
1999	728	760	1488
2000	715	754	1469
Clima	**803**	**849**	**1653**

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
2015	**418**	**421**	**420**
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	**408**	**410**	**409**

II. Productividad de variedades Cenicaña Colombia (CC)

Datos correspondientes a las variedades cosechadas en las catorce zonas agroecológicas más representativas de la agroindustria azucarera colombiana en 2015. 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	428	3317	11.5	118.1	9.2	13.6	1.06	12.9	5.3
10H3	CC 01-1940	113	931	11.7	143.2	10.5	16.7	1.22	13.8	1.5
10H3	CC 93-4418	82	563	12.1	124.3	9.7	15.0	1.17	12.9	3.0
10H3	CC 84-75	27	200	11.6	113.2	8.7	13.2	1.02	13.0	8.2
10H3	CC 98-72	4	46	11.6	144.0	11.4	16.7	1.30	12.8	2.3
10H3	CC 01-1228	3	26	12.4	106.6	8.8	13.3	1.09	12.3	2.4
10H3	CC 92-2804	2	17	10.6	105.2	8.1	11.2	0.85	13.6	7.4
10H3	CC 92-2198	2	14	10.7	137.2	10.2	14.7	1.10	13.5	4.6
			5115							
10H4	CC 85-92	216	1356	11.8	110.1	8.8	12.9	1.03	12.6	6.3
10H4	CC 01-1940	130	974	11.5	120.8	9.4	13.9	1.08	12.9	1.6
10H4	CC 93-4418	40	377	11.7	117.2	9.9	13.7	1.15	11.9	2.7
10H4	CC 84-75	20	156	12.1	113.1	9.0	13.7	1.08	12.6	7.0
10H4	CC 01-1228	9	63	11.0	100.8	8.0	11.1	0.88	12.6	2.8
10H4	CC 05-940	2	20	11.4	107.8	9.1	12.3	1.04	11.8	2.5
10H4	CC 92-2198	3	17	11.2	130.4	9.5	14.6	1.06	13.8	4.8
			2962							
10H5	CC 01-1940	151	984	11.4	107.9	8.5	12.3	0.97	12.9	1.8
10H5	CC 84-75	20	131	11.1	105.0	8.4	11.7	0.93	12.9	10.8
			1115							
11H0	CC 85-92	763	6937	11.7	119.6	9.5	13.9	1.11	12.7	7.2
11H0	CC 93-4418	298	2966	11.7	130.5	10.3	15.3	1.21	12.7	2.7
11H0	CC 01-1940	73	631	11.4	155.7	12.0	17.8	1.37	13.1	1.4
11H0	CC 01-1228	45	433	10.9	145.1	11.6	15.8	1.26	12.6	2.0
11H0	CC 84-75	55	412	11.2	116.5	9.2	13.1	1.03	12.8	8.1
11H0	CC 93-4181	27	223	11.9	126.8	9.9	15.1	1.17	12.9	2.8
11H0	CC 98-72	20	168	11.5	141.4	10.9	16.3	1.25	13.0	2.6
11H0	CC 01-746	17	164	11.8	128.8	10.2	15.2	1.21	12.6	1.5
11H0	CC 92-2198	9	145	10.9	130.3	10.4	14.3	1.15	12.5	5.5
11H0	CC 93-3826	14	127	11.8	121.7	10.0	14.3	1.18	12.2	5.6
11H0	CC 93-3895	9	117	12.0	126.7	9.9	15.1	1.18	12.9	4.7
11H0	CC 97-7170	20	116	11.1	143.7	10.8	15.9	1.20	13.4	1.8
11H0	RB 73-2223	10	51	10.6	128.0	10.2	13.5	1.08	12.7	1.5
11H0	CC 03-154	7	36	11.1	121.5	10.4	13.5	1.16	11.7	4.3
11H0	SP 71-6949	11	34	10.8	130.1	10.0	14.0	1.07	13.1	1.3
11H0	CC 01-678	2	33	11.7	163.7	15.3	19.2	1.79	10.7	2.0
11H0	CC 92-2804	2	19	10.8	143.0	10.3	15.4	1.12	13.8	4.4
			12613							
11H1	CC 85-92	921	8342	11.6	118.4	9.4	13.8	1.09	12.7	7.8
11H1	CC 93-4418	450	4152	11.7	127.2	10.1	14.9	1.18	12.7	2.9
11H1	CC 01-1940	144	1183	11.4	145.0	11.1	16.5	1.27	13.1	1.4
11H1	CC 84-75	75	732	11.1	120.2	9.5	13.4	1.06	12.7	8.8
11H1	CC 93-4181	43	421	11.6	131.2	10.4	15.2	1.21	12.6	2.8

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.)
11H1	CC 01-1228	42	314	10.9	134.1	10.7	14.7	1.17	12.6	2.6
11H1	CC 98-72	36	251	11.4	136.6	10.4	15.5	1.18	13.2	2.1
11H1	CC 01-746	21	177	11.1	121.2	9.8	13.5	1.09	12.4	2.1
11H1	CC 97-7170	27	164	10.7	135.8	10.0	14.5	1.07	13.8	1.5
11H1	CC 93-3826	13	102	11.5	128.9	10.3	14.8	1.18	12.6	4.6
11H1	SP 71-6949	13	97	11.5	126.0	10.4	14.5	1.19	12.2	2.3
11H1	CC 92-2198	6	74	10.5	132.6	10.4	13.9	1.09	12.9	5.8
11H1	RB 73-2223	11	61	12.0	108.5	8.1	13.0	0.97	13.5	1.1
11H1	CC 01-678	7	59	11.1	121.0	9.7	13.5	1.09	12.5	1.8
11H1	CC 03-154	6	40	10.6	130.3	10.1	13.9	1.08	12.9	4.6
11H1	CC 91-1999	1	10	10.8	136.7	11.4	14.8	1.23	12.0	2.0
			16177							
11H2	CC 85-92	380	3072	11.6	114.0	9.2	13.2	1.06	12.5	7.0
11H2	CC 93-4418	178	1601	11.8	124.1	9.9	14.6	1.16	12.7	2.8
11H2	CC 01-1940	83	695	11.4	141.7	11.0	16.2	1.25	13.0	1.6
11H2	CC 84-75	23	150	11.4	106.2	8.6	12.1	0.97	12.5	10.9
11H2	CC 01-1228	11	78	11.2	116.3	9.8	13.0	1.09	11.9	2.1
11H2	CC 93-4181	5	66	13.4	127.7	9.7	17.1	1.30	13.3	2.6
11H2	SP 71-6949	7	57	11.0	120.4	10.3	13.2	1.12	11.7	2.7
11H2	CC 98-72	2	18	11.3	127.5	10.1	14.4	1.14	12.6	2.5
11H2	CC 01-678	1	17	12.6	156.2	11.8	19.7	1.48	13.3	1.0
11H2	CC 06-783	2	17	11.7	113.7	9.8	13.3	1.14	11.7	3.0
11H2	CC 01-746	2	14	12.3	113.6	10.1	14.0	1.24	11.3	4.0
11H2	CC 03-154	1	12	12.9	111.6	8.2	14.4	1.06	13.6	3.0
			5797							
11H3	CC 85-92	793	3798	11.4	108.0	9.0	12.4	1.02	12.1	8.1
11H3	CC 93-4418	281	1881	11.2	117.7	9.8	13.2	1.10	12.1	2.8
11H3	CC 01-1940	229	1085	11.1	126.9	10.5	14.1	1.16	12.2	1.9
11H3	SP 71-6949	39	174	10.5	117.1	10.0	12.3	1.04	11.8	2.8
11H3	CC 01-1228	16	122	11.0	115.4	9.7	12.6	1.06	12.0	3.7
11H3	CC 92-2804	14	85	11.2	109.3	9.0	12.2	1.00	12.2	4.8
11H3	CC 93-4181	11	60	12.0	106.3	8.6	12.8	1.03	12.5	3.2
11H3	CC 97-7170	6	23	13.7	129.4	9.8	17.7	1.34	13.2	1.9
			7227							
15H1	CC 85-92	230	2304	11.6	118.0	9.2	13.7	1.07	12.9	7.2
15H1	CC 93-4418	57	465	11.7	129.9	10.2	15.3	1.20	12.9	2.7
15H1	CC 01-1940	40	425	11.0	141.4	10.5	15.6	1.16	13.6	1.4
15H1	CC 93-3826	16	176	11.3	131.1	10.3	14.8	1.17	12.7	4.8
15H1	CC 84-75	14	143	11.6	107.2	8.4	12.4	0.97	12.8	6.6
15H1	CC 01-1228	11	100	11.7	129.9	10.5	15.2	1.23	12.4	2.0
15H1	CC 97-7170	7	77	11.9	147.8	11.9	17.6	1.42	12.4	1.5
15H1	CC 92-2198	5	72	11.7	119.1	9.4	13.9	1.10	12.7	5.7
15H1	CC 93-4181	6	22	11.4	137.3	10.7	15.6	1.22	12.8	4.7
			3784							

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	163	1289	11.4	115.5	9.2	13.2	1.04	12.7	7.5
18H1	CC 93-4418	57	452	11.6	115.5	9.3	13.4	1.08	12.5	2.8
18H1	CC 01-1940	26	160	11.4	155.0	12.3	17.7	1.40	12.7	1.4
18H1	CC 84-75	11	93	11.3	107.9	8.9	12.2	1.01	12.3	8.1
18H1	CC 01-746	6	69	12.5	116.0	9.4	14.4	1.17	12.4	3.0
18H1	CC 01-1228	9	58	12.0	121.4	9.6	14.6	1.15	12.7	1.8
18H1	CC 97-7170	4	24	12.1	115.1	9.1	14.0	1.10	12.7	1.5
18H1	CC 93-4181	4	21	11.6	101.2	8.1	11.7	0.94	12.4	4.0
18H1	CC 93-3826	1	20	13.3	131.2	10.8	17.4	1.43	12.2	6.0
18H1	CC 03-154	1	11	13.2	101.0	8.4	13.3	1.11	12.0	2.0
			2196							
1H1	CC 85-92	289	2206	11.9	105.9	8.1	12.6	0.96	13.3	5.6
1H1	CC 01-1940	64	592	11.9	127.3	9.5	15.1	1.13	13.5	1.4
1H1	CC 93-4418	56	462	12.1	114.4	8.7	13.8	1.05	13.2	2.5
1H1	CC 93-3826	10	142	11.6	112.6	8.3	13.1	0.97	13.6	4.6
1H1	SP 71-6949	11	102	12.3	114.3	9.0	14.1	1.10	12.8	1.7
1H1	CC 01-1228	3	22	11.9	130.8	10.2	15.6	1.21	12.8	2.4
			3525							
30H1	CC 85-92	126	1086	11.7	115.8	9.1	13.5	1.06	12.8	8.0
30H1	CC 93-4418	71	601	11.5	121.6	9.8	14.0	1.12	12.6	2.9
30H1	CC 01-1940	27	137	11.2	159.8	11.9	17.9	1.33	13.6	1.4
30H1	CC 93-4181	16	124	11.4	128.8	9.8	14.7	1.12	13.2	2.3
30H1	CC 97-7170	3	27	10.9	116.8	9.1	12.7	1.00	12.9	2.0
30H1	CC 01-1228	3	26	10.9	103.1	8.6	11.3	0.94	12.0	2.3
30H1	CC 93-3826	3	25	11.4	104.8	8.0	11.9	0.90	13.2	3.2
30H1	CC 98-72	7	24	10.5	126.8	9.4	13.3	0.99	13.6	3.9
30H1	SP 71-6949	7	20	11.5	108.3	8.6	12.5	0.99	12.6	2.2
			2069							
5H3	CC 85-92	290	2241	11.6	121.1	9.0	14.0	1.04	13.6	3.9
5H3	CC 01-1940	97	864	11.3	144.4	10.4	16.4	1.18	14.0	1.7
5H3	CC 93-4418	35	320	11.7	129.5	9.3	15.1	1.09	13.9	2.7
5H3	CC 84-75	25	275	11.4	113.4	8.4	12.9	0.96	13.6	6.5
5H3	CC 92-2198	7	57	12.0	117.7	7.9	14.1	0.95	14.9	2.4
5H3	CC 92-2804	2	13	13.1	135.4	8.9	17.8	1.16	15.3	3.0
5H3	CC 98-72	1	11	11.5	151.5	11.5	17.4	1.32	13.2	3.0
			3780							
6H1	CC 85-92	1469	14054	11.8	117.7	9.3	13.9	1.09	12.7	6.8
6H1	CC 93-4418	447	3932	11.8	124.6	9.6	14.7	1.14	13.0	2.6
6H1	CC 01-1940	232	2078	11.5	146.1	11.1	16.8	1.27	13.3	1.6

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 84-75	129	1092	11.5	107.8	8.5	12.4	0.98	12.7	7.6
6H1	CC 01-1228	63	520	11.3	129.1	10.2	14.6	1.15	12.7	2.1
6H1	CC 93-4181	56	482	12.3	121.2	9.7	14.9	1.20	12.5	3.8
6H1	CC 97-7170	45	373	11.5	132.1	10.3	15.2	1.18	13.0	1.8
6H1	CC 98-72	36	239	11.3	137.4	10.9	15.5	1.23	12.6	3.0
6H1	RB 73-2223	40	217	10.6	124.1	9.6	13.2	1.02	13.0	1.5
6H1	CC 93-3826	22	193	10.9	128.1	9.9	14.0	1.08	13.0	4.9
6H1	SP 71-6949	22	173	11.8	113.2	8.8	13.4	1.04	12.9	1.7
6H1	CC 92-2198	15	159	11.2	120.2	9.4	13.4	1.04	12.9	5.2
6H1	CC 01-746	14	102	12.3	125.2	9.1	15.5	1.12	13.9	1.4
6H1	CC 92-2804	9	75	11.3	114.3	9.0	12.9	1.02	12.7	6.5
6H1	CC 03-154	8	75	12.1	123.8	9.4	15.0	1.14	13.1	3.2
6H1	CC 93-3895	9	56	11.8	114.5	8.1	13.5	0.94	14.4	3.6
6H1	CC 01-678	7	40	13.0	129.6	9.6	16.9	1.25	13.5	2.1
6H1	CC 84-56	2	30	11.3	125.2	9.5	14.1	1.07	13.2	14.0
6H1	CC 87-434	4	17	10.9	122.7	9.5	13.3	1.03	13.0	17.0
6H1	CC 97-7565	3	15	11.0	136.1	10.6	14.9	1.15	12.9	3.9
			23921							
6H2	CC 85-92	259	2152	11.6	108.1	8.5	12.5	0.98	12.9	6.7
6H2	CC 01-1940	78	695	11.4	121.4	9.4	13.8	1.07	13.0	1.7
6H2	CC 93-4418	95	671	11.8	124.3	9.7	14.7	1.14	12.9	2.5
6H2	CC 84-75	36	371	11.7	108.4	8.5	12.6	1.00	12.8	5.5
6H2	CC 93-4181	4	53	11.8	122.7	9.2	14.5	1.09	13.5	3.0
6H2	CC 01-1228	6	42	11.6	108.2	9.0	12.6	1.04	12.1	1.4
6H2	CC 00-3257	2	16	11.9	105.0	8.5	12.5	1.02	12.3	1.1
			4000							

III. Programa de Aprendizaje y Asistencia Técnica (PAT)

Tecnología	Facilitadores formados	Usuarios finales capacitados[1]
Manejo agronómico del cultivo de caña de azúcar con enfoque de agricultura específica por sitio (AEPS)	105	1041
Control Administrativo del Riego (CAR)	123	1015
Balance hídrico priorizado para la programación de los riegos en caña de azúcar	107	699
Riego con caudal reducido en cultivos de caña de azúcar	105	621
Evaluación del daño de los barrenadores de la caña: *Diatraea* spp. y su control	96	948
Preparación de suelos para la producción sostenible de caña de azúcar	122	263
Evaluación de la eficiencia térmica de calderas en ingenios del sector sucro-energético colombiano.	14	n.a.

1. Personal interno de ingenios, proveedores y personal de proveedores.

n.a: no aplica la capacitación a usuarios finales.

QR código

CONSOLIDADO DE CAPACITACIÓN POR INGENIO, METAS POR INGENIOS Y REGISTRO GRÁFICO DE LAS JORNADAS DE FORMACIÓN DE FACILITADORES.

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

Ingenio Carmelita

Diciembre

- Características de la cosecha del ingenio Carmelita: control de calidad, caracterización de la maquinaria, mejoras en la cosecha y proyección.
- Situación actual del ingenio Carmelita, proyecciones y expectativas del sector azucarero para el año 2016.
- Estado actual del clima y proyección climática para el primer trimestre 2016.

Ingenio Castilla

Diciembre

- Proyección varietal y resultados en el ingenio Riopaila Castilla.
- Impacto de las variedades Cenicaña Colombia en el aumento de la productividad en la industria azucarera.

Incauca

Marzo

- Recuperación de la inversión en la adecuación, preparación y siembra.
- Comportamiento de las variedades en Incauca.
- Actualización del estado de plagas en el Incauca.
- Adopción varietal y su impacto en el sector azucarero colombiano.
- Resultados de producción comercial 2009-2014: CC 93-4418 y CC 85-92 y CC 01-1940 *vs* CC 85-92.
- Manejo agronómico de la variedad CC 01-1940 (respuesta a la fertilización nitrogenada y a los maduradores).

Diciembre

- Perspectivas del mercado del azúcar.
- Principales plagas y organismos benéficos en caña de azúcar.

Ingenio La Cabaña

Marzo

- Estado actual del comportamiento varietal y productivo en el ingenio La Cabaña.
- Resultados comerciales de las nuevas variedades 2010-2015; comparación de las variedades nuevas *vs* CC 85-92 y comportamiento de las variedades nuevas de acuerdo al tipo de suelo.
- Adopción varietal y su impacto en el sector azucarero colombiano.
- Información experimental de variedades y análisis comparativo de productividad y rendimiento de las variedades CC 01-1940 y CC 93-4418 con CC 85-92.
- Prueba semicomercial de variedades promisorias en el ingenio La Cabaña.

Ingenio Manuelita

Octubre

- Resultados de productividad en cañas maduradas y no maduradas; maduradores no herbicidas: edades de aplicación y cosecha.
- Proyección del ingenio.
- Balance hídrico para proveedores.
- Fisiología de la maduración en caña de azúcar.
- Restricción del uso de agua para riego.

Diciembre

- Comportamiento de los precios del azúcar en los mercados internacionales, proyección y situación actual de Manuelita.
- Comportamiento de la productividad enero-octubre 2015.
- Comportamiento varietal 1990-2015.
- Adopción, edad y productividad de las variedades Cenicaña Colombia.

Ingenio Mayagüez

Diciembre

- Resultados del comportamiento comercial de las variedades CC 93-4181, CC 93-4418 y CC 01-1940, sembradas en el ingenio Mayagüez.
- Composición química y aporte nutricional de la vinaza; costos, beneficios y resultados de producción de suertes aplicadas con Mayavín.
- Explicación del proceso de obtención de nuevas variedades desde los cruzamientos hasta la adopción por parte de usuarios finales.
- Resultados comerciales de las variedades CC 93-4181, CC 93-4418, CC 01-746, CC 01-678, CC 97-7170, CC 06-791, CC 00-3771 y CC 99-2461.
- Maduración en caña de azúcar.

Continúa

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

Ingenio Pichichí

Julio

- Distribución varietal y producción según los ambientes semiseco, húmedo y piedemonte del ingenio Pichichí.
- Variedades según el ambiente semiseco: características físicas de las variedades y clasificación de resistencia a las enfermedades roya café, roya naranja, carbón y mosaico.
- Importancia de la maduración en caña de azúcar: criterios para realizar la práctica, condiciones técnicas apropiadas, impacto en la producción, productos en evaluación y aspectos ambientales.
- Comportamiento climático primer semestre del año y proyección climática para el segundo semestre de 2015.

Diciembre

- Producción y acumulación de sacarosa en caña de azúcar.
- Condiciones actuales del clima y la proyección de sus condiciones para el primer trimestre de 2016.
- Seguimiento a la adopción de tecnología.
- Reglamentación del uso de agua.
- Proyección manejo del agua en el ingenio Pichichí.
- Balance de producción del ingenio Pichichí.

Ingenio Providencia

Octubre

- Compromisos ambientales de ingenio Providencia frente a las quemas de cultivos de caña de azúcar en el Valle del Cauca.
- Sistema de manejo sostenible de malezas que permita combinar estrategias de control con el fin de reducir el impacto de las arvenses a un nivel económicamente aceptable.
- Efecto de las arvenses en la producción del cultivo de caña de azúcar en el valle de río Cauca. (El mismo GTT se realizó en dos ocasiones)

Ingenio Riopaila

Diciembre

- Experiencia de un proveedor en el control de *Diatraea* spp.: descripción de los tipos de control, beneficios de las liberaciones, resultados de las evaluaciones y costos.
- Fenómeno de El Niño.
- Estado actual de niveles de ataque de *Diatraea* spp. en el ingenio y acciones para el control en tierras propias y de proveedores.
- Enfermedades que afectan la caña de azúcar en Colombia.
- Manejo de plagas: los barrenadores del tallo *Diatraea* spp. y el salivazo Aeneolamia varia.

Ingenio Risaralda

Diciembre

- Situación actual de la industria y evolución de la distribución de las diferentes especies de *Diatraea* en el valle del río Cauca y el ingenio Risaralda.
- Principales medidas tomadas por el ingenio para el monitoreo y control de la plaga.
- Manejo agronómico de la variedad CC 01-1940 y propuesta de nuevas variedades para ambiente húmedo.
- Fenómeno de El Niño: evolución, efectos en el valle del río Cauca y pronóstico. Clima 2015 y pronóstico 2016.

Ingenio Sancarlos

Diciembre

- Opciones varietales por mega ambientes.
- Condiciones actuales del clima y la proyección de sus condiciones para el primer trimestre de 2016.
- Madurantes alternativos en caña de azúcar.

Marzo

- Control de calidad de labores en el ingenio Sancarlos.
- Guía de Recomendaciones Técnicas (GRT).

V. Registros de derechos de obtentor y de propiedad intelectual

Variedades registradas ante el ICA

Variedad	No. registro	No. resolución	Vigencia
CC 92-2198	A05952	3521 (Octubre14/2008)	20 años
CC 93-3826	A05953	3520 (Octubre14/2008)	20 años
CC 93-3895	A05954	3519 (Octubre14/2008)	20 años
CC 93-4418	A05955	3517 (Octubre 14/2008)	20 años
CC 93-7510	A05956	3518 (Octubre 14/2008)	20 años
CC 92-2804	A091383	001261(Mayo 10/ 2012)	20 años
CC 93-4181	A091384	001250 (Mayo 10/2012)	20 años
CC 01-1228	A091385	001259 (Mayo 10/2012)	20 años
CC 01-678	A091386	001252 (Mayo 10/2012)	20 años
CC 97-7170	A091387	001251(Mayo 10/2012)	20 años
CC 00-3079	A101519	001373 (Marzo 13/2013)	20 años
CC 05-940	A101520	001372 (Marzo 13/2013)	20 años
CC 93-3803	A101521	001366 (Marzo 13/2013)	20 años
CC 01-1940	A101522	01376 (Marzo 13/2013)	20 años
CC 92-2188	A101523	001375 (Marzo 13/2013)	20 años
CC06-791	A101524	001374 (Marzo 13/2013)	20 años
CC 87-434	A01560	00512 (Marzo 7/2002)	15 años

Variedades registradas ante el ICA

Variedad	No. registro	No. resolución	Vigencia
CC 84-75	99434	00510 (Marzo7/2002)	15 años
CC 85-92	99435	00511 (Marzo 7/2002)	15 años

Patente de modelo de utilidad

Título	No. Resolución	Vigencia
Dispositivo de medición de caudal para canales abiertos	37664	13/04/2022

Software con derecho de autor

Título	No. radicación
Guía de recomendaciones técnicas (GRT)	1-2012-47861
Sistema de Información de la Red Meteorológica Automatizada del sector azucarero del valle del río Cauca	1-2012-47878
Ceniprof	1-2007-31442
Herramienta de diagnóstico del rendimiento eléctrico equivalente	1-2012-47613
Sistema de Información de Variedades (SIVAR)	1-2012-47594
Balance hídrico	3123
Balance hídrico versión 3.0	3015790
Seguimiento de tecnología SEGUITEC	99001953
Atlas agroclimático y de la producción de la agroindustria azucarera colombiana versión 1.0	13-7-439
Control administrativo del riego	13-7-447

VI. Documentos registrados en la base de datos bibliográfica

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 Nuñez durante 2015. 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.

Agricultura específica por sitio

Erazo Mesa, O.E. 2015. **Avances en la evaluación del sistema de autoguía en caña de azúcar**. v.1 p. 158-165. En: Congreso de la Asociación Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar, X. Memorias. Cali. Colombia. Septiembre 14-18. Tecnicaña.

Erazo Mesa, O.E.; García Cortés, C.E.; Herrera Rozo, F.A. 2015. **Implementación de una red RTK para el sector agroindustrial de la caña de azúcar de Colombia**. v.1 p. 130-141. En: Congreso de la Asociación Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar, X. Memorias. Cali. Colombia. Septiembre 14-18. Tecnicaña.

García Cortés, C.E.; Herrera Rozo, F.A. y O.E. Erazo Mesa. 2015. **Usando vehículos aéreos no tripulados para la agricultura de precisión en caña de azúcar**. v.3 p. 1-10. En: Congreso de la Asociación Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar, X. Memorias. Cali. Colombia. Septiembre 14-18. Tecnicaña.

Herrera Rozo, F.A.; Sandoval, D.F. y Edward F. Bautista. 2015. **Herramienta ágil para la generación automatizada de reportes y mapas de fertilización bajo un esquema de grandes volúmenes de datos**. v.1 p. 262-268. En: Congreso de la Asociación Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar, X. Memorias. Cali. Colombia. Septiembre 14-18. Tecnicaña.

Herrera Rozo, F.A.; García Cortés, C.E.; Mesa, E.E. 2015. **Desarrollo de una herramienta en ambiente SIG para el control de calidad en labores agrícolas de precisión: caso aplicación de agroquímicos por vía aérea**. v.1 p. 492-499. En: Congreso de la Asociación Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar, X. Memorias. Cali. Colombia. Septiembre 14-18. Tecnicaña.

Herrera Rozo, F.A.; Ocampo, M.A. y Ceballos, M.F. 2015. **Uso de rutinas computacionales para la estructuración de datos geográficos en un ingenio azucarero del norte del Cauca**. v.3 p. 11-16. En: Congreso de la Asociación Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar, X. Memorias. Cali. Colombia. Septiembre 14-18. Tecnicaña.

Isaacs Echeverri, C.H.; Pizarro Esguerra, M.C.; Moreno Gil, C.A. y Posada Contreras, C. 2015. **Impacto de la agricultura específica por sitio en la productividad y rentabilidad del cultivo de caña de azúcar en el valle del río Cauca**. v.3 p. 17-25. En: Congreso de la Asociación Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar, X. Memorias. Cali. Colombia. Septiembre 14-18. Tecnicaña.

Meléndez Oviedo, G.H.; Cruz Bermúdez, D.M.; Campos Rivera, A. y J.E. Pantoja Córdoba. 2015. **Fertirriego con goteo con tres dosis de nitrógeno para el cultivo de la caña de azúcar en un suelo fragmental**. v.1 p. 290-301. En: Congreso de la Asociación Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar, X. Memorias. Cali. Colombia. Septiembre 14-18. Tecnicaña.

Agronomía

Bohórquez, J. y Chica Ramírez, H.A. 2015. **Evaluación de tres equipos de roturación profunda en la producción de cuatro cortes de la variedad CC 93-4418 en un suelo de orden Mollisol, zona agroecológica 11H0 en el Valle del Cauca, Colombia**. v.1 p. 150-157. En: Congreso de la Asociación Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar, X. Memorias. Cali. Colombia. Septiembre 14-18. Tecnicaña.

Campos Rivera, A. y Cruz Bermúdez, D.M. 2015. **Comparación de dos modalidades de riego por surcos en caña de azúcar.** v.1 p. 340-346. En: Congreso de la Asociación Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar, X. Memorias. Cali. Colombia. Septiembre 14-18. Tecnicaña.

Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia. Cenicaña 2015. **Fisiología: hacia una agricultura más precisa**. En: Carta Informativa v.3 no.2, noviembre (2015). p. 12-13.

Documentos registrados en la base de datos bibliográfica. Continuación.

Chica Ramírez, H.A.; Narváez C., M.; Bastidas, P.I.; Realpe, S.L. y G. Guerra. 2015. **Variabilidad de las propiedades químicas de los suelos del ingenio La Cabaña, enfoque estadístico**. v.1 p. 280-289. En: Congreso de la Asociación Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar, X. Memorias. Cali. Colombia. Septiembre 14-18. Tecnicaña.

Cruz Bermúdez, D.M.; Campos Rivera, A. y J. Valencia Arcilla. 2015. **Alternativas de manejo de la caña de azúcar en zonas de Piedemonte.** v.1 p. 355-363. En: Congreso de la Asociación Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar, X. Memorias. Cali. Colombia. Septiembre 14-18. Tecnicaña.

Cucalón García, F. 2015. **Informe de pasantía, área de maduración, Programa de Agronomía.** Palmira: Universidad Nacional, Sede Palmira, Facultad de Ingeniería Agronómica; Cenicaña, 30 p.

Espinosa Criales, E.M: Valencia Montenegro, J.J. y Daza, M.C. 2015. **Medición de los esfuerzos horizontales causados durante el tráfico de equipos para la cosecha de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*).** v.1 p. 547-556. En: Congreso de la Asociación Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar, X. Memorias. Cali. Colombia. Septiembre 14-18. Tecnicaña.

Hernández Rojas, F.E.; Yarce, C.; Sánchez Motta, T. y N.J. Gil Zapata. 2015. **Determinación de materia orgánica en suelos del valle geográfico del río Cauca.** v.1 p. 228-238. En: Congreso de la Asociación Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar, X. Memorias. Cali. Colombia. Septiembre 14-18. Tecnicaña.

Hincapié Gómez, E. y Chica Ramírez, H.A. 2015. **Relación entre el potencial mátrico del suelo, transpiración y crecimiento del cultivo de la caña de azúcar**. v.1 p. 332-339. En: Congreso de la Asociación Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar, X. Memorias. Cali. Colombia. Septiembre 14-18. Tecnicaña.

López Murcia, M.A. 2015. **Dinámica de acumulación de sacarosa en caña de azúcar**. v.1 p. 500-510. En: Congreso de la Asociación Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar, X. Memorias. Cali. Colombia. Septiembre 14-18. Tecnicaña.

Morales, A.; Chica Ramírez, H.A.; Arango, R.; Restrepo Rengifo, M. 2015. **Sistema de corte manual de caña de azúcar con machete australiano en ingenio Mayagüez S.A**. v.1 p. 538-546. En: Congreso de la Asociación Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar, X. Memorias. Cali. Colombia. Septiembre 14-18. Tecnicaña.

Muñoz Arboleda, F. 2015. **Efectos de la fertilización con vinaza en mezcla con fuentes nitrogenadas**. Carta Informativa v.3 no.1, Julio (2015). p. 18-19.

Muñoz Arboleda, F. y F. Villegas Trujillo. 2015. **Fertilización nitrogenada en la variedad CC 01-1940 en zonas húmedas en el valle del río Cauca**. v.1 p. 193-198. En: Congreso de la Asociación Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar, X. Memorias. Cali. Colombia. Septiembre 14-18. Tecnicaña.

Muñoz Arboleda, F. 2015. **Efecto de la incorporación de Caupí (*Vigna Unguiculata*, L.) como abono verde en el requerimiento de nitrógeno (N) de la caña de azúcar**. v.1 p. 256-261. En: Congreso de la Asociación Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar, X. Memorias. Cali. Colombia. Septiembre 14-18. Tecnicaña.

Rojas Delgado, S. 2015. **Informe final estudiante en práctica. Superintendencia, variedades y agronomía.** Tuluá: Centro Latinoamericano de Especies Menores; Cenicaña, 25 p.; Ej.2 CD-ROM.

Villa Arana, J. 2015. **Convenio CVC-Cenicaña (Marco de Convenio No. 036 de 2014)** Desarrollo e implementación de la segunda y tercera fase de la red de monitoreo de suelos en el Valle del Cauca en el marco del proyecto 1780 e implementación y validación de metodologías para determinación de C lábil y N rápidamente mineralizable como herramientas para determinar la respuesta a la fertilización nitrogenada en caña de azúcar. Proyecto 02.02.49 Informe final estudiante en práctica. Cali: Universidad Santiago de Cali, Facultad de Química; Cenicaña, 42 p.

Continúa

Documentos registrados en la base de datos bibliográfica. Continuación.

Análisis económico y estadístico

Chica Ramírez, H.A. 2015. **Avances en el pronóstico de la productividad de la caña de azúcar en Colombia**. v.3 p. 26-30. En: Congreso de la Asociación Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar, X. Memorias. Cali. Colombia. Septiembre 14-18. Tecnicaña.

Bioinformática

Espitia Navarro, H.F. 2015. **Desarrollo de un modelo de minería de datos para la identificación de genes candidatos asociados con tolerancia a estrés hídrico en caña de azúcar**. Cali: Universidad del Valle, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería en Sistemas y Computación; Cenicaña. 289 p. Tesis Magister en Ingeniería.

Riascos Arcos, J.J. 2015. **Bioinformatics training report: transcriptome De Novo Assembly and SNP calling from RNASeq data. The genome analysis Centre (TGAC)**. October 1-24, 2014. Norwich, UK Cali: Cenicaña, 22 p.

Biotecnología

Espitia Navarro, H.F.; Tischer, I. y John Jaime Riascos. 2015. **Identificación y selección de genes de caña de azúcar con potencial para conferir tolerancia al déficit hídrico y a la inundación.** v.1 p. 74-81. En: Congreso de la Asociación Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar, X. Memorias. Cali. Colombia. Septiembre 14-18. Tecnicaña.

Franco Arango, C.M.; Riascos Arcos, J.J.; Espitia Navarro, H.F. Salazar Villareal, F.A. y J. López Gerena. 2015. **Evaluación de la diversidad genética en una población de 220 genotipos de caña de azúcar utilizando marcadores moleculares SNP**. v.1. p.45-50. En: Congreso de la Asociación Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar, X. Memorias. Cali. Colombia. Septiembre 14-18. Tecnicaña.

Franco Arango, C.M.; Jaimes Quiñones, H.A.; Muñoz Arboleda, F.; Riascos Arcos, J.J.; Chica Ramírez, H.A. y J. López Gerena. 2015. **Expresión de Glutamina Sintetasa en asimilación de amonio y nitrato en caña de azúcar**. v.1 p. 239-245. En: Congreso de la Asociación Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar, X. Memorias. Cali. Colombia. Septiembre 14-18. Tecnicaña.

Ocampo Quiceno, I.C.; Barrios Méndez, R.; Jaimes Quiñones, H.A.; Mosquera Vergara, P.A. 2015. **Avances en el proceso de transformación genética de la caña de azúcar (*Saccharum* spp.)**. Cali, Colombia : Tecnicaña. Memorias. Septiembre 14-18, 2015, Vol. 1 p. 36-44. Cali, Colombia.

Sarria Zuñiga, D.V. 2015. **Desarrollo de una plataforma de ingeniería genética en *Saccharum* cerevisiae para la expresión y evaluación de genes con potencial biotecnológico en caña de azúcar**. Informe Final. Cali: Cenicaña, 83 p. Ej.2; CD-ROM.

Climatología y meteorología

Cortés Betancourt, E. 2015. **Proyección climática para el valle del río Cauca**. Carta Informativa v.3 no.1, Julio (2015). p.3.

Cortés Betancourt, E.; Herrera Rozo, F.A.; Borrero López, J.C.; Castrillón, J.F. y J.L. Rivas Neira. 2015. **Sistema de información normativa para el análisis de viento en el sector azucarero colombiano "SIN Pavesa"**. v.3 p. 52-61. En: Congreso de la Asociación Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar, X. Memorias. Cali. Colombia. Septiembre 14-18. Tecnicaña.

Villegas Trujillo, F.; Carbonell González, J.A.; Cortés Betancourt, E. y H.A. Chica Ramírez. 2015. **Efecto del clima en la producción y en el rendimiento de la caña en el valle del río Cauca 1990-2014**. v.3 p. 62-76. En: Congreso de la Asociación Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar, X. Memorias. Cali. Colombia. Septiembre 14-18. Tecnicaña.

Comunicación

Campiño Blanco, A. 2015. **Diseño de comunicación visual y atención a visitantes**. **Informe final estudiante en práctica**. Cali: Pontificia Universidad Javeriana, Facultad de Humanidades y Ciencias Sociales; Cenicaña, 10 p.

Continúa

Documentos registrados en la base de datos bibliográfica. Continuación.

Innovación

Amaya Estévez, A. 2015. **Experiencias que motivan a innovar**. Carta Informativa v.3 no.1, Julio (2015), 2 p.

Informes de gestión

Amaya Estévez, A. 2015. **Informe de gestión del director general a diciembre 31 de 2014**. Sala general. Cali: Cenicaña, 7 p.

Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia. 2015. **Comité de programas. Proyectos y hechos destacados 2015**. Cali: Cenicaña, 168 p.

Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia. Cenicaña 2015. **Informe Anual 2014**. Cali: Cenicaña, 159 p.

Mejoramiento Genético

Viveros Valens, C.A.; Cuervo, L.E.; Bastidas, P.; Silva Aguilar, F.; Salazar Villareal, F.A.; Ángel Sánchez, J.C. Victoria Kafure, J.I. y C.A. Moreno Gil. 2015. **Avances en la selección de variedades para las zonas húmedas del valle del río Cauca, Colombia**. v1. p.19-30. En: Congreso de la Asociación Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar, X. Memorias. Cali. Colombia. Septiembre 14-18. Tecnicaña.

Viveros Valens, C.A.; Moreno Gil, C.A. y L.E. Cuervo. 2015. **Evaluación de la productividad y la capacidad soquera de las variedades CC 93-4418 y CC 01-1940 en el valle del río Cauca, Colombia**. v.1 p. 64-73. En: Congreso de la Asociación Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar, X. Memorias. Cali. Colombia. Septiembre 14-18. Tecnicaña.

Zapata Martínez, S.L.; Salazar Villareal; F.A.; Victoria Kafure, J.I.; Silva Aguilar, F.; Viveros Valens, C.A.; Ranjel Jiménez, H. y Granobles Parra, Y.X. 2015. **Análisis de la diversidad de una colección de 171 accesiones de caña de azúcar evaluada en un ambiente semiseco del valle del río Cauca.** v.1 p. 88-96. En: Congreso de la Asociación Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar, X. Memorias. Cali. Colombia. Septiembre 14-18. Tecnicaña.

Procesos fabriles

Arbeláez Vásquez, N. 2015. **Mitigación del impacto de la calidad de la materia prima y condiciones de proceso sobre el color del producto final**. Informe final estudiante en práctica. Cali: Cenicaña, 40 p.

Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia. Cenicaña 2015. **Recuperación de condensados, un reto para la gestión del agua**. Carta Informativa v.3 no.1. Julio (2015). p. 4-5.

Cobo Barrera, D.F.; Gómez Perlaza, A.L.; Gil Zapata, N.J.; Orduz Alano, S. y A. López. 2015. **Hacia modelos de gestión de mantenimiento clase mundial en la industria sucroenergética colombiana**. v.2 p. 25-35. En: Congreso de la Asociación Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar, X. Memorias. Cali. Colombia. Septiembre 14-18. Tecnicaña.

Cobo Barrera, D.F.; Pereddo Vidal, S.; Paredes, N. y N.J. Gil Zapata. 2015. **Valoración de circuitos de agua en el proceso azucarero**. v.3 p. 119-129. En: Congreso de la Asociación Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar, X. Memorias. Cali. Colombia. Septiembre 14-18. Tecnicaña.

Daza Merchán Z.T; Cuadrado Osorio, P.D.; Cardozo Guzmán, M.C.; Chica Ramírez, H.A. Y N.J. Gil Zapata. 2015. **Comportamiento de los microorganismos y su incidencia en la calidad de los jugos de caña**. v.2 p. 125-133. En: Congreso de la Asociación Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar, X. Memorias. Cali. Colombia. Septiembre 14-18. Tecnicaña.

Daza Merchán, Z.T.; Montilla Prado, M.; Trujillo Gómez, C.D.; Socarrás Díaz, J.I.; Laguado Sanguino, J.A. y N.J. Gil Zapata. 2015. **Efecto de la suplementación de hierro y zinc sobre la eficiencia fermentativa de la levadura**. v.2 p. 246-253. En: Congreso de la Asociación Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar, X. Memorias. Cali. Colombia. Septiembre 14-18. Tecnicaña.

Hernández Rojas, F.S.; Daza Merchán, Z.T.; Cardozo Guzmán, M.C.; Chica Ramírez, H.A. y N.J. Gil Zapata. 2015. **Cuantificación y validación de la determinación de polisacáridos vía NIR y su importan-**

Continúa

Documentos registrados en la base de datos bibliográfica. Continuación.

cia en el proceso azucarero. v.2 p. 145-153. En: Congreso de la Asociación Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar, X. Memorias. Cali. Colombia. Septiembre 14-18. Tecnicaña.

Imbachí, S.; Lucuara Medina, J.E; Orduz Aladino, S.; Daza Merchán, Z.T. y N.J. Gil Zapata. 2015. **Impacto en el incremento de la materia extraña sobre la calidad de los materiales y la eficiencia del proceso**. v.2 p. 134-144. En: Congreso de la Asociación Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar, X. Memorias. Cali. Colombia. Septiembre 14-18. Tecnicaña.

Imbachí, S.; Rodríguez Sarasty, J.G; Hernández Rojas, F.S. y N.J. Gil Zapata. 2015. **Efecto de la sulfitación, la clarificación y alternativas decolorantes sobre la remoción de color en materiales de proceso**. v.2 p. 154-160. En: Congreso de la Asociación Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar, X. Memorias. Cali. Colombia. Septiembre 14-18. Tecnicaña.

López Cuenca, A. 2015. **Modelo de gestión de activos para los ingenios azucareros**. Informe Final Contrato estudiante en práctica Cali: Cenicaña, 31 p.; Ej.2; CD-ROM.

Lucuara Medina, J.E. 2015. **Alternativas para mejorar la combustión en el sector sucroenergético**. Carta Informativa v.3 no.2, Noviembre (2015). p. 18-19.

Lucuara Medina, J.E.; Ospina Patiño, A.F.; Gómez Perlaza, A.L. y N.J. Gil Zapata. 2015. **Modelamiento CFD de la combustión en calderas: criterios, condiciones y potencial**. v.2 p. 80-87. En: Congreso de la Asociación Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar, X. Memorias. Cali. Colombia. Septiembre 14-18. Tecnicaña.

Lucuara Medina, J.E.; Mosquera, V.I.; Cobo Barrera, D.F.; Ospina Patiño, A.F.; Gómez Perlaza, A.L. y N.J. Gil Zapata. 2015. **Evaluación estequiométrica de la combustión y la distribución de aires en la eficiencia térmica de calderas**. v.2 p. 88-95. En: Congreso de la Asociación Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar, X. Memorias. Cali. Colombia. Septiembre 14-18. Tecnicaña.

Lucuara Medina, J.E; Cobo Barrera, D.F.; Orduz Aladino, S.; Gómez Perlaza, A.L. y N.J. Gil Zapata. 2015. **Aspectos operativos y de diseño para la confiabilidad y desempeño de las estaciones de preparación y molienda**. v.2 p. 238-245. En: Congreso de la Asociación Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar, X. Memorias. Cali. Colombia. Septiembre 14-18. Tecnicaña.

Montes Posso, J.D. 2015. **Diseño y construcción de un banco de pruebas para procesos termoquímicos de transformación de biomasa (Residuos de cosecha de caña)**. Cali: Universidad del Valle, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Mecánica; Cenicaña, 116 p.; Ej.2; CD-ROM. Tesis: Ingeniero Mecánico.

Muñoz Montenegro, E.C.; Chávez Bolaños, J.C. y A.L. Gómez Perlaza. 2015. **Alcances en la implementación de mejores prácticas de mantenimiento hacia un RCM (Mantenimiento basado en confiabilidad)**. v.2 p. 36-45. En: Congreso de la Asociación Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar, X. Memorias. Cali. Colombia. Septiembre 14-18. Tecnicaña.

Navas Monares, J.R. 2015. **Evaluación del impacto de cepas de bacterias ácido lácticas en la fermentación para la producción de etanol carburante**. Informe final. Contrato estudiante en práctica. Cali: Cenicaña. 22 p.

Orduz Aladino, S.; Gómez Perlaza, A.L. y N.J. Gil Zapata. 2015. **Desarrollo e implementación de estrategia de control por torque para molinos de caña de azúcar**. v.2 p. 1-9. En: Congreso de la Asociación Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar, X. Memorias. Cali. Colombia. Septiembre 14-18. Tecnicaña.

Orduz Aladino, S.; Montes Posso, J.D.; Gómez Perlaza, A.L. y N.J. Gil Zapata. 2015. **Aplicación de herramientas computacionales y experimentales para el mejoramiento del desempeño en molienda**. v.2 p. 17-24-xx. En: Congreso de la Asociación Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar, X. Memorias. Cali. Colombia. Septiembre 14-18. Tecnicaña.

Continúa

Documentos registrados en la base de datos bibliográfica. Continuación.

Ortiz Cerón, E.F. 2015. **Diseño y construcción de un microgasificador para residuos de cosecha de la caña de azúcar**. Cali; Universidad del Valle; Cenicaña. 97 p. Tesis: Ingeniero Mecánico.

Pereddo Vidal, S.; Mosquera Bastidas, N.I.; Romero, E. y N.J. Gill Zapata. 2015. **Estimación de la incertidumbre en el balance de sacarosa**. v.2 p. 271-281. En: Congreso de la Asociación Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar, X. Memorias. Cali. Colombia. Septiembre 14-18. Tecnicaña.

Prieto Correal, G.C.; Daza Merchán Z.T; Chica Ramírez, H.A. y N.J. Gil Zapata. 2015. **Reducción del riesgo microbiológico en la producción de azúcar dentro del enfoque del sistema de gestión de inocuidad**. v.2 p. 260-270. En: Congreso de la Asociación Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar, X. Memorias. Cali. Colombia. Septiembre 14-18. Tecnicaña.

Rodríguez Sarasty, J.G.; Imbachí, S. y N.J. Gil Zapata. 2015. **Impacto del diseño y la operación sobre el desempeño de estaciones de evaporación**. v.2 p. 216-224. En: Congreso de la Asociación Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar, X. Memorias. Cali. Colombia. Septiembre 14-18. Tecnicaña.

Sanidad vegetal

Acosta Vega, Y.C. 2015**. Diagnóstico de las enfermedades SCYLV, RSD y LSD en caña de azúcar (Saccharum spp.) mediante PCR en tiempo real**. Cali: Cenicaña, 64 p.

Acosta Vega, Y.C.; Cadavid Ordóñez, M.; Ángel Sánchez, J.C.; Victoria Kafure, J.I. y C.A. Angel Calle. 2015. **Diagnóstico del virus de la hoja amarilla *(SCYLV, Polerovirus)* mediante PCR en tiempo real *(RT-qPCR)***. v.1 p. 444-452. En: Congreso de la Asociación Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar, X. Memorias. Cali. Colombia. Septiembre 14-18. Tecnicaña.

Amaya Estévez, A. 2015. **La sanidad del cultivo: factor fundamental para mayor producción**. En: Carta Informativa. v.3 no.2, Noviembre (2015). p.2.

Ángel Sánchez, J.C.; Cadavid Ordóñez, M.; Victoria Kafure, J.I y C.A. Angel Calle. 2015. **Situación y manejo de la roya café (*Puccinia melanocephala Syd & y P. Syd*) y la roya naranja (*Puccinia kuenii E.J. Butler*) en variedades de caña de azúcar (CC y otras) en Colombia**. v.1 p. 473-481. En: Congreso de la Asociación Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar, X. Memorias. Cali. Colombia. Septiembre 14-18. Tecnicaña.

Cadavid Ordóñez, M.; Ángel Sánchez, J.C.; Guzmán Ramírez, M.L.; Herrera Rozo, F.A.; Victoria Kafure, J.I. y C.A. Angel Calle. 2015. **Situación actual y prevalencia del virus de la hoja amarilla (*SCYLV*) en el valle del río Cauca en Colombia**. v.1 p. 463-472. En: Congreso de la Asociación Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar, X. Memorias. Cali. Colombia. Septiembre 14-18. Tecnicaña.

Cárdenas Rendón, N.A. 2015. **Informe de actividades para el servicio de diagnóstico de enfermedades y servicio de recuento de microorganismos del laboratorio de fitopatología. Informe del contrato pasantía. Julio 2014-Enero 2015**. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana, Facultad de Microbiología Industrial; Cenicaña, 28 p.

Cardozo Burgos, C.; Acosta Vega, Y.C.; Cadavid Ordoñez, M. y J.C. Angel Sánchez. 2015. **Determinación de la infección por el virus de la hoja amarilla (*SCYLV*, Polerovirus) mediante PCR en tiempo real (RT-qPCR) en plantas adultas**. v.1 p. 453-462. En: Congreso de la Asociación Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar, X. Memorias. Cali. Colombia. Septiembre 14-18. Tecnicaña.

Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia. Cenicaña. 2015. **Nuevas variedades de caña de azúcar, alternativas para la sostenibilidad del sector**. Procaña no.109, Marzo (2015). p.8.

Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia. CENICAÑA 2015**. Los barrenadores *Diatraea* del tallo de la caña: enemigos silenciosos que se deben combatir mediante un esfuerzo conjunto.** Procaña no.109, marzo (2015). p.20, 22-23.

Continúa

Documentos registrados en la base de datos bibliográfica. Continuación.

Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia. Cenicaña 2015. **Moscas: aliadas de los cañicultores en el control del barrenador *Diatraea spp*.** Carta Informativa v.3 no.1, Julio (2015). p. 6-7.

Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia. Cenicaña 2015. **Proteja sus semilleros y cultivos con medidas sanitarias**. En: Carta Informativa. v.3 no.2, Noviembre (2015). p. 9-11.

Londoño Sánchez, C. 2015. **Desarrollo de *Cotesia flavipes (Hymenoptera: Braconidae*) sobre diatraea indigenella (*Lepidoptera: Crambidae*) en laboratorio**. Informe final pasantía Cali: Universidad del Valle; Cenicaña, 30 p.

Ramírez Sánchez, G.D.; Vargas Orozco, G.A.; Londoño, S.; Melo, Y.; Bernal, N.; Montenegro, M.F.; Palomino, R.; Bohórquez, A.; Tafur, J.; Gutiérrez, Y.; González, A.; Rojas, E.; Villegas, A. y F.A. Herrera Rozo. 2015. **Distribución de las especies de *Diatraea* y sus enemigos naturales en caña de azúcar en el valle del río Cauca.** v.1 p. 402-410. En: Congreso de la Asociación Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar, X. Memorias. Cali. Colombia. Septiembre 14-18. Tecnicaña.

Vargas Orozco, G.A. 2015. **Evaluación del daño de los barrenadores de la caña: *Diatraea spp* y su control. Guía metodológica**. Cali: Cenicaña, 97 p.

Vargas Orozco, G.A.; Villegas, A.; Ramírez Sánchez, G.D.; Barco, L.E.; Gutiérrez, Y.; Herrera, A. e I. Valencia. 2015. **Eficacia de las liberaciones de enemigos naturales para el manejo de *Diatraea tabernella* y D. *busckella* en la zona norte del valle del río Cauca**. v.1 p. 411-422. En: Congreso de la Asociación Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar, X. Memorias. Cali. Colombia. Septiembre 14-18. Tecnicaña.

Vargas Orozco, G.A. y L.A. Lastra Borja. 2015. **Caracterización morfológica de las especies de *Diatraea* que atacan la caña de azúcar en el valle del río Cauca**. v.1 p. 423-432. En: Congreso de la Asociación Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar, X. Memorias. Cali. Colombia. Septiembre 14-18. Tecnicaña.

Sostenibilidad

Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia. 2015. **¿Estamos conservando los suelos?**. Carta Informativa. v.3, no.1, Julio (2015). p. 10-11.

Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia. Cenicaña 2015. **El Hatico no es un proyecto romántico; es una realidad económica**. En: Carta Informativa v.3 no.1, Julio (2015). p. 16-17.

Cruz Valderrama, J.R. 2015. **Manejo eficiente del riego en el cultivo de la caña de azúcar en el valle geográfico del río Cauca**. Cali: Cenicaña, 191 p.

Galvis Mendoza, J. (2015). **Servicio de diagnóstico de enfermedades y recuento de microorganismos del suelo**. Informe del contrato de pasantía. Julio 2014 - Enero 2015. Cali: Universidad del Valle, Facultad de Bacteriología y Laboratorio Clínico; Cenicaña, 42 p.

López Murcia, M.A. y Carbonell Gonzáles, J.A. 2015. **Respuesta de la fotosíntesis y la eficiencia en el uso del agua de cuatro variedades de caña de azúcar a la radiación fotosintéticamente activa.** v.1 p. 302-310. En: Congreso de la Asociación Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar, X. Memorias. Cali. Colombia. Septiembre 14-18. Tecnicaña.

Múnera Castañeda, B. 2015. **Métodos para aprovechar el agua de forma eficiente y sostenible en el proceso sucro-energético**. Informe Final, estudiante en práctica. Cali: Universidad del Valle, Facultad de Ingeniería; Cenicaña.

Palacios García, D.; Trujillo Gómez, C.D.; Socarrás Díaz, J.I. y N.J. Gil Zapata. 2015. **Análisis de ciclo de vida en el sector azucarero colombiano como herramienta para determinar sus emisiones de gases de efecto invernadero**. v.3 p. 152-158. En: Congreso de la Asociación Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar, X. Memorias. Cali. Colombia. Septiembre 14-18. Tecnicaña.

Continúa

Documentos registrados en la base de datos bibliográfica. Continuación.

Rodríguez Hurtado, L.A.; Valencia Montenegro, J.J. 2015. **Preparación de suelos para la producción sostenible de caña de azúcar. Guía metodológica**. Cali: Cenicaña, 161 p. (Materiales para la transferencia de tecnología en la agroindustria de la caña de azúcar. Serie: Sistema de producción agrícola).

Subproductos y derivados

Segura Beltrán, A.B. 2015. **Aislamiento, conservación y caracterización de bacterias ácido lácticas procedentes de una planta de producción de etanol**. Cali: Pontificia Universidad Javeriana, Facultad de Ciencias; Cenicaña, 39 p.

Transferencia de tecnología

Isaacs Echeverri, C.H.; Mosquera Daza, L.A.; Pizarro Esguerra, M.C. 2015. **Caracterización de base PAT. Adopción de tecnología agrícolas. Ingenio Mayagüez 2014**. Proyecto: Seguimiento dinámico a la adopción de tecnología y evaluación de impacto. Cali: Cenicaña, 48p. (Documento de trabajo, no.754).

Isaacs Echeverri, C.H.; Mosquera Daza, L.A.; Pizarro Esguerra, M.C. 2015. **Caracterización de base PAT Adopción de tecnologías agrícolas ingenio Manuelita 2014**. Proyecto: Seguimiento dinámico a la adopción de tecnología y evaluación de impacto. Cali: Cenicaña, 48 p. (Documento der trabajo, no.753).

Isaacs Echeverri, C.H.; Mosquera Daza, L.A.; Guzmán Rivera, S. 2015. **Caracterización de base. Adopción de tecnologías agrícolas Incauca S.A.** Proyecto: Seguimiento dinámico a la adopción de tecnología y evaluación de impacto. Cali: Cenicaña, 50 p. (Documento de trabajo, no.745).

Isaacs Echeverri, C.H.; Mosquera Daza, L.A.; Vega Osorio, A.; Alarcón Muriel, S.L. 2015. **Caracterización de base PAT. Adopción de tecnologías agrícolas. Ingenio Carmelita. 2014**. Proyecto: Seguimiento dinámico a la adopción y evaluación de impacto. Cali: Cenicaña, 46 p. (Documento de trabajo, no.752).

Isaacs Echeverri, C.H.; Mosquera Daza, L.A.; Pizarro Esguerra, M.C. 2015**. Caracterización de base PAT Adopción de tecnologías agrícolas Ingenio Riopaila Castilla, Planta Castilla 2013**. Proyecto: Seguimiento dinámico a la adopción de tecnología y evaluación de impacto. Cali: Cenicaña, 45 p. (Documento de trabajo, no.751).

Isaacs Echeverri, C.H.; Mosquera Daza, L.A.; Vega Osorio, A.; Alarcón Muriel, S.L. 2015. **Caracterización de base PAT Adopción de tecnologías agrícolas. Ingenio Sancarlos 2013**. Proyecto: seguimiento dinámico a la adopción de tecnología y evaluación de impacto. Cali: Cenicaña, 45 p. (Documento de trabajo, no.750).

Isaacs Echeverri, C.H.; Mosquera Daza, L.A.; Guzmán Rivera, S.P. 2015. **Caracterización de base PAT. Adopción de tecnologías agrícolas Ingenio Riopaila Castilla, Planta Riopaila 2014**. Proyecto: seguimiento dinámico a la adopción de tecnología y evaluación de impacto. Cali: Cenicaña, 44 p. (Documento de trabajo, no.749).

Isaacs Echeverri, C.H.; Mosquera Daza, L.A.; Vega Osorio, A. Alarcón Muriel, S.L. 2015. **Caracterización de base PAT - Adopción de tecnologías agrícolas**. **Ingenio Pichichí S.A. 2013**. Proyecto: Seguimiento dinámico a la adopción de tecnología y evaluación de impacto. Cali: Cenicaña, 46 p. (Documento de trabajo, no.747)

Isaacs Echeverri, C.H.; Mosquera Daza, L.A.; Pizarro, Esguerra, M.A. Guzmán Rivera, S.P.; Alarcón Muriel; S.L y Vega Osorio, A. 2015. **Adopción de tecnologías agrícolas y su impacto en la productividad de la agroindustria azucarera de Colombia**. v.1 p. 568-576. En: Congreso de la Asociación Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar, X. Memorias. Cali. Colombia. Septiembre 14-18. Tecnicaña.

Variedades de caña de azúcar

Bastidas, P.; Tique, W.; López Murcia, M.A. y G. Medina.2015. **Comparativo comercial de la variedad CC 01-1940 con la variedad CC 85-92 en ambientes húmedos: resultados y experiencias**. V.1 p.30-35. En: Congreso de la Asociación Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar, X. Memorias. Cali. Colombia. Septiembre 14-18. Tecnicaña.

Documentos registrados en la base de datos bibliográfica. Continuación.

Granobles Parra, Y.X.; Silva Aguilar, F.; Salazar Villareal, F.A; Victoria Kafure, J.I; Viveros Valens, C.A.; Zapata Martínez, S.L.; Quintero Muñoz, M.A. 2015. **Estabilidad agronómica de las variedades CC 97-7170 y CC 01-678 en zonas agroecológicas representativas del ambiente semiseco del Valle del Cauca.** Cali, Colombia: TECNICAÑA. En: X Congreso de la Asociación Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar. Memorias. Septiembre 14-18, 2015, Vol. 1 p. 12-18. Cali, Colombia.

Granobles Parra, Y.X; Silva Aguilar, F.; Salazar Villareal, F.A.; Victoria Kafure, J.I.; Viveros Valens, C.A.; Zapata Martínez, S.L. y M.A. Quintero Muñoz. 2015**. Obtención de variedades para la zona seca-semiseca del valle del río Cauca**. V.1 p.1-18. En: Congreso de la Asociación Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar, X. Memorias. Cali. Colombia. Septiembre 14-18. Tecnicaña.

Granobles Parra, Y.X.; Silva Aguilar, F.; Salazar Villareal; F.A.; Victoria Kafure, J.I.; Viveros Valens, C.A.; Zapata Martínez, S.L. y M.A. Quintero Muñoz. 2015. **Adopción, seguimiento y multiplicación de variedades para el piedemonte del valle del río Cauca.** v.1 p. 108-115. En: Congreso de la Asociación Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar, X. Memorias. Cali. Colombia. Septiembre 14-18. Tecnicaña.

Rodríguez, J.I.; Ángel Sánchez, J.C.; Montaño Carvajal, P.A.; Cadavid Ordóñez, M. y C.A. Angel Calle. 2015. **Avances e impacto del servicio de multiplicación y propagación de variedades de Cenicaña como estrategia para la renovación varietal en el valle del río Cauca**. v.1 p. 97-107. En: Congreso de la Asociación Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar, X. Memorias. Cali. Colombia. Septiembre 14-18. Tecnicaña.

Salazar Villareal, F.A.; Silva Aguilar, F.; Victoria Kafure, J.I.; Granobles Parra, Y.X.; Viveros Valens, C.A.; y H. Ranjel Jiménez. 2015. **Estabilidad agronómica de la variedad CC 93-4418 en zonas semisecas del valle del río Cauca**. v.1 p. 53-63. En: Congreso de la Asociación Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar, X. Memorias. Cali. Colombia. Septiembre 14-18. Tecnicaña.

QR código

BIBLIOTECA

Apéndice

I. Comités de investigación

Comité de Investigación de Campo

Marzo 5

- Promoción del X Congreso de Tecnicaña 2015.
- Censo de variedades.
- Situación actual de *Diatraea* en el valle del río Cauca: estrategia conjunta de manejo.
- Dinámica de acumulación de la sacarosa.
- Informe del clima de 2014. Pronósticos y proyección del clima para el primer semestre de 2015.
- Informe de producción comercial de 2014 y tendencias de 2015.

Junio 24

- Informe de producción comercial de 2014 y tendencias de 2015.
- Informe del clima de 2015. Pronóstico y proyección del clima para el segundo semestre de 2015.
- Resultados del estado III 2008-2009-2010 para ambiente húmedo.
- Resultados del estado III 2008-2009 para ambiente semiseco.
- Respuesta al agua de la variedad CC 01-1228.
- Distribución de las especies de *Diatraea* y de sus enemigos naturales en el valle del río Cauca.
- Avances del Programa de Aprendizaje y Asistencia Técnica (PAT).

Septiembre 22

- Informe del clima de 2015. Pronóstico y proyección del clima del segundo semestre de 2015 y primer trimestre de 2016.
- La productividad y su efecto en algunas variables económicas.
- Beneficios tangibles de la Mesa del Agua.
- Monitoreo de respuestas hidrológicas a escalas múltiples.
- Selección recurrente para alta sacarosa.
- Avances de multiplicación, seguimiento y adopción.

Noviembre 11

- El Niño y el clima del valle del río Cauca: evolución e impacto durante 2015. Pronósticos, recomendaciones y alertas 2015-2016.
- Indicadores de productividad comerciales y pronósticos.
- Herramienta dinámica para la identificación de las variedades a sembrar por zona agroecológica.
- Productividad en áreas de expansión.
- Mejoramiento de una población de maduración temprana a través de selección recurrente.
- Evapotranspiración y coeficientes del cultivo (Kc) de la caña variedad CC 93-4418.
- Actualización sanidad vegetal.

Comité de Investigación de Fábrica

Febrero 25

- Informe del clima: fenómeno de El Niño en el valle del río Cauca: evolución y pronóstico de 2015.
- Promoción del X Congreso de Tecnicaña 2015.
- Estrategias de gestión de mantenimiento.
- Adopción de estrategias de control de molinos por torque.
- Análisis de la distribución y temperatura del aire en el circuito de ductos a través de la caldera.
- Modelamiento de sistemas de limpieza en seco de caña: criterios de diseño y esquema de aprovechamiento.
- Alternativas de operación en evaporación para maximizar la estabilidad y eficiencia térmica en fábrica mediante el uso de Ceniprof.
- Pérdidas indeterminadas en series de evaporación.
- Agotamiento de mieles finales para determinación de pureza esperada.

Mayo 20

- Informe del clima: fenómeno de El Niño en el valle del río Cauca: evolución y pronóstico de 2015.
- Principales logros: optimización de la eficiencia fermentativa del proceso de producción de etanol carburante en las plantas del valle del río Cauca. Enero 2012 – Junio 2014.
- Principales logros: alternativas de mejora y control de calidad de materiales intermedios y el producto final del proceso azucarero. Enero 2012 – Diciembre 2014.
- Desarrollo de herramientas de confiabilidad para la gestión del mantenimiento en los ingenios colombianos.
- Cuantificación de polisacáridos vía NIR.
- Caracterización de floculantes comerciales.
- Agotamiento de mieles finales para determinación de pureza esperada.

Continúa

Comités de investigación. Continuación.

Agosto 26

- La productividad y su efecto en algunas variables económicas.
- Proceso de combustión en el sector azucarero colombiano: panorama y alternativas.
- Estimación de capacidad máxima en molienda.
- Evaluación de sistemas para el encalado de jugo.
- Incremento de la eficiencia energética térmica en el proceso azucarero: calentamiento de jugo.
- Optimización de los sistemas de cogeneración en la industria sucroenergética colombiana: diseño y modelamiento básico de un evaporador de película descendente.
- Informe del clima: fenómeno El Niño en el valle del río Cauca: evolución y pronóstico de 2015 y 2016.

Noviembre 18

- Informe del clima: fenómeno El Niño en el valle del río Cauca: evolución y pronóstico de 2015 y primer semestre de 2016.
- Cuantificación del efecto varietal y el contenido de materia extraña sobre el color de jugo.
- Simulación en estado estable y dinámico de un tacho batch de masa B.
- Alternativas para la reducción de la generación de glicerol en la etapa de propagación.
- Foro técnico: alternativas de aprovechamiento del RAC en la industria azucarera.

Comité de Cosecha

Septiembre 2

- Desarrollo de un sistema de gestión de mantenimiento clase mundial aplicado a equipos de cosecha y transporte: gestión de activos ISO 55000:2014.
- Especificaciones para la gestión optimizada de activos físicos.
- Indicadores de cosecha. Acumulado de 2015.
- Mecanismo de corte de caña larga con discos adaptado a brazo de alzadora de caña.
- Propuesta de investigación y desarrollo tecnológico 2105 - 2017 (análisis y discusión).

Comité de Variedades

Abril 7

- Inventario de variedades del ingenio Manuelita.
- Distribución varietal de Agroriocas.
- Programa de multiplicación de variedades del ingenio Mayagüez.

Julio 28

- Generalidades del ingenio Risaralda.
- Manejo agronómico de las variedades del ingenio Risaralda.
- Manejo de plagas y enfermedades del ingenio Risaralda.
- Oferta varietal actual.
- Manejo del agua en zonas húmedas.
- Manejo de microcuencas.
- Producción de semilleros.
- Fisiología de la semilla.
- Drenaje regional.
- Oferta varietal para zonas húmedas.

Diciembre 2*

- Perspectivas de la cañicultura en el valle del río Cauca. Experiencia hacienda Balsora.
- Variedades y daño por *Diatraea* spp.
- Estado actual de RSD, LSD y virus de la hoja amarilla e impacto en la renovación varietal.
- Producción de semilla sana para el establecimiento de semilleros.

Comité de Sanidad Vegetal

Enero 21

- Reunión extraordinaria: planteamiento de estrategia conjunta para el manejo de las actividades de evaluación, control y regulación de las poblaciones de *Diatraea* spp. en la región.

Febrero 18

- Manejo de *Diatraea* spp. en la hacienda El Cedrito.
- Informe sobre el diagnóstico de enfermedades (RSD, LSD y SCYLV) durante el 2014.
- Servicio de inspección fitopatológica y multiplicación de variedades durante el 2014.
- Manejo integrado de plagas (*Diatraea* y salivazo) de la caña en el Meta.

* En conjunto con el Comité de Sanidad Vegetal.

Continúa

Comités de investigación. Continuación.

- Brote de barrenador gigante de la caña (*Telchin licus*) en el Meta y perspectivas de manejo.
- Estrategia conjunta de manejo de *Diatraea* spp. en el valle del río Cauca.
- Reconocimiento de las especies de *Diatraea* spp.
- Práctica de reconocimiento de *Diatraea* spp.

Septiembre 9

- Actualidad en el manejo de *Diatraea busckella* en el ingenio Sancarlos.
- Desarrollo de *Cotesia flavipes* (*Hymenoptera: Braconidae*) sobre *Diatraea indigenella* en laboratorio.
- Efecto de *Diatraea tabernella* en la eficiencia biológica de *Cotesia flavipes* en condiciones de laboratorio.
- Parasitismo de *Cotesia flavipes* sobre *Diatraea* spp. en el norte del valle del río Cauca.
- Distribución de las especies de *Diatraea* spp. y sus enemigos naturales en caña de azúcar en el valle del río Cauca.
- Avances del software para el manejo de plagas en el ingenio Risaralda.
- Práctica: reconocimiento de parasitismo por *Cotesia flavipes*.
- Servicio de inspección fisiopatológica en campo y laboratorio.
- Servicio de multiplicación y propagación de variedades y nuevo plan de renovación varietal.
- Servicio de diagnóstico de enfermedades y recomendaciones para el manejo de semilleros.

QR código

MEMORIAS

II. Atención de visitas en la Estación Experimental

82 VISITAS

Nacionales:

- Colegio (1).
- Ingenio (1).
- Centros de educación técnica (5).
- Grupos de productores agropecuarios (2).
- Universidades (69)

Internacionales:

- Ingenio Ledesma, de Tucumán, Argentina.
- Ingenio Plan de Ayala, San Luis Potosí, México.
- Instituto Nacional de Investigaciones de la caña de azúcar de cuba (Inica).
- Misión exploratoria de 7 universidades de Estados Unidos.

Total visitantes: 1100

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

Evento / Entidad organizadora / Lugar	Fecha	Participante
X Congreso y Precongreso de la Asociación Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar / Tecnicaña / Cali, Colombia.	Septiembre 14 al 18	J. Carbonell, J. Cruz, D. Cruz, E. Hincapié, F. Hoyos, A. Campos, M. López, F. Muñoz, J. Roa, F. Villegas, C. Arévalo, E. Espinosa, F. Herrera, C. García, O. Erazo, E. Cortés, G. Vargas, C. Echeverri, M. Quintero, J. López, H. Jaimes, C. Franco, I. Ocampo, J. Riascos, J. Cortés, R. Barrios, J. Ángel, M. Cadavid, C. Cardozo, A. Estrada, S. Guzmán, S. Alarcón, M. Pizarro, L. Jimenez, H. Silva, F. Salazar, F. Silva, C. Viveros, Y. Grannobles, E. Muñoz, A. Arenas, A. Amaya, J. Victoria, N. Gil, J. Caicedo, J. Montes, J. Latorre, J. Lucuara, J. De la Cruz, S. Pereddo, T. Daza, F. Hernández, P. Cuadrado, T. Sánchez, S. Imbachí, C. Isaacs, E. Anderson, S. Zapata, A. Gómez, G. Prieto, D. Palacios, J. Ramírez, D. Cobo, D. Palacios, J. Tascón, H. Chica, C. Posada, C. Moreno, J. Castrillón.
Congreso de la Sociedad Americana de la Ciencia del Suelo / Sociedad Americana de la Ciencia de los Cultivos y la Sociedad Americana de Agronomía / Minneapolis, EE.UU.	Noviembre 15 al 19	F. Muñoz.
XIV Congreso Internacional de Manejo Integrado de Plagas / Universidad del Valle de Guatemala / Guatemala	Junio 15 al 17	G. Vargas.
Congreso de la Sociedad Colombiana de Entomología / Socolen / Medellín, Colombia.	Julio 29 al 31	G. Vargas, G. Ramírez.
Congreso de la Sociedad Americana de Entomología / Sociedad Americana de Entomología / Minneapolis, EE.UU.	Noviembre 15 al 19	G. Vargas.
XXXII Congreso de la Asociación Colombiana de Fitopatología y Ciencias Afines y Simposio Internacional sobre Fusarium / ASCOLFI y Universidad Militar Nueva Granada / Cajicá, Colombia.	Julio 13 al 17	J. Ángel.
2015 Anual Meeting of The American Phytopathological Society / APS / Pasadena, California, EE.UU.	Agosto 1 al 5	C. Ángel.
Congreso Mundial de Mantenimiento y Gestión de Activos / ACIEM / Cartagena, Colombia	Mayo 20 al 22	D. Cobo.

Continúa

Participación del personal en actividades de intercambio, capacitación y actualización profesional en 2015. Continuación.

Evento / Entidad organizadora / Lugar	Fecha	Participante
International Society of Sugar Cane Technologists, XI Pathology and IX Entomology Workshops / ISSCT y CINCAE / Guayaquil, Ecuador.	Septiembre 14 al 18	C. Ángel.
Germplasm & Breeding / Molecular Biology / ISCCT / Isla Reunión, Francia.	Junio 1 al 5	J. López, C. Franco.
VI Semana Geomática Internacional / IGAC / Bogotá, Colombia.	Agosto 10 al 14	F. Herrera, C. García, O. Erazo.
I Simposio Internacional de la Caña: manejo Integrado de plagas y enfermedades en caña / INIAF y SENACA / Santa Cruz, Bolivia.	Noviembre 28	J. Ángel.
XVII Simposio Brasilero de Sensoramiento Remoto / Selper / Joao Pessoa, Brasil.	Abril 24 al 30	C. García.
Taller: Priorización de opciones de inversión en servicios climáticos / CIAT / Bogotá, Colombia.	Octubre 22	J. Carbonell, E. Cortés.
Taller: Modelación para evaluación regional de cambio climático y la agricultura para Latinoamérica y el Caribe / RICCLISA / Manizales, Colombia.	Septiembre 27 al 3 de octubre	F. Villegas, H, Chica.
Taller: Ciencia, Tecnología e Innovación para el Valle del Cauca: revisemos Juntos las Prioridades en CT para el Valle del Cauca / Colciencias / Cali, Colombia.	Marzo 25 al 27	N. Gil.
Taller: Diligenciamiento del registro de generadores de residuos peligrosos Respel y el Registro Único Ambiental (RUA) / Acodal / Cali, Colombia.	Marzo 27	T. Daza.
Curso – taller: Validación de métodos fisicoquímicos de análisis: una visión práctica / BaLabs / Cali, Colombia.	Agosto 27 y 28	J. Soto, S. Mosquera.
II Seminario de Bioingeniería de Bogotá (IDIGER / Bogotá, Colombia.	Septiembre 1 al 3	E. Hincapié.
Seminario Internacional de negocios con valor agregado en Caña / Procaña / Cali, Colombia.	Febrero 26	T. Sánchez, S. Orduz.
Seminario teórico: Nuevas tecnologías de medición en línea en el proceso del azúcar / Lanzetta Rengifo / Cali, Colombia.	Marzo 26	J. Rodríguez, S. Imbachí.

Continúa

Participación del personal en actividades de intercambio, capacitación y actualización profesional en 2015. Continuación.

Seminario: Programación de macros en Excel / Universidad Javeriana / Cali, Colombia.	Agosto 4	J. Lucuara, D. Palacios, S. Imbachí, J. Montes, D. Cobo.
Seminario: Gestión Documental / Práctica / Cali, Colombia.	Julio 15 al 16	Arenas.
Feria Nacional de Cambio Climático: Colombia hacia la COP 21 / Gobierno Nacional / Bogotá, Colombia.	Noviembre 6	E. Cortés.
Globus Exchance Program / GIZ / Frankfurt, Alemania.	Octubre 30 a noviembre 15	J. López.
Análisis bioinformático de datos de secuenciación masiva de última generación / PUJ / Bogotá, Colombia.	Noviembre 17 al 25	J. Trujillo.
Reunión Consejo ISSCT, Members of the Executive and TPC and spouses / ISCCT / Tailandia.	Enero 15	N. Gil.
Cogeneración en la UPME / UPME / Bogotá, Colombia.	Marzo 4	Gómez.
Estrategias para mejorar la eficiencia de la aplicación del agua para riego en caña de azúcar / Procaña / Cali, Colombia.	Julio 29	J. Carbonell.
Drones y aplicaciones en agricultura / Agricultura Científica de Costa Rica / San José de Costa Rica.	Agosto 3 al 6	F. Herrera, C. García.
Charla: Agricultura de precisión en el sistema de producción de caña de azúcar en Colombia / Universidad Francisco de Paula Santander / Cúcuta, Colombia.	Noviembre 26 al 27	O. Erazo.
Gira Agricultura de Precisión / Cenicaña, Jhon Deere, Case y Operadores del Campo / Sao Paulo, Brasil.	Junio 27 al 3 de julio	J. Carbonell, C. Isaacs, O. Erazo.
Visita a fábrica de cosechadoras, alzadoras y traíllas John Deere / Casa Toro Automotriz y John Deere / Thibodeaux, EE.UU.	Noviembre 15 al 19	C. Arévalo.
Registro de marcas/ Superintendencia de Industria y Comercio / Cali, Colombia.	Noviembre 17	Arenas, D. Posada, A. Gómez.
Vigilancia estratégica e inteligencia competitiva / Octopus Force / Cali, Colombia.	Octubre 30 a noviembre 17	D. Posada, A. Arenas.
Conferencia: Citometría de flujo y tecnología multiplex / Purificación y análisis de fluidos Ltda. / Bogotá, Colombia.	Junio 1	M. Quintero.
Internacional sobre preparación de muestras para análisis cromatográfico / Universidad de Caldas / Manizales, Colombia.	Septiembre 7 al 10	M. Espinosa.
Visita técnica: observación de calderas de lecho fluidizado, proceso de enfardado, planta de etanol de segunda generación y el CTC y CTBE / Brasil.	Octubre 19 al 23	J. Lucuara.

Participación del personal en actividades de intercambio, capacitación y actualización profesional en 2015. Continuación.

2015 ESSS Conference & Ansys Users Meeting / ESSS / Bogotá, Colombia.	Mayo 14 y 15	J. Lucuara.
Global Business Exchange Programme / ICESI / Cali, Colombia.	Mayo 12 al 27	T. Sánchez.
Curso: Validación de métodos fisicoquímicos de análisis / Balabs / Bogotá, Colombia.	Mayo 7 y 8	L. Echeverri.
III Congreso CONLEQ y XV Congreso ENEQUIM / Universidad Santiago de Cali / Cali, Colombia.	Marzo 24 al 27	F. Hernández.
Foro: Bionegocios, el futuro de la inversión en el Valle del Cauca / Invest Pacific / Cali, Colombia.	Marzo 25	T. Sánchez.
Buenas Prácticas Automatizadas de Laboratorio y Software Cromatográfico GALP / Quimicontrol y Waters / Cali, Colombia.	Marzo 17	M. Espinosa.
Taller: Gestión electrónica de revistas / Universidad Nacional / Palmira, Colombia.	Julio 28 al 31	D. Posada, V. Carrillo, H. Silva

RECONOCIMIENTOS

X Congreso de Tecnicaña

Campo

- 1er lugar: Diagnóstico del virus de la hoja amarilla (SCYLV, Polerovirus) mediante PCR en tiempo real (RT-qPCR).
Autores: Carolina Acosta V., Marcela Cadavid O., Juan Carlos Ángel S., Jorge Ignacio Victoria K., y Carlos Ariel Ángel C. Presentado por Marcela Cadavid.

- 2o lugar: Expresión de la glutamina sintetasa en asimilación de amonio y nitrato en caña de azúcar.
Autores: Claudia M. Franco, Hugo A. Jaimes, Fernando Muñoz, John J. Riascos , Héctor Chica y Jershon López. Presentado por Claudia Marcela Franco.

Procesos industriales

- 1er lugar: Aplicación de herramientas computacionales y experimentales para el mejoramiento del desempeño en molienda.
Autores: Santiago Orduz, Julián Montes, Adolfo Gómez y Nicolás Gil. Presentado por Julián Montes.

Germplasm & Breeding Molecular Biology / ISCCT

Mejor científica joven: Claudia M. Franco. Trabajo: Expression of Glutamine synthetase in assimilation of Ammonium and nitrate in sugar cane.

IV. Convenios y acuerdos de cooperación interinstitucionales suscritos

Ingenio Pichichí S.A. Colombia. Enero. Contrato de comodato para la entrega de un lote de la hacienda La Esmeralda para la instalación de la estación de cuarentena abierta de caña de azúcar.

Universidad del Valle. Colombia. Marzo. Convenio de prácticas y pasantías profesionales para estudiantes de Bacteriología y laboratorio. Otrosí No. 1 al convenio junio 12 de 2015.

Universidad Pontificia Bolivariana y Asocaña. Colombia. Marzo. Contrato de prestación de servicios para desarrollar la fase III del proyecto de investigación en el proceso de Certificación Especial de Aeronavegabilidad en Categoría Liviana (ultralivianos).

Geosystem Ingeniería S.A.S. Colombia. Abril. Acuerdo de colaboración para la entrega en custodia a Cenicaña del equipo de estación de referencia de operación continua CORS.

Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Colombia. Mayo. Convenio derivado C-057-15, bajo el convenio marco de cooperación técnica y científica No. 20150291 celebrado entre el Ministerio de Agricultura de Desarrollo Rural (MADR) y el CIAT.

Chinese Academy of Tropical Agricultural Sciences (CATAS). China. Mayo. Acuerdo de cooperación en ciencia y tecnología.

The Nature Conservancy (TNC). Colombia. Junio. Acuerdo de cooperación con el fin de apoyar al Fondo de Agua por la Vida y la Sostenibilidad (FAVPS) en el desarrollo de investigación sobre el impacto de la conservación y restauración de la subcuenca del río Aguaclara y en particular sobre las concentraciones de sedimentos en el agua para riego.

Corporación Universitaria Comfacauca (UNICOMFACAUCA). Colombia. Septiembre. Convenio de prácticas y pasantías profesionales académicas.

FEDEPANELA. Colombia. Diciembre. Contrato de compraventa de insumos No. 140/2015 para el suministro de 78.640 plántulas de variedades Cenicaña Colombia.

QR código

LISTADO COMPLETO DE CONVENIOS VIGENTES A 2015

V. Capital humano

Colaboradores

Personal profesional
- 12 con doctorado.
- 24 con maestría.
- 47 con pregrado.

46 personas de apoyo en investigación y servicios

59 trabajadores de campo

Personal en formación
- 9 aprendices del Sena
- 18 estudiantes de distintas disciplinas de universidades del país.

VI. Personal profesional

Dirección General

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

Dirección Administrativa

Einar Anderson Acuña. Director Administrativo. Ingeniero Industrial.

Ligia Genith Medranda Rosasco. Contadora. Contadora Pública.

Karen Bolaños Botello. Asistente de Contabilidad. Contadora Pública.

Andrea Patricia Castro Rebellón. Asistente de Contabilidad. Contadora Pública

Claudia Camargo Martínez. Jefe de Compras y Servicios Generales. Administradora de Empresas.

Programa de Variedades

Jorge Ignacio Victoria Kafure. Director. Ingeniero Agrónomo, Ph.D.

Fredy Antonio Salazar Villareal. Fitomejorador. Ingeniero Agrónomo, Ph.D.

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

Fernando Silva Aguilar. Fitomejorador. Ingeniero Agrónomo, M.Sc.

Yarley Ximena Granobles Parra, Ingeniera Agrónoma, Ingeniera Agrónoma.

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

Gershon Darío Ramírez Sánchez. Entomólogo. Ingeniero Agrónomo.

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

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

Marcela Cadavid Ordóñez. Microbióloga Agrícola. Bióloga, M.Sc.

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

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

Hugo Arley Jaimes Quiñónez. Biotecnólogo. Biólogo.

Claudia Marcela Franco Arango. Biotecnología. Bióloga.

Claudia Echeverri Rubiano. Bióloga. Bióloga.

Sydne Giselle Guevara Rozo. Asistente de investigación. Bióloga.

Isabel Cristina Ocampo Quiceno. Asistente de investigación. Bióloga.

Rocío del Pilar Barrios Méndez. Bióloga. Bióloga.

José David Cortés Rojas. Biólogo. Biólogo M.Sc.

Isabel Cristina Ramirez Paz. Asistente de investigación. Ingeniera Agrónoma.

Sandra Lorena Zapata Martínez. Investigador temporal. Ingeniera Agrónoma.

Manuel Alexánder Quintero Muñoz. Investigador temporal. Ingeniero Agrónomo.

Christian Darío Loaiza Ordoñez. Asistente de Información en Bioinformática. Ingeniero de Sistemas.

John Henry Trujillo Montenegro. Ingeniero de Sistemas. Ingeniero de Sistemas y Computación.

Programa de Agronomía

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

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

Cesar Andrés Arévalo Montaña. Ingeniero de Mecanización Agrícola, Ingeniero Agrícola, M.Sc.

Eliana Marcela Espinoza Criales. Ingeniera de Mecanización. Ingeniera Agrícola.

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.

Doris Micaela Cruz Bermúdez. Manejo de aguas. Ingeniera Agrícola.

Osvaldo Edwin Erazo. Analista de Agricultura de Precisión. Ingeniero Agrícola, M.Sc.

Fanny Hoyos Villada. Ingeniera Agrícola. Ingeniera Agrícola.

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

Jenniffer Roa Lozano. Asistente de investigación. Bióloga.

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

Jorge Luis Narváez Tobón. Investigador temporal, Ingeniero Agrónomo

Continúa

Personal profesional 2015. Continuación.

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

Fabio Andrés Herrera Rozo. Analista de Sistemas de Información Geográfica. Ingeniero Topográfico.

Cesar Edwin García Cortés. Analista de Percepción Remota. Ingeniero Topográfico, M.Sc.

Melissa Eugenia Diago Mosquera, Ingeniera en Electrónica y Comunicaciones. Ingeniera en Telecomunicaciones.

Programa de Procesos de Fábrica

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

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

Tatiana Sánchez Motta. Química Jefe. Química, Ph.D.

Sara del Carmen Pereddo Vidal. Química. Química.

Melissa Andrea Espinosa Penagos. Química laboratorio de Química. Química.

Stephanía Imbachi Ordoñez. Ingeniera Química. Ingeniera Química.

Juan Gabriel Rodríguez Sarasty. Ingeniero Químico. Ingeniero Químico.

David Palacios García. Ingeniero Químico. Ingeniero Químico.

Julián Manuel Latorre Ceballos. Ingeniero Químico. Ingeniero Químico.

Diego Fernando Cobo Barrera. Ingeniero de Procesos Físico-Mecánico. Ingeniero Mecánico, M.Sc.

Julián Esteban Lucuara Medina. Ingeniero Mecánico. Ingeniero Mecánico.

Julián Ramiro De la Cruz Cerón. Ingeniero Electrónico, Ingeniero Electrónico.

José David Tascón Vidarte. Ingeniero Electrónico, Ingeniero Electrónico, M.Sc

Zunny Tatiana Daza Merchán. Microbióloga. Microbióloga Industrial, M.Sc.

Gloria Carolina Prieto Correal. Microbióloga. Microbióloga Industrial.

Paula Daniela Cuadrado Osorio. Microbióloga. Microbióloga Industrial.

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.

Hernán Felipe Silva Cerón. Administrador web. Comunicador Social-Periodista, M.Sc.

Sandra Patricia Guzmán Rivera. Ingeniera Agrónoma. Ingeniera Agrónoma.

María Claudia Pizarro Esguerra. Ingeniera Agrónoma, Ingeniera Agrónoma.

Liliana Jimenez Lozano. Ingeniera Agrónoma. Ingeniera Agrónoma.

Sandra Lorena Alarcón Muriel. Ingeniera Agrícola, Ingeniera Agrícola.

Luz Ángela Mosquera Daza. Estadística. Economía, M.Sc.

Alejandro Estrada Bedón. Ingeniero de logística (CATE). Ingeniero Agroindustrial, M.Sc.

Efraín Camilo Muñoz. Ingeniero Mecánico (CATE).

Servicio de Tecnología Informática

Jaime Hernán Caicedo Ángel. Jefe. Ingeniero de Sistemas, M.Sc.

Juan Felipe Castrillón Ramírez. Ingeniero de Sistemas. Ingeniero Electrónico.

Servicio de Información y Documentación

Adriana Arenas Calderón. Jefe. Bibliotecóloga.

Diana Marcela Posada Zapata. Biblioteca Digital. Bibliotecóloga.

Superintendencia de la Estación Experimental

Luis Eduardo González Buriticá. Superintendente. Ingeniero Agrícola.

Referencia bibliográfica

Shäffler, K.J; Muzzell, D.J and Schorn, P.M. June 1985. An evaluation of sucrose inversion and monosaccharide degradation across evaporation at Darnall mil. The South African Sugar Technologists' Association.

Trujillo, L.E., Sotolongo, M., Menéndez, C., Ochogavía, M.E., Coll Y., Hernández, I., Borrás-Hidalgo, O., Thomma, B.P.H.J., Vera P. & Hernández, L. 2008. SodERF3, a novel sugarcane ethylene responsive factor (ERF), enhances salt and drought tolerance when overexpressed in tobacco plants. Plant Cell Physiol 49: 512–525 p.

Vukov, K. June 1965. Kinetic aspects of sucrose hydrolysis. Research Institute of the Hungarian Sugar Industry. International Sugar Journal. v.67, no.798. p. 172-175.

Acrónimos, siglas y abreviaturas

Instituciones y grupos

ASME: American Society of Mechanical Engineers (Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos). **CIAT:** Centro Internacional de Agricultura Tropical
COLCIENCIAS: Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación
CORPOICA: Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria
CVC: Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca
EESA: Estación Experimental San Antonio
FAVPS: Fondo Agua por la Vida y la Sostenibilidad
GTT: Grupos de Transferencia de Tecnología
ICUMSA: International Comitee of Uniform Methods for Sugar Analises (Comité Internacional para la Unificación de Métodos para Análisis de Azúcar)
ISSCT: International Society of Sugarcane Technologist
MADR: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural
NOAA: National Oceanic and Atmospheric Administration
NTC: Natural Capital Project
RIDAC: Red de Información Documental Agrícola de Colombia
RUAV: Red Universitaria de Alta Velocidad
SASTA: South African Sugar Technologist´s Association
SENA: Servicio Nacional de Aprendizaje
SGC: Servicio Geológico Colombiano
SRA: Sugar Research Australian
TNC: The Nature Conservancy

Variedades de caña de azúcar

CC: Cenicaña Colombia
MZC: Mayagüez Colombia
RB: República de Brasil
RD: República Dominicana
SP: Sao Paulo
V: Venezuela
PR: Puerto Rico

Varios

ACV: Análisis de ciclo de vida
AEPS: Agricultura específica por sitio
BH: Balance hídrico
CATE: Corte, alce, transporte y entrega en fábrica
CFD: Computerized fluid dynamics (Dinámica computacional de fluidos).
Ea: energía de activación
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)
GBS: Genotyping By Sequencing
GED: Genes expresados diferencialmente
GEI: Gases de efecto invernadero
GNSS: Global navigation satellite system (sistema de navegación global satelital)
GPS: *Global Positioning System* (sistema de posicionamiento por satélite)
GRT: Guía de recomendaciones técnicas
GWAS: Genome wide Association Studies
h: potencial mátrico
kPa: Kilopascales
LAA: lámina de agua acumulada
L&S: Limpieza y sanitación (L&S)
NTRIP: Networked Transport of RTCM vía Internet Protocol (Protocolo de corrección vía internet de RTCM)
PAT: Programa de Aprendizaje y Asistencia Técnica
PCR: Reacción en cadena de la polimerasa
Ppm: Partes por millón
qPCR: Reacción en cadena de la polimerasa cuantitativa
RADSeq: Restriction Associated DNA Sequencing
RAC: Residuo agrícola de cosecha
RCA: Root analysis causes (análisis de falla)
RCEG: Redes de coexpresión de Genes
RCM: Reliability Centered Maintenance (Mantenimiento Basado en Confiabilidad)
RCR: Riego con caudal reducido
RMA: Red Meteorológica Automatizada
RTCM: Radio Technical Commission for Maritime Services
RT - PCR: Transcripción reversa de reacción en cadena de la polimerasa
RTK: Real Time Kinematic, RTK (navegación cinética satelital en tiempo real)
RTO: Rendimiento
SIAGRI: Sistema de gestión para agronegocios
SEF: Sistema Experto de Fertilización
SR: Selección recurrente
SSR: Single Sequence Repeats (marcadores microsatélites)
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).
TBIA: Tissue-blot enzyme immunoassay
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
Victoria Eugenia Carrillo Camacho
Margarita María Rodríguez

Producción editorial
Servicio de Cooperación Técnica y Transferencia de Tecnología

Coordinación editorial
Margarita María Rodríguez

Diagramación y carátula
Alcira Arias Villegas

Fotografías
Alejandro Estrada: 56
Andrea Campiño: 20 – 52 – 94
Asocaña: 26
Banco de Imágenes: 58 – 68 – 79 - 90
Fanny Hoyos: 46
Germán Vargas: 38
Liliana Espinoza: 89
Liliana Jiménez: 86
Luis Eduardo González: 96
Luz Adriana Lastra: 38
María Claudia Pizarro: 23 – 28 - 42
Margarita Rodríguez: 76

Preprensa e impresión
Se terminó de imprimir el 14 de marzo de 2016 en Prensa Moderna Impresores S.A. (Cali, Colombia)

Línea de atención al cliente:
(57 - 1) 472 2000 en Bogotá
01 8000 111 210 a nivel Nacional
www.4-72.com.co

El servicio de ***envíos*** de Colombia

4-72

PUBLICIDAD EXIGIDA POR:
Servicios Postales Nacional S.A.

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

cenicaña

www.cenicana.org

Tarifa Postal Reducida
Servicios Postales Nacionales S.A.
No 2016-130. 4-72,
vence 31 de dic. 2016