



INFORME ANUAL 2019





INFORME ANUAL 2019

Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia. CENICAÑA

Informe Anual 2019 / Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia. CENICAÑA. – Cali: Cenicaña, 2020.

116 p.; 27 cm

ISSN 0120-5854

Incluye anexos, referencias y apéndice

1. Centro de investigación. 2. Cenicaña. 3. Clima. 4. Valle del río Cauca. 5. Caña de Azúcar.

6. Producción. 7. Variedades. 8. Prácticas de cultivo. 9. Procesos de Fábrica. 10. Agricultura sostenible.

11. Desarrollo sostenible. 12. Innovación

I. Título.

633.61 CDD 23 ed.

C395

Cenicaña - Biblioteca Guillermo Ramos Núñez

Producción editorial

Servicio de Cooperación Técnica y Transferencia de Tecnología.

Cenicaña.

Tiraje

800 ejemplares

Dirección postal

Calle 58 norte No. 3BN-110

Cali, Valle del Cauca, Colombia

Estación experimental

San Antonio de los Caballeros, Vía Cali-Florida km 26

Tel: (57-2) 524 66 11

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.



PERFIL

El Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia, Cenicaña, es una institución privada, sin ánimo de lucro, que se financia con aportes directos de trece ingenios azucareros del valle del río Cauca y sus proveedores de caña. Los pilares de su gestión son: azúcar, energía, sostenibilidad y diversificación. A través de la investigación y la prestación de servicios especializados, el Centro apoya la gestión de conocimiento y la innovación tecnológica en la agroindustria colombiana. Fundado en 1977 por iniciativa de la Asociación de Cultivadores de Caña de Azúcar de Colombia, Asocaña.



NUESTRA MISIÓN

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



NUESTRA 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.



NUESTROS VALORES

- Coherencia.
- Integridad.
- Lealtad.
- Respeto.
- Responsabilidad.

Junta Directiva 2019–2020

Vicente Borrero Calero

Presidente

Einar Anderson Acuña

Secretario

Principales	Suplentes
Luis Felipe Gaviria Giraldo Gerente General Ingenio Risaralda	Vicente Borrero Calero Gerente general Ingenio Providencia
Juan José Lülle Suárez Representante Incauca S.A.	Gonzalo Antonio Ortíz Aristizabal Presidente Incauca S.A.
Pedro Enrique Cardona López Presidente Riopaila Castilla S.A.	Gustavo Adolfo Barona Torres Gerente AgroRiocas Riopaila Castilla S.A.
Mauricio Iragorri Rizo Gerente General Ingenio Mayagüez S.A.	Julio Alberto Bernal Ramírez Asistente Gerencia General Ingenio Mayagüez S.A.
Rodrigo Belcazar Hernández Gerente General Ingenio Manuelita S.A.	Bernardo Atehortua Arango Gerente Financiero y Administrativo Ingenio Manuelita S.A.
Henry Sánchez Cortés Gerente General Ingenio La Cabaña S.A.	Camilo Arturo Jaramillo Marulanda Gerente Ingenio María Luisa S.A.
Andrés Rebolledo Cobo Gerente General Ingenio Pichichí S.A.	Mario Andrés Restrepo Renjifo Gerente General Ingenio Carmelita S.A.
Juan Carlos Mira Ponton Presidente Asocaña	Claudia Ximena Calero Cifuentes Directora Gestión Social y Ambiental Asocaña
Rodrigo Villegas Tascón Representante de los cultivadores afiliados a Asocaña	Jorge Alberto Vallejo Bernal Representante de los cultivadores afiliados a Asocaña
Carlos Hernando Molina Durán Presidente Junta Directiva Procaña	Carlos Hernando Azcárate Tascón Vicepresidente Junta Directiva Procaña
Guido Mauricio López Ochoa Representante Junta Directiva Procaña	Juan Manuel Salcedo Cabal Vicepresidente Junta Directiva Procaña
Santiago Fernández Vallejo Azucari	Humberto Ramírez Arango Azucari

Comité de la Junta

Comité de Programas

Presidente

Mario Andrés Restrepo Renjifo

Gerente general

Ingenio Carmelita

Comités de Investigación

Campo

Presidente

Alberto Roldán

Gerente de Campo

Ingenio Sancarlos S.A.

Cosecha

Presidente

Juan Carlos Rosero

Director de Cosecha Mecánica

Incauca S.A.

Fábrica

Presidente

Pedro Nel López

Gerente de Fábrica

Incauca S.A.

Maduración

Presidente

Mauricio Benjumea

Coordinador de Cosecha

Ingenio Providencia S.A.

Personal Directivo 2019

Álvaro Amaya Estévez

Director General (Hasta Junio 30)

Freddy Fernando Garcés Obando

Director General

Einar Anderson Acuña

Director Administrativo

Freddy Fernando Garcés Obando

Director

Programa de Variedades

Javier Ali Carbonell González

Director (hasta octubre)

Programa de Agronomía

Miguel Ángel López Murcia

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

Fernando Villegas Trujillo

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

Superintendente

Superintendencia de la Estación Experimental

* Se publica listado registrado ante la Cámara de Comercio de Cali. En el transcurso del 2019 se desvinculó de la Junta Directiva Juan Carlos Mira Ponton y en su reemplazo fue designada María Eugenia Lloreda, presidenta de Asocaña.

Contenido

	Página
Unidos por el desarrollo regional: Freddy Fernando Garcés, director general de Cenicaña	9
Unión y futuro: Vicente Borrero Calero, presidente de la Junta Directiva de Cenicaña.....	11
Ciencia y unión: claves para ser azúcar y mucho más: María Eugenia Lloreda, presidenta de Asocaña.....	13
Sostenibilidad: un objetivo que nos une como sector: Ángela María Cabal, presidenta Junta Directiva de Procaña.....	15
El clima en el valle del río Cauca 2019 y proyección 2020.....	17
Producción y productividad de la agroindustria de la caña 2019	21
Variedades de caña de azúcar para una agroindustria más sostenible	31
Comprender el entorno para un mejor manejo del cultivo de caña de azúcar	47
Tecnologías para un manejo más sostenible del cultivo de caña	51
Tecnologías para procesos fabriles más sostenibles	65
Investigaciones para contribuir a la diversificación de la agroindustria.....	73
Estrategias para impulsar la innovación en la agroindustria	77
Acciones para ser un Centro de excelencia, creativo y de calidad.....	83
Anexo	89
Apéndice	101
Referencias	113
Acrónimos, siglas y abreviaturas	114

Portada: María Claudia Pizarro y Freddy Antonio Salazar

Contraportada: Manuel Barona

Páginas interiores:

Página 11: Yuli Viviana Sarria

Página 14: Leonardo Fabio Pacichana

Página 16: Mauricio Peña Parra

Página 20: Jornada de GTT con personal de campo de haciendas.

Página 30: Orlando Rojas

Página 46: Aura Cepeda y Sergio Andrés Rivas

Página 50: Carlos Venté y Edgar Hincapié

Página 64: Julián Lucuara, Juan Camilo Aristizábal (atrás) y William Ojeda.

Página 76: María Claudia Pizarro y Freddy Antonio Salazar

Página 82: Ana María Sánchez

Página 88: Manuel Alexander Quintero



código QR

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 un dispositivo móvil a la página correspondiente en www.cenicana.org o en YouTube.

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

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



Acerca del informe anual

Este documento presenta la gestión del Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia, Cenicaña, durante el año 2019 para el cumplimiento de sus metas institucionales.

Dicho periodo se caracterizó por la unión del sector en torno a la generación de conocimiento y a la innovación tecnológica, bases de nuestra misión; y por los cambios institucionales que se presentaron en diferentes entidades del sector agroindustrial de la caña.

Alrededor de esas dos características gira este informe: su portada destaca el trabajo conjunto entre ingenios, cultivadores e investigadores, y sus páginas internas recogen las reflexiones de los nuevos líderes del sector. Asimismo, a través de una selección de imágenes de miembros de nuestro equipo de colaboradores, resaltamos el capital humano de Cenicaña; y se presentan los principales avances de investigación y acciones durante el 2019.





Unidos por el desarrollo regional

El 2019 fue un año en el cual los indicadores de producción tuvieron un comportamiento modulado por la oferta climática. En las páginas siguientes se analiza la variabilidad del TCH y la sacarosa (% caña) que caracterizó el periodo, influenciada en gran parte por las condiciones meteorológicas, entre las cuales las precipitaciones y la radiación solar presentaron las mayores anomalías con respecto a los valores históricos climatológicos.

En el presente informe se detallan los principales avances de investigación y las acciones realizadas en 2019 para contribuir a hacer más productiva, innovadora y sostenible la agroindustria de la caña de azúcar.

Pero, más allá de las cifras y los resultados, es preciso destacar el factor que hace posible el cumplimiento de nuestros objetivos y los logros alcanzados: la unión es la característica principal de la relación entre ingenios, cultivadores, prestadores de servicios, técnicos de la agroindustria e investigadores.

En 2019 fue particularmente notoria la sinergia lograda entre todos los responsables del Centro para responder a las necesidades de los ingenios, de los cultivadores, de la organización gremial y de la sociedad. Fue un

año de propósitos de cambio y de fortalecimiento de nuestros programas y servicios para hacer más eficientes, productivos y rentables todos los procesos de la agroindustria. En igual sentido, trabajamos mancomunadamente con los actores del sector para hallar mecanismos de protección de la agroindustria frente a las condiciones del mercado y para hacer frente a los riesgos que implican las amenazas sanitarias, y encontramos puntos comunes que queremos fortalecer.

Para ilustrar este propósito, que deberá afianzarse en el futuro, en esta ocasión invitamos al presidente de la Junta Directiva de Cenicaña, doctor Vicente Borrero; a la presidenta de Asocaña, doctora María Eugenia Lloreda y a la presidenta de la Junta Directiva de Procaña, doctora Ángela María Cabal, a compartir sus reflexiones en esta memoria de nuestra gestión durante 2019.

Sin duda, esa diversidad de autorizadas posiciones alrededor de la agroindustria brindará una prospectiva acertada no solo de la industria como sector productivo, sino de todo el clúster del azúcar como protagonista del desarrollo regional y como ejemplo de visión de futuro, tanto nacional como internacionalmente.

A Cenicaña en particular, le permitirá alinear sus propósitos para ajustarlos a las necesidades de todos los actores del sector, enmarcada su gestión en lo que hoy se conoce como la cuarta revolución industrial, que implica replantear las cadenas productivas, desarrollar nuevos modelos de servicios y negocio y reposicionar el medio ambiente y la sociedad como bases de su accionar. Aunque los riesgos que enfrentamos no son pocos, nuestra agroindustria los superará si permanece fortalecida a través de la unión, la confianza y el compromiso de todos por la sostenibilidad y el bienestar de la región.

Freddy Fernando Garcés

Director General

Cenicaña





Unión y futuro

Cada año las condiciones del mercado, la globalización, los mecanismos de regulación, la variabilidad climática y muchos otros factores plantean serios desafíos a los sectores productivos. A lo anterior no es ajeno el sector azucarero colombiano, que tiene que enfrentar, a más de ello, enormes retos como la adaptación al cambio climático, la investigación, el desarrollo y la adopción de nuevas tecnologías; el incremento de la eficiencia en los procesos de campo y fabriles y la innovación en busca de nuevas oportunidades de negocio, entre muchos otros que sería largo enumerar en este informe.

Para afrontar aspectos cruciales de tan complejo panorama, el sector tiene la gran fortaleza de contar con Cenicaña, centro de investigación manejado por un equipo humano de las más altas calidades profesionales y totalmente comprometido con la misión para la cual fue creado.

Entre los muchos logros de su labor investigativa, uno de los que mayor competitividad le ha dado al sector es el permanente desarrollo de nuevas variedades que le han permitido mejorar su productividad y ubicarse en un lugar de privilegio entre sus pares a escala mundial. Por ello Cenicaña hace énfasis en este aspecto de su trabajo y redobla año a año sus esfuerzos por encontrar nuevas y mejores variedades de caña de azúcar

para que en un futuro cercano podamos dar otro gran salto en la materia.

Otro aspecto de la labor de Cenicaña que quiero resaltar es el trabajo que viene desarrollando, con una alta dosis de innovación, en la medición del estado hídrico del suelo al pasar de un balance hídrico teórico a una herramienta que, instalada en la zona de raíces del cultivo, permite controlar el agua de riego con base en la humedad del suelo, con lo cual podremos programar la labor con certeza absoluta, y se convierte además en un gran aporte a la huella hídrica.

El presente informe hace un sucinto recuento de estos y otros éxitos de Cenicaña que nos inducirán a ser más productivos al mitigar los efectos de un clima adverso, al mejorar los procesos de campo y fábrica en todas sus etapas de producción de azúcar y etanol y al aumentar nuestra capacidad de cogeneración de energía eléctrica; todo ello procurando siempre en nuestro accionar preservar y fortalecer el medio ambiente.

Hace cuarenta y tres años nos comprometimos a aportar para conseguir una agroindustria más innovadora y sostenible a partir de la ciencia y la oferta de servicios especializados. Es para el sector indispensable contar con Cenicaña para lograr ese propósito, por lo cual nuestro apoyo al Centro y a todo su equipo debe continuar siendo incondicional para enfrentar juntos los desafíos del entorno.

Vicente Borrero Calero

Presidente Junta Directiva
Cenicaña



PELLETS



Ciencia y unión: claves para ser azúcar y mucho más

La agroindustria de la caña de azúcar es azúcar... y mucho más. La innovación y la diversificación son unos de nuestros pilares fundamentales y representan nuestra apuesta para el presente y el futuro del sector. Fabricamos productos renovables y ambientalmente amigables, tales como bioetanol, bioenergía, fertilizantes orgánicos, papel y ácido cítrico, y tenemos todavía un potencial inmenso en materia de empaques y envases biodegradables, en bioplásticos y en químicos para las industrias cosmética y farmacéutica, entre otros.

Los cambios en los hábitos de consumo, la disminución de los recursos no renovables, la relevancia de las políticas ambientales, la necesidad de energías más limpias y el uso de elementos biodegradables y de base biológica indujeron al sector azucarero colombiano a enfocar sus esfuerzos hacia la diversificación.

En este propósito es factor clave la constancia y dedicación de Cenicaña, que con el apoyo decidido de ingenios y cultivadores que realizan importantes aportes para promover

su labor de investigación, ha contribuido al desarrollo de la agroindustria azucarera colombiana hasta posicionarla como la de mayor productividad en el mundo.

Cenicaña, uno de los centros de investigación más prestigiosos del mundo, avanza tanto en la diversificación y en la utilización al máximo del potencial productivo (aprovechamiento de residuos y combustibles de segunda generación) como en la obtención de la mayor eficiencia en los procesos de campo y fábrica.

El Centro es un punto de encuentro obligado de todos los actores del sector, quienes trabajan conjuntamente para generar desarrollo y progreso para la región y el país. Muestra relevante de este objetivo es el privilegio concedido a los productores paneleros para que puedan sembrar las variedades de caña desarrolladas por Cenicaña sin incurrir en el pago de regalías. Beneficio más considerable si se tiene en cuenta que con las nuevas variedades la productividad panelera se ha incrementado en más del 30%.

Hoy, la agroindustria de la caña destina el 1% de su PIB a la investigación e innovación, entre lo que aporta a Cenicaña y lo que invierte en el mismo propósito cada ingenio. Nuestro objetivo es darles continuidad a esos esfuerzos, conscientes de que se verán reflejados en el posicionamiento de la caña como un cultivo con un potencial más allá del azúcar, pues conforma un clúster agroindustrial único en Colombia, generador de empleo, innovación y desarrollo social y ambiental.

María Eugenia Lloreda

Presidente de Asocaña.





Sostenibilidad: un objetivo que nos une como sector

El primer paso hacia la sostenibilidad del sector agroindustrial de la caña de azúcar de nuestro país se dio en 1977 por iniciativa de la Asociación de Cultivadores de Caña de Azúcar de Colombia (Asocaña) y con la financiación de ingenios y proveedores de caña localizados en el valle del río Cauca, al fundar el Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia (Cenicaña). En cumplimiento de su misión hemos innovado en todos los frentes y gestionado proyectos de investigación y desarrollo que han contribuido a hacer de nuestro sector el mayor productor mundial de caña de azúcar por hectárea.

Por su parte, la Asociación Colombiana de Productores y Proveedores de Caña de Azúcar (Procaña) viene liderando desde 2006 la implementación de prácticas agrícolas que permitan la permanencia del cultivo, para satisfacer las necesidades de productores y consumidores sin comprometer el futuro. Así, a la vez que promueve el progreso económico, Procaña preserva y protege los recursos naturales, consciente de su responsabilidad tanto con sus colaboradores como con la comunidad.

El esfuerzo mancomunado de los sectores e instituciones interesados en la preservación del medio ambiente muestra resultados muy

alentadores. En 2016, Procaña, Cenicaña, el Gobierno Nacional a través del Ministerio de Agricultura, Solidaridad, Avenza y los ingenios Manuelita y La Cabaña diseñaron el Programa Fénix, una autoevaluación de 269 preguntas para desarrollar un plan de mejora en lo ambiental, lo económico y lo social, tres pilares de la sostenibilidad.

Posteriormente, en 2017, se vincularon al programa la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca (CVC) y el Fondo Cultiva, y en 2019 lo hicieron los ingenios Providencia y Riopaila Castilla. Este proyecto inició con 2775 hectáreas y a la fecha comprende 22,000 hectáreas.

En la reunión de la Junta Directiva de Cenicaña realizada en diciembre pasado se acordó que el Centro asumirá el liderazgo del Programa Fénix para seguir impulsando y fortaleciendo las mejores prácticas agronómicas entre los productores de caña de azúcar.

La capacidad técnica de nuestro Centro de Investigación y la evolución de esta plataforma en cuatro años desde su implementación, nos permitirán fortalecer el proceso de transición y mejoramiento continuo de los cañicultores hacia una gestión y producción sostenible. Con este recurso los productores tendrán un valioso apoyo para el diseño de sus planes de acción y el sector contará con estadísticas grupales e indicadores en los tres pilares de la sostenibilidad.

Sumado a esto, por primera vez la Asociación Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar (Tecnicaña), la Federación Nacional de Productores de Panela (Fedepanela), la Asociación de Cultivadores de Caña de Azúcar de Colombia (Asocaña), Cenicaña y Procaña se han unido para realizar el 16 y 17 de septiembre de este año el evento Conexión Internacional 2020, que girará en torno a la innovación, la tecnología y la sostenibilidad.

Estos logros y proyectos son una muestra de la sinergia que se ha ido consolidando en el sector agroindustrial de la caña de azúcar para trabajar en equipo, para representarlo con propiedad y para fortalecerlo día a día.

Ángela María Cabal Barona

Presidenta Junta Directiva
Procaña



El clima en el valle del río Cauca 2019 y proyección 2020

De acuerdo con organismos internacionales que hacen seguimiento a las características físicas del océano Pacífico, respecto a los datos históricos, en el 2019 predominaron anomalías positivas de la temperatura superficial del mar en la línea de cambio de fecha, conocida como zona Niño 3.4 (**Figura 1**).

De hecho, durante la mayor parte del primer semestre de 2019 se registraron ano-

malías superiores a 0.5, que determinaron una condición El Niño durante ese mismo periodo. Pese a tal condición, el primer semestre fue en general más húmedo de lo normal en todo el valle del río Cauca. La precipitación acumulada en febrero, marzo, abril, mayo y junio fue, respectivamente, 14%, 13%, 31%, 8% y 13% superior con respecto al valor promedio histórico de cada mes (**Figura 2**).

Figura 1. Datos de la anomalía de la temperatura superficial del mar en la zona Niño 3.4 (Oceanic Niño, ONI) de acuerdo con los datos semanales publicados por BM (Australia). 2019.

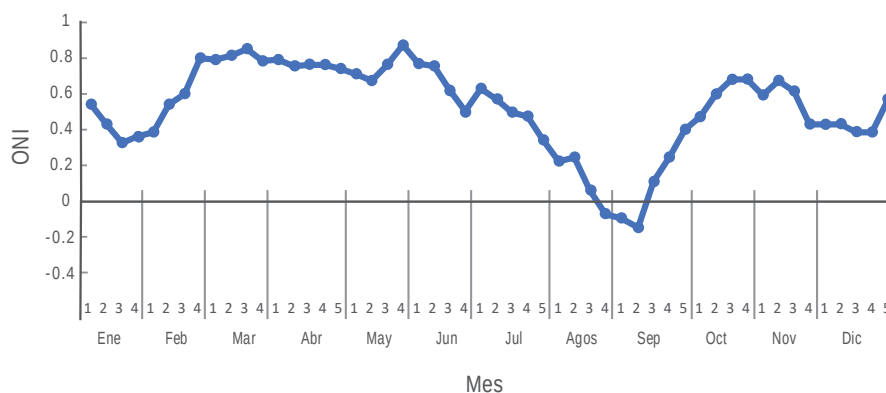
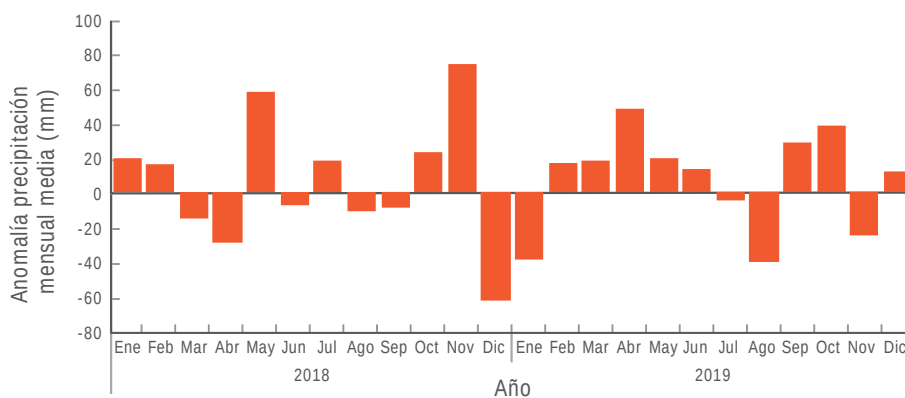


Figura 2. Anomalía de la precipitación mensual media del valle del río Cauca con respecto al promedio histórico mensual. Calculado con base en los datos de la Red Meteorológica Automatizada (RMA) de la agroindustria de la caña. 2019.



La cantidad de agua que cayó durante el segundo semestre de 2019 fue muy similar al valor promedio histórico registrado para este mismo periodo. Sin embargo, se presentó una reducción en el acumulado de lluvias durante las primeras semanas de enero y las últimas semanas de julio y agosto (**Figura 2**).

Vale la pena anotar que Cenicaña había reportado ese efecto selectivo de El Niño durante las épocas secas del año. Con base al agrupamiento realizado de las estaciones meteorológicas de la Red de la Agroindustria (zonas climáticas homólogas), se puede decir que la zona climática 5 (Risaralda) fue la única que experimentó un déficit generalizado de lluvia en el año (1900 mm) (**Figura 3**).

Durante 2019, la mayor cantidad de lluvia cayó en la zona climática 7 (Guachinte) (2026 mm), mientras que la menor cantidad se registró en la zona 3 (Yotoco, Guacarí, Rozo, San Marcos, Aeropuerto y PTAR Cali) (907 mm).

Los mayores valores de radiación global se registraron en el norte del valle del río Cauca y en el valle del río Risaralda (zonas climáticas 1 (Cartago, Distrito RUT, Zarzal, La Seca,

Paila Arriba, La Paila, Bugalagrande, Riofrío y Buga) y 5 donde el promedio diario de esta variable fue de 461 y 470 Cal/cm²/día, respectivamente. A pesar de que en estas zonas se reportaron los valores de radiación global más altos, en la 3 se alcanzaron los valores más altos de temperatura media del aire. Las zonas con los mayores valores de temperatura máxima media sí están relacionados con las de mayor radiación, es decir, las zonas 1 y 5, mientras que los valores más bajos de temperatura mínima se presentaron en la zona 6 (Florida, Jamundí, El Naranjo, Corinto, y Santander de Quilichao) (**Tabla 1**).

Teniendo en cuenta la condición climática de los últimos dos meses del año 2019 y dadas las características que registran algunos índices como Oscilación del Atlántico Norte (NAO), Oscilación Decadal del Pacífico (PDO) y la proyección del Oceánico de El Niño (ONI), es probable que en el primer cuatrimestre de 2020 predomine la probabilidad de tener lluvias inferiores o iguales al histórico y la temperatura del aire, mínima media y máxima media mensual conserven valores cercanos al promedio (**Figura 4**).

Figura 3. Anomalia de la precipitación acumulada mensual por zona climática homóloga. 2019.

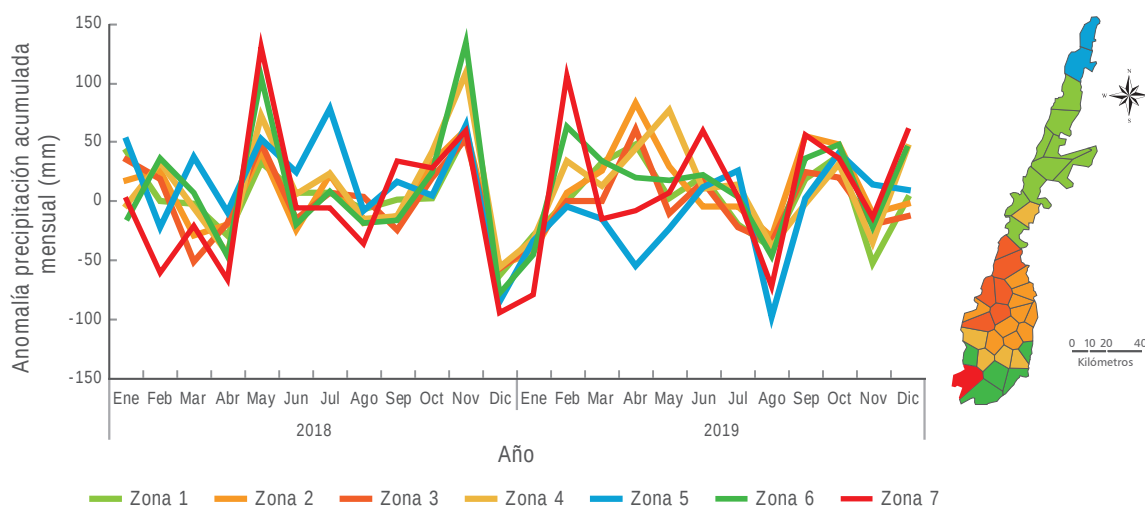
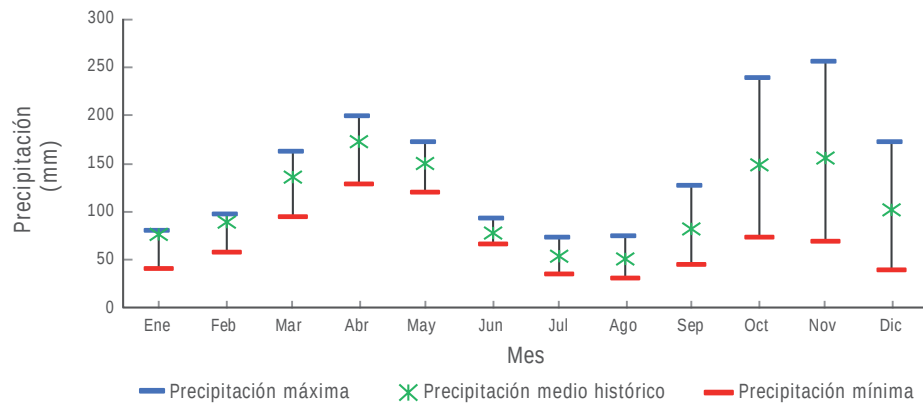


Tabla 1. Valores medios por zona climática homóloga de las variables temperatura, humedad relativa, precipitación y radiación global. 2019.

Zona climática homóloga	Temperatura mínima media (°C)	Temperatura máxima media (°C)	Temperatura media (°C)	Humedad relativa media	Precipitación (mm)	Radiación global (cal/cm ² /día)
1	19.1	31.3	23.9	80	1296	461
2	19.1	30.6	23.6	79	1240	432
3	19.3	30.8	24.0	78	907	452
4	19.1	31.1	23.8	82	1497	442
5	19.1	31.2	23.8	81	1900	470
6	19.0	30.9	23.7	80	1784	424
7	19.2	30.7	23.8	80	2026	456

Figura 4. Proyección del valor medio mensual de la lluvia para el valle del río Cauca. 2020.





Producción y productividad de la agroindustria de la caña 2019

Los análisis descriptivo y comparativo de 2018 y 2019 se basan en los datos reportados por los ingenios Carmelita, Incauca, La Cabaña, María Luisa, Manuelita, Mayagüez, Pichichí, Providencia, Riopaila – Castilla (dos plantas), Risaralda y Sancarlos.

A continuación se resumen los principales indicadores de producción y productividad de la agroindustria de la caña de azúcar de Colombia en dicho lapso (**Cuadro 1**).

Cuadro 1. Indicadores de productividad de la agroindustria de la caña de azúcar de Colombia. 2018–2019.

Indicador	Trimestres 2019				Enero-Diciembre		Diferencia 2019-2018 % - °C
	Primero	Segundo	Tercero	Cuarto	2018	2019	
Campo (12 Ingenios)							
Suertes cosechadas	7929	5662	9003	6869	30,100	29,463	-2
Area cosechada (ha)	53,122	37,087	62,363	47,927	208,174	200,499	-4
Toneladas de caña por hectárea (TCH)	109.5	114.2	111.6	112.3	120.0	111.7	-7
Toneladas de azúcar por hectárea (TAH)	12.5	12.0	12.8	12.5	13.3	12.5	-6
Toneladas de caña por hectárea por mes (TCHM)	8.6	9.1	8.8	8.9	8.8	8.8	0
Toneladas de azúcar por hectárea por mes (TAHM)	0.98	0.96	1.01	0.99	0.98	0.99	1
Rendimiento comercial	11.4	10.5	11.5	11.1	11.1	11.2	1
Edad de cosecha (meses)	12.9	12.6	12.8	12.7	13.9	12.8	-8
Número de corte	5.3	5.4	5.0	5.2	5.2	5.2	1
Fábrica (12 ingenios)							
Toneladas totales de caña molida¹	5,844,475	4,566,697	7,268,168	5,640,320	24,612,469	23,319,660	-5
Toneladas totales de azúcar producida²	672,637	487,380	846,699	652,002	2,771,560	2,658,718	-4
Rendimiento real con base en 99.7% Pol³	11.60	10.63	11.67	11.22	11.23	11.34	1
Fibra % caña	15.36	15.43	14.28	15.32	15.38	15.03	-2
Sacarosa aparente % caña	13.15	12.24	13.22	12.74	12.77	12.90	1
Pérdidas de sacarosa en miel final % caña	6.42	6.46	6.73	6.25	6.26	6.48	4
Pérdidas en cachaza % caña	0.57	0.70	0.49	0.62	0.57	0.59	3
Pérdidas en indeterminadas % sacarosa caña	1.29	2.45	1.40	1.64	1.60	1.63	2
Pérdidas en bagazo % sacarosa caña	3.75	3.86	3.41	3.72	3.96	3.66	-8
Litros de etanol (miles)⁴	122,178	72,917	125,455	123,882	466,613	444,433	-5
Energía eléctrica generada (MWh) (reportado por XM.A. ESP)					1,608,661	1,571,406	-2
Energía eléctrica vendida (MWh) (reportado por XM.A. ESP)					668,388	649,540	-3
Clima (Datos de 34 estaciones meteorológicas)							
Precipitación (mm mensuales)	293	470	171	420	1341	1353	1
Oscilación media diaria de temperatura (°C)	11.9	10.6	13.2	11.0	11.7	11.7	0
Temperatura mínima media (°C)	19.3	19.5	18.5	19.2	18.7	19.1	2
Radiación solar media diaria cal/(cm²/día)	453	420	470	436	433	445	3
Condición climática externa	El Niño	El Niño	Neutral	Neutral	El Niño	Neutral	

Valores multianuales 1994-2019	Precipitación	Radiación solar media diaria (cal/(cm ² /día)	Oscilación media diaria de temperatura	Temperatura mínima media (°C)
Trimestre 1	295	422	11.2	19.0
Trimestre 2	387	398	10.5	19.1
Trimestre 3	187	423	12.0	18.5
Trimestre 4	389	403	10.6	18.9

1. 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).
2. 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.
3. Rendimiento real: Porcentaje (%) de azúcar neto (en peso) obtenido por tonelada de caña molida, en donde el azúcar neto corresponde al azúcar elaborado y empaquetado más la diferencia de los inventarios anterior y actual del azúcar de los materiales en proceso en el período considerado (mieles, masas, magmas, meladuras y jugos). Este índice convierte todos los tipos de azúcares a una misma base de contenido de Pol 99.7°, el cual corresponde al tipo de azúcar de mayor producción en el sector, el azúcar blanco.
4. Incluye a Bioenergy.

Observaciones de campo

Durante 2018 las toneladas de caña por hectárea (TCH) tuvieron un descenso gradual debido inicialmente al exceso hídrico (hasta mayo) y después al déficit de agua (**Figura 5**).

En los cuatro primeros meses de 2019 se empezó a estabilizar dicho indicador, y entre mayo y julio el TCH se incrementó, en promedio, en cinco toneladas por hectárea.

A partir de agosto, es decir, durante la segunda temporada seca del año, el TCH se redujo; y, hacia finales del año, como consecuencia de la nueva temporada lluviosa de 2019, el TCH se incrementó, aunque no tan marcadamente como el de mediados de año, porque la cosecha anterior se dio en condi-

ciones de alta precipitación en noviembre de 2018 (**Figura 6**).

La edad de cosecha se estabilizó después de mayo de 2019 debido a la estabilización del TCH (**Figura 5**).

Los niveles de sacarosa (% caña) tuvieron en 2019 un comportamiento estacional, con dos picos en el primer y segundo semestre. No obstante, los valores medios mensuales de 2019 fueron superiores a los del año anterior (en los meses de mejor producción de sacarosa). De hecho, la sacarosa (% caña) de septiembre de 2019 fue la más alta de todos los septiembres desde 2016. Este comportamiento es consecuente con la dinámica de la radiación solar y la precipitación durante el año (**Figuras 7 y 8**).

Figura 5. TCH y edad (promedio mensual) de la agroindustria de la caña 2018 - 2019.

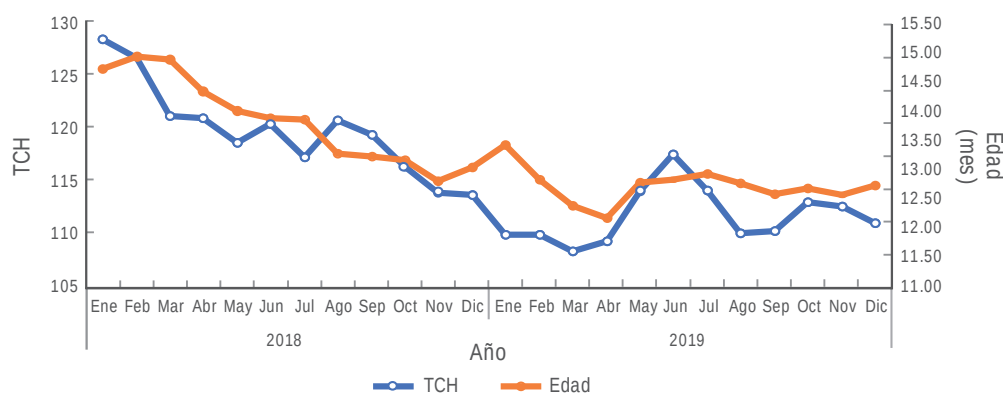


Figura 6. TCH mensual y anomalía de lluvia mensual 2018 - 2019.

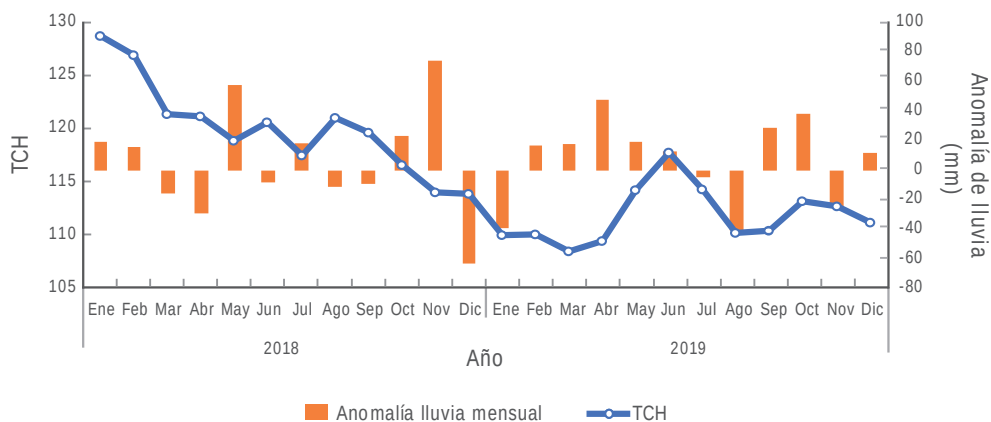
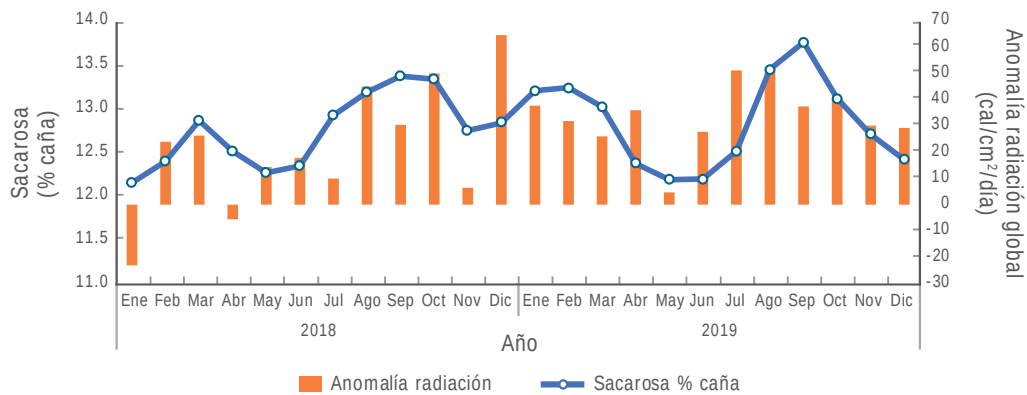
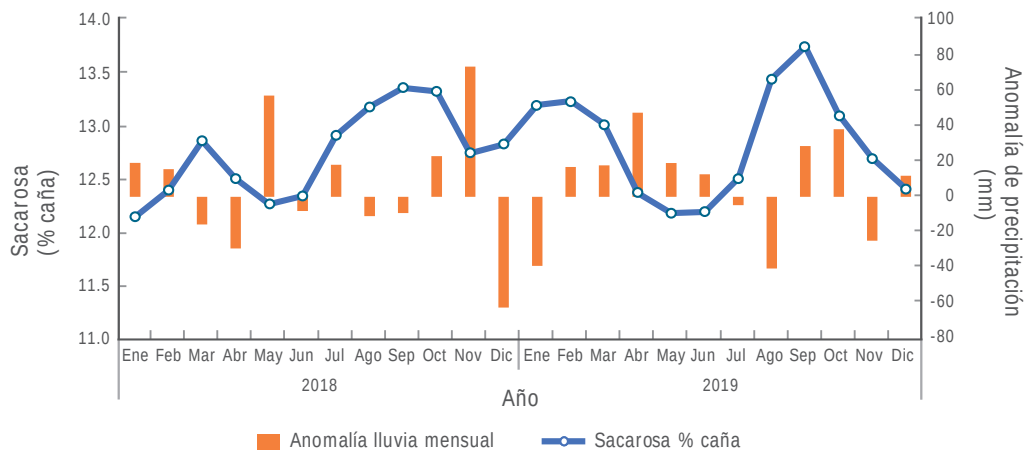


Figura 7. Anomalía de la radiación solar global y sacarosa (% caña) 2018 - 2019.**Figura 8.** Anomalía de la precipitación y sacarosa (% caña) 2018 - 2019.

En 2019 la anomalía positiva de la radiación fue superior a la de 2018 y la segunda temporada seca de 2019 fue realmente seca en comparación con lo sucedido en 2018, 2017 y 2016, lo que confirma que las épocas secas están asociadas a alta producción de sacarosa. El rendimiento comercial siguió la tendencia de la sacarosa (% caña) con valores menores que 1.7% en promedio (**Figura 9**).

Al comparar el comportamiento de la productividad por zonas climáticas, en el primer semestre de 2019 las toneladas de azúcar por hectárea por mes (TAHM) fueron superiores

a las de igual periodo de 2018; sin embargo, para el segundo semestre los valores de este índice se mantuvieron iguales en ambos años (**Figura 10**). Las zonas climáticas 2 y 3 (centro del valle del río Cauca) mostraron los mayores valores como es una constante en la agroindustria.

En 2019 las toneladas de caña por hectárea por mes presentaron en todas las zonas climáticas valores similares a los de 2018, puesto que la disminución y el aumento del TCH están asociados con la edad de cosecha (**Figura 11**).

Figura 9. Anomalía de la precipitación y rendimiento comercial 2018 - 2019.

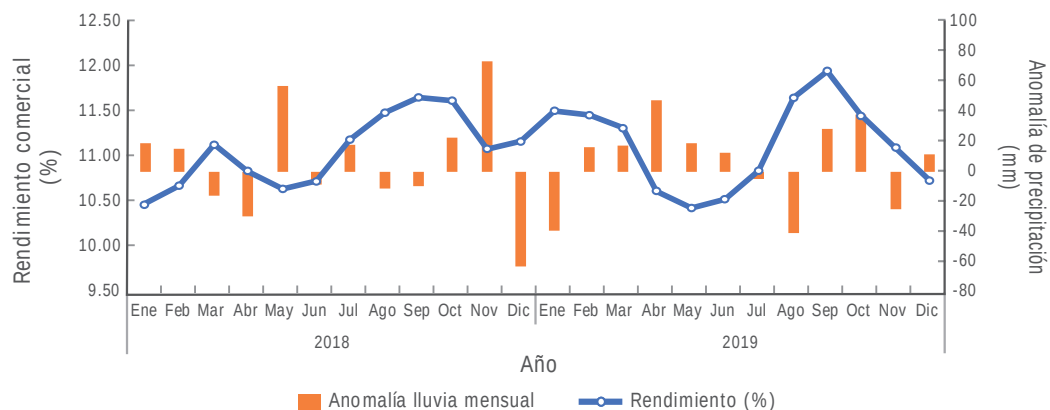


Figura 10. TAHM de la agroindustria de la caña 2018 - 2019 por zona climática homóloga del valle del río Cauca.

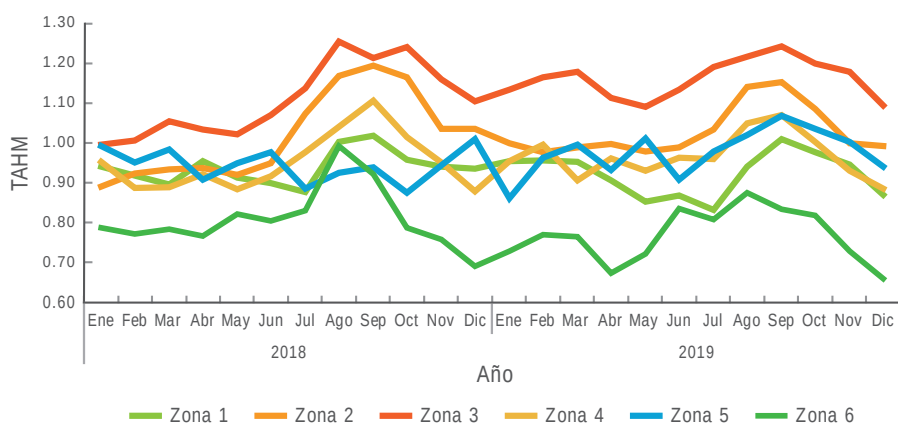
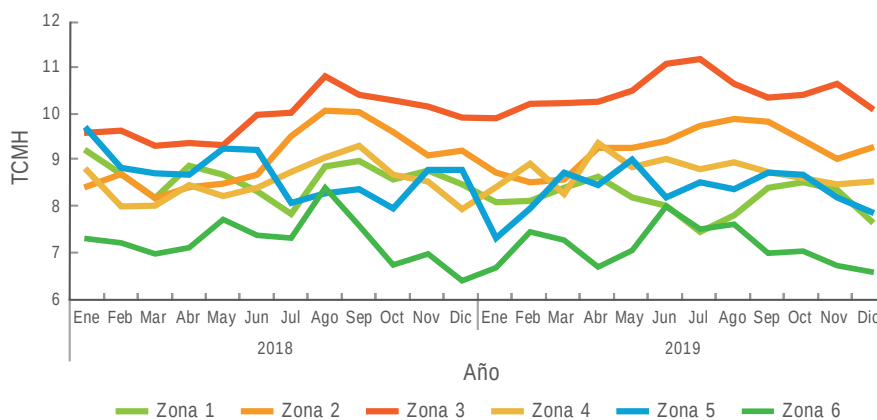


Figura 11. TCHM de la agroindustria de la caña 2018 - 2019 por zona climática.



El rendimiento comercial de cada zona climática está relacionado con el comportamiento del clima en cada una de ellas:

- **Zona 5:** tuvo la mayor anomalía negativa de lluvia (muy seco) en el primer y segundo semestre, lo que se reflejó en un rendimiento mayor durante todo el año.
- **Zona 6:** tuvo anomalía positiva de lluvia (muy húmedo) durante la mayor parte del año. Esa condición en una zona caracterizada por su alta pluviosidad representó una disminución del TCH y por tanto del rendimiento comercial.
- **Zonas 2 y 3:** tuvieron anomalías positivas en los meses que se esperaban lluviosos lo que impactó negativamente el rendimiento comercial del segundo semestre de 2019 (Figuras 12 y 13).

Se observó que en las zonas 2 y 3 las lluvias a partir de mayo de 2018 se redujeron por debajo de sus valores históricos y un año después, como consecuencia de condiciones óptimas para la realización de labores, el TCH se incrementó. A partir de septiembre se observó una reducción de este indicador, que podría estar asociado a las condiciones lluviosas diez meses atrás y al déficit de la segunda temporada seca del año.

En la zona 6 hubo exceso hídrico en las temporadas lluviosas de 2018 y el primer semestre de 2019 y déficit durante las temporadas secas de agosto y septiembre del año, lo que provocó que disminuyera el TCH en abril, mayo, octubre, noviembre y diciembre.

Figura 12. Rendimiento comercial de la agroindustria de la caña 2018 - 2019 por zona climática homóloga.

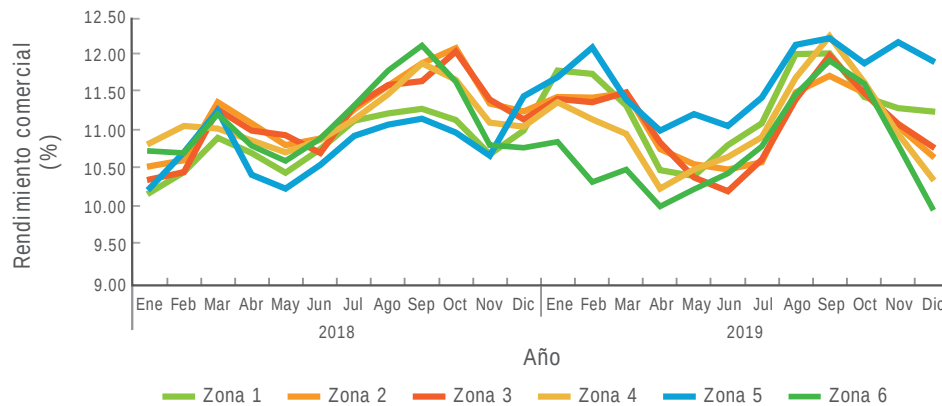
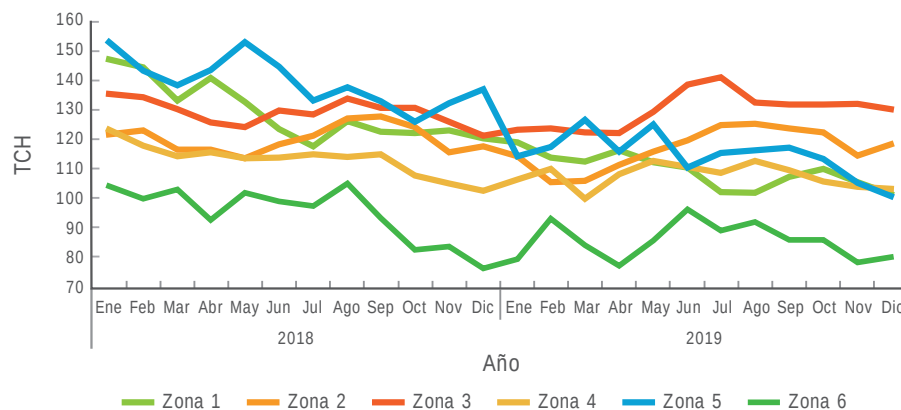
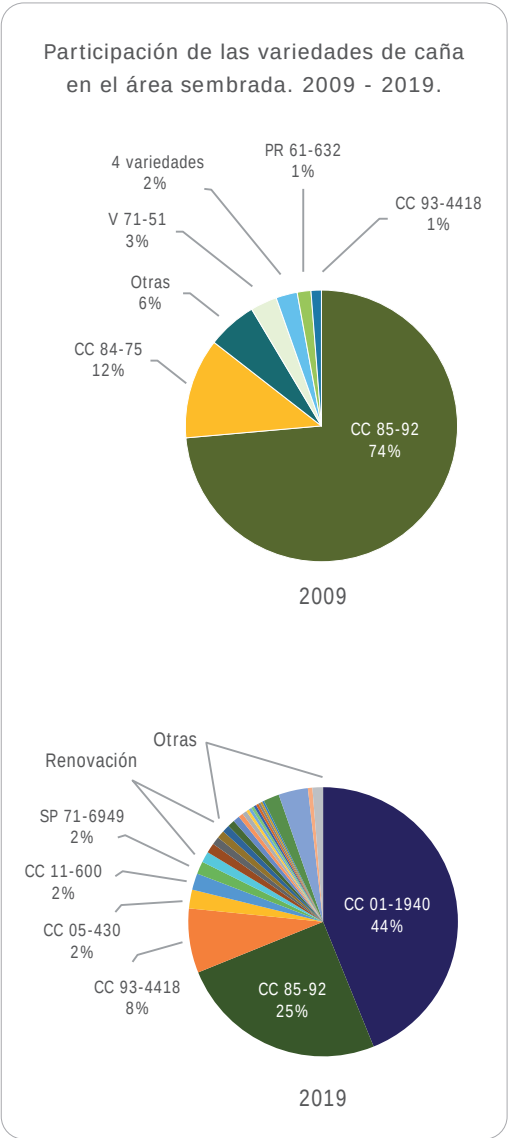


Figura 13. TCH de la agroindustria de la caña 2018 - 2019 por zona climática homóloga.



Se actualizó la información del área sembrada y al finalizar el 2019 ésta ascendía a 241,205 ha (**Cuadro 2**). Durante el 2019 se cosecharon 189,445 hectáreas, equivalente a un promedio mensual de 15,787 hectáreas.



Cuadro 2. Participación de las variedades de caña en el área sembrada*. 2018 – 2019.

Variedad	Área (ha)	Distribución (%)	Acumulado (%)
CC 01-1940	105,221.15	43.6	43.6
CC 85-92	60,583.68	25.1	68.7
CC 93-4418	18,645.33	7.7	76.5
CC 05-430	5484.91	2.3	78.7
CC 11-600	4812.11	2.0	80.7
SP 71-6949	3829.61	1.6	82.3
CC 11-595	3310.00	1.4	83.7
CC 01-678	2920.88	1.2	84.9
CC 00-3257	2317.22	1.0	85.9
CC 84-75	2282.25	0.9	86.8
CC 97-7170	2273.23	0.9	87.8
CC 01-1228	2050.78	0.9	88.6
CC 01-746	1902.81	0.8	89.4
RB 73-2223	1425.44	0.6	90.0
CC 98-72	1335.91	0.6	90.5
CC 92-2198	874.80	0.4	90.9
CC 93-4181	861.35	0.4	91.3
CC 10-450	845.11	0.4	91.6
V 71-51	760.62	0.3	91.9
PR 61-632	737.23	0.3	92.2
CC 93-3826	659.63	0.3	92.5
CC 91-1606	626.53	0.3	92.8
CC 09-066	533.61	0.2	93.0
CC 04-195	439.13	0.2	93.2
CC 00-3771	342.97	0.1	93.3
CC 93-3895	317.34	0.1	93.4
CC 99-2282	285.05	0.1	93.6
CC 09-535	211.94	0.1	93.7
CC 06-783	207.18	0.1	93.7
CC 03-154	206.88	0.1	93.8
CC 11-605	197.45	0.1	93.9
CC 03-469	194.45	0.1	94.0
CC 09-874	167.07	0.1	94.1
CC 05-948	139.28	0.1	94.1
CC 05-230	133.44	0.1	94.2
CC 87-434	132.69	0.1	94.2
MZC 74-275	129.01	0.1	94.3
CC 09-702	116.61	0.0	94.3
RENOVACION	3067.79	1.3	95.6
Otras y en desarrollo	1476.27	0.6	96.2
VARIAS	7840.94	3.3	99.5
PAN COGER	1305.00	0.5	100

* Datos de 12 ingenios mencionados en la página 21. Se incluyen también el ingenio Occidente y los trapiches Lucerna y La Palestina.

Seguimiento a indicadores de campo

Riego

A través de la Mesa del Agua desde hace ocho años el sector hace seguimiento a los indicadores de consumo de agua para riego en fuente de las tierras de manejo directo. A continuación se presentan los indicadores de 2019, que no incluyen datos del segundo semestre del ingenio Riopaila y de todo el año del ingenio María Luisa:

Precipitación acumulada anual 2019 (valle del río Cauca): 1353 mm

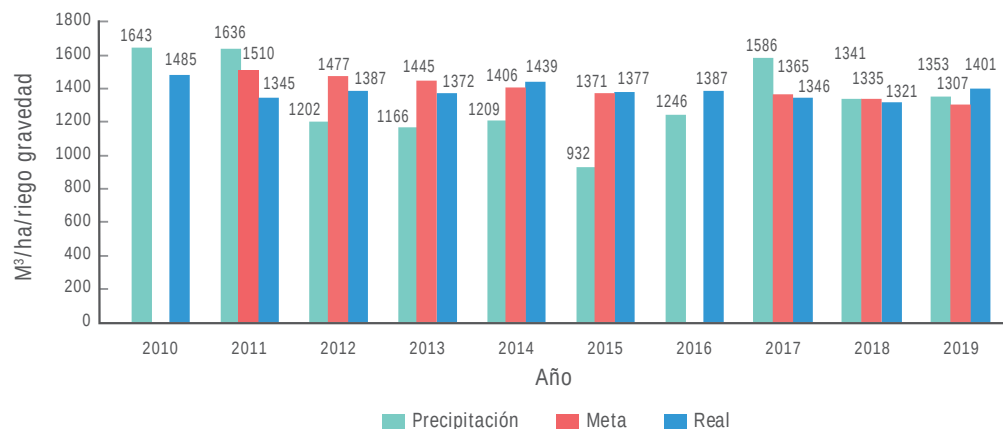
- **Consumo promedio ponderado por evento de riego por gravedad:** 1401 m³ ha⁻¹. Disminuyó 6% con respecto a la línea base (2010), aumentó en 6% (81 m³/ha/evento) en relación con el año 2018 y superó la meta establecida para el 2019 en 94 m³/ha/evento. Este incremento se debe al aumento de las áreas en renovación de 2018 y 2019: 26% y 22% respectivamente, (lo que hizo necesario aplicar mayores volúmenes de

agua) y a los cambios en las proyecciones de inversión en infraestructura de riego que motivaron el valor de la meta para el 2019 (1307 m³ ha⁻¹) (**Figura 14**).

- **Promedio del número de riegos:** 3.6, un aumento de 18% con respecto al año anterior. Este indicador se relaciona directamente con la precipitación, que en las temporadas secas del primer y segundo semestre del año presentó valores por debajo del 50% del histórico.
- **Consumo promedio ponderado por ciclo de cultivo:** 4439 m³ ha⁻¹, 40% por debajo de la meta para 2019 (7497 m³ ha⁻¹); sin embargo, este indicador (que depende también de la precipitación) registró un aumento del 19% en relación con el año 2018.
- **Consumo promedio ponderado en m³ T⁻¹:** 41, 20% por debajo de la meta fijada para el año 2019.

Los indicadores se han mantenido por debajo de las metas establecidas en cinco de los ocho años de seguimiento.

Figura 14. Metas y consumos redes de agua en fuente en tierras de manejo directo (m³/ha/evento de riego gravedad). 2019.



Cosecha mecánica



- **Cosechas por quemas no programadas:** 18,837 hectáreas (10%), valor similar al reportado en 2018 (22,548 hectáreas).
- **Tiempo de permanencia:** se presentó una reducción de 9% frente al mismo periodo del año pasado, es decir, 21.8 horas con respecto a las 24 horas del 2018.
- **Cosecha mecánica:** en los últimos siete años la agroindustria de la caña ha evolucionado hacia sistemas de cosecha más tecnificados; mientras en 2013

se cosecharon mecánicamente 76,512 hectáreas, en 2019 se reportaron 123,747 hectáreas. Este incremento representa un 62% en el valor absoluto para este periodo. En igual sentido, el valor absoluto de las áreas cosechadas mecánicamente en verde aumentó 75%, al pasar de 64,741 hectáreas en 2013 a 113,307 hectáreas en 2019. Durante el último año la agroindustria cosechó de manera mecanizada 66% de su área, siendo el 91.5% de esta cifra, cosecha mecánica en verde (sin quema).

Observaciones de fábrica

La caña molida se redujo en 1,292,809 toneladas con respecto a 2018, debido a la reducción tanto del TCH como del área cosechada, en cerca de 7700 hectáreas.

Como consecuencia de la disminución en caña molida, la producción de azúcar (incluida el azúcar crudo equivalente y mieles destinados a la producción de etanol) disminuyó en 112,842 toneladas. Sin embargo, el rendimiento real se incrementó al pasar de 11.23% a 11.34%.

La producción de etanol se redujo en 5%, equivalente a 22.18 millones de litros, probablemente asociado a la menor disponibilidad de caña (**Cuadro 1**). La generación de energía eléctrica también disminuyó 2.8% y su venta en 3%, con respecto a 2018 (**Cuadro 1**). El porcentaje de energía generada que se entregó al Sistema Interconectado Nacional (SIN) se mantuvo constante en 41.5%.

Un análisis por trimestres muestra que en 2019 el primero y el cuarto fueron similares en caña molida, aunque el primer trimestre fue superior en rendimiento, lo que podría estar relacionado con la menor precipitación y la mayor radiación.

Los demás trimestres fueron contrastantes: en el segundo, la tasa de molienda mensual fue de 1.5 millones de toneladas y se registró el menor rendimiento, mientras que en el tercer trimestre dicha tasa de molienda mensual fue de 2.4 millones de toneladas y se presentaron los mayores rendimientos. Este contraste también se observó en las condiciones de precipitación, oscilación de temperatura y radiación que incrementaron el contenido de sacarosa en la caña y favorecieron las labores de cosecha y la calidad de caña entregada a las fábricas.

La sacarosa (% caña) que ingresó a fábrica se incrementó en 0.13 unidades con respecto a 2018 y se ubicó en 12.90%. La fibra industrial (% caña) disminuyó en 0.35 unidades, los sólidos insolubles que hacen parte de la fibra industrial mermaron en 0.05 unidades, razón por la cual se presentó una disminución efectiva en la fibra vegetal.

La eficiencia de recuperación de sacarosa en la fábrica se incrementó de 87.57% a 87.64%. Este es el valor más alto desde 2013, situación que está asociada a una mejor eficiencia de extracción y, en consecuencia, una reducción en las pérdidas de sacarosa en bago de 0.3 unidades.





Variedades de caña de azúcar para una agroindustria más sostenible

La sanidad del cultivo: una prioridad

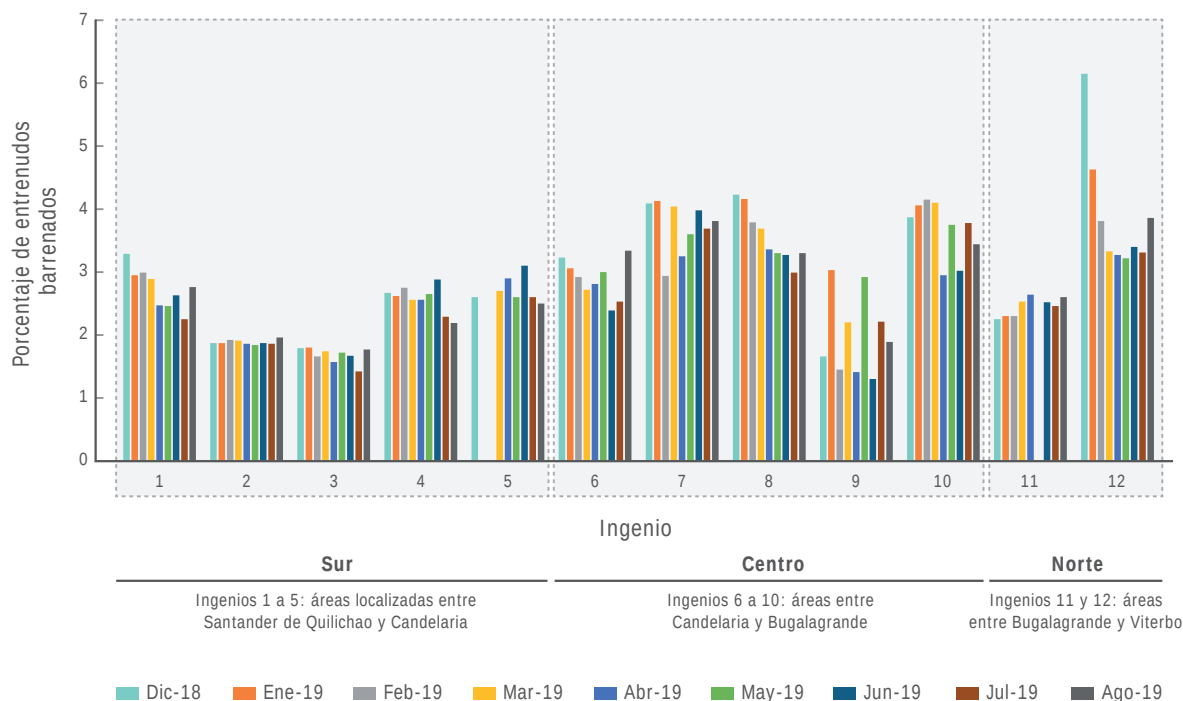
La sanidad del cultivo ha sido siempre una prioridad para la agroindustria de la caña de azúcar, pero en 2019 ésta concentró grandes esfuerzos tanto de investigación como de oferta de servicios y acciones de transferencia de tecnología.

Con respecto a los barrenadores del tallo *Diatraea* spp. y en comparación con 2018, en el periodo que cubre este informe se observó una tendencia a la disminución del daño por su causa en siete ingenios, y en los cinco

restantes el daño permaneció relativamente estable y en general por debajo del 3%. Se resalta que las tendencias más marcadas a la disminución se registraron en el centro (entre Candelaria y Bugalagrande) y norte del valle del río Cauca, donde inicialmente se presentaron los focos de la plaga y donde sus efectos fueron más graves (**Figura 15**).

El monitoreo de *Diatraea* y las liberaciones de insectos benéficos contra la plaga fueron determinantes en este resultado; por tanto, son tareas que deben realizar de forma permanente tanto ingenios como cultivadores.

Figura 15. Porcentaje promedio de entrenudos barrenados en diferentes ingenios entre diciembre de 2018 y agosto de 2019.



Con respecto al salivazo *Aeneolamia varia*, en el primer semestre de 2019 tres ingenios de la zona sur reportaron la plaga por primera vez en inmediaciones de El Cerrito, Palmira y Pradera (hasta 2018 en el valle del río Cauca se había detectado tan solo entre Guacarí y Cartago). Este hecho indicó que la plaga estaba avanzando hacia el sur y que actualmente estaría localizada entre Pradera y Cartago.

En general, se observó que los daños de la plaga son más severos en la variedad CC 01-1940, seguida por CC 85-92 y CC 93-4418. En el centro, donde esta plaga lleva establecida más tiempo, se comprobó que la implementación de prácticas culturales como el despeje oportuno de las cepas, el centrado de los encales, el uso de aporques y la aplicación de productos repelentes a base de extractos de ajo y ají ha permitido reducir notoriamente sus poblaciones.



En el primer semestre de 2019 se reportó un avance del salivazo hacia el sur del valle del río Cauca.

En 2018, un reporte de roya naranja en la variedad CC 01-1940 en el centro - norte del valle del río Cauca motivó la realización este año de monitoreos preliminares en 81 haciendas de diez ingenios, los cuales se llevaron a cabo entre los dos y los doce meses de edad del cultivo y entre cero y seis cortes.

La evolución a través del tiempo, tanto de la severidad como de la reacción de la roya naranja, en CC 01-1940 mostró que a medida que aumentaba la edad del cultivo se incrementaban estas dos variables, y que las mayores infestaciones se presentaban entre los seis y los diez meses. Se halló daño por encima del 15% en haciendas de los ingenios Sancarlos, Riopaila, Mayagüez, la estación experimental de Cenicaña y Manuelita. Actualmente CC 01-1940 es considerada susceptible a roya naranja (*Puccinia kuehnii*).

Igualmente, en un seguimiento de uredosporas de royas en el valle del río Cauca se encontró mayor cantidad de roya naranja que de roya café, que fueron las que predominaron entre 2017 y 2018. Probablemente este cambio en el patrón de distribución de las dos royas se debe a las condiciones climáticas y al incremento de siembra de la variedad CC 01-1940.

En una evaluación para roya naranja en 204 suertes del ingenio Sancarlos (109 suertes con CC 01-1940, 41 suertes con CC 85-92 y 54 suertes con nuevas variedades Cenicaña Colombia), se encontró alta susceptibilidad en el 98.2% de los campos evaluados con CC 01-1940, en tanto las otras variedades mostraron resistencia.

SCYLV y producción

Un experimento iniciado en 2016 para conocer el efecto del virus de la hoja amarilla (SCYLV) en la producción de la variedad CC 01-1940 mostró los siguientes resultados:

En plantilla y primera soca se encontró alta variabilidad de TCH y sacarosa (% caña) en relación con la variación de las diferentes incidencias del patógeno, en ambos cortes.

Sin embargo, no se observó un efecto directo de la incidencia del SCYLV en estas dos variables.

A pesar de lo anterior, se debe tener en cuenta que los lotes afectados se convierten en una fuente de inóculo para otros lotes sanos de esta variedad y para nuevas variedades.

Gran Encuentro de Cultivadores por la Sanidad del Cultivo

Entre septiembre y octubre de 2019 se realizó el Gran Encuentro de Cultivadores por la Sanidad del Cultivo de la Caña de Azúcar, con el objetivo de mantener informado al sector sobre la situación sanitaria en el área y promover medidas de prevención y manejo de las plagas y enfermedades que afectan la caña de azúcar.

En el marco de este Gran Encuentro se realizaron seis eventos para garantizar la cobertura a todos los ingenios, en los cuales participaron 768 personas entre cultivadores, técnicos de los ingenios, proveedores de insumos biológicos y personal de Cenicaña.

Los eventos tuvieron un enfoque participativo pues en ellos los cultivadores presentaron sus experiencias, y en un panel se discutieron sus inquietudes sobre el manejo preventivo de enfermedades, la diversidad varietal como base de la sanidad del cultivo, el monitoreo y las medidas de control.

En el transcurso del año también se convocaron reuniones de los Grupos de Transferencia de Tecnología (GTT) y se realizaron días de campo en haciendas de ingenios y cultivadores, enfocados en el manejo del salivazo. Igualmente, se llevaron a cabo capacitaciones sobre la evaluación del daño de los barrenadores del tallo y el reconocimiento de las enfermedades de la caña de azúcar, como parte de las actividades del Programa de Aprendizaje y Asistencia Técnica (PAT) y se hicieron acciones de divulgación para alertar sobre la situación fitosanitaria del sector. (Ver página 77).



código QR

Fotos y comentarios de los asistentes al Gran Encuentro por la Sanidad del Cultivo de la Caña de Azúcar



Nuevas herramientas

Con el fin de determinar patrones espaciales, ambientales y geográficos asociados a la roya naranja y a la roya café, Cenicaña empezó a abordar su epidemiología con dos enfoques metodológicos. El primero de ellos plantea la modelación específica a escala fina, que se sustenta en datos históricos, herramientas matemáticas y geoestadísticas. El segundo enfoque utiliza el análisis de modelos de nicho ecológico y herramientas de *machine learning* con datos a escala país, y se apoya en imágenes de satélite para realizar la caracterización climática. La información obtenida se usará con variables predictivas en los modelos epidemiológicos.

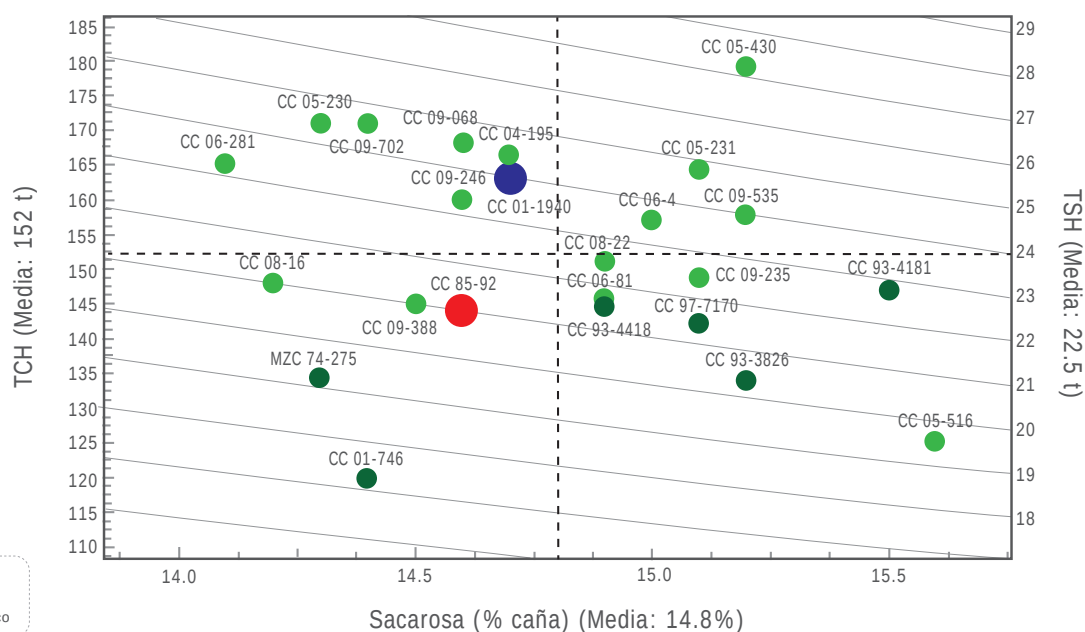
Adicionalmente se avanzó en una serie de modelos de riesgo epidemiológico para la roya ocre (*Macruropyxis fulva* sp. Nov.), presente en Sudáfrica y algunos países africanos, y la enfermedad de Fiji (*Fiji disease virus*, FDV), establecida en Asia, pero cuyo vector está reportado en Colombia.

Desarrollo de nuevas variedades para la agroindustria

Ambiente semiseco: en un análisis combinado de la prueba regional de las series 2004 a 2009, las variedades CC 05-430, CC 09-535, CC 05-231, CC 09-066, CC 05-230 y CC 04-195 se perfilaron como nuevas alternativas para la agroindustria, puesto que mostraron igual o mejor comportamiento que la variedad testigo (CC 85-92) por tonelaje y acumulación de sacarosa y son resistentes a las principales enfermedades y tolerantes a plagas que afectan el cultivo, particularmente al salivazo en el caso de CC 05-430 y CC 09-066 (**Figura 16**).

En las evaluaciones del estado I de la serie 2019, la fracción seleccionada produjo 13.73% de sacarosa (% caña; media de 13.5%), 161 TCH (media de 133 TCH) y 27.6 TSH (media de 18.0 TSH). Con los mejores individuos se procedió a la evaluación del estado II-2019.

Figura 16. Gráfica de isoproductividad de la prueba regional de las series 2004 -2009. Análisis combinado a través de 19 sitios (plantilla y dos socas) 2016 - 2019. Las variedades fueron cosechadas en siete ingenios. Testigos: CC 85-92 y CC 01-1940.



Ambiente húmedo: las nueve variedades evaluadas en la prueba regional de las series 2009 y 2010 fueron estadísticamente iguales al testigo CC 01-1940 para sacarosa (% caña), TCH y TSH (**Figura 17**).

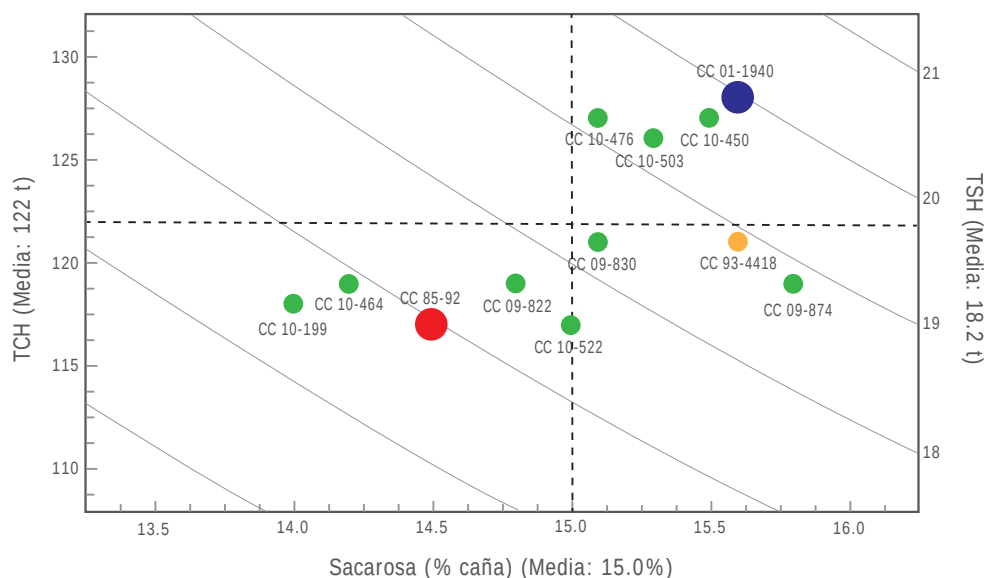
Este año se sembró la prueba regional de la serie 2011 en los ingenios Risaralda, Riopaila-Castilla planta Riopaila, Riopaila-Castilla planta Castilla, Sancarlos, Mayagüez, La Cabaña e Incauca. Estos experimentos tienen un diseño que permite la cosecha mecanizada.

En las evaluaciones fitosanitarias la mayoría de las variedades de las series 2006, 2009, 2010 y 2011 para este ambiente resultaron resistentes a la roya café y la roya naranja en condiciones controladas en cámara de inoculación. Se destacan, entre otras, CC 06-466, CC 06-481, CC 06-489, CC 09-822, CC 09-874, CC 10-199, CC 10-450, CC 11-551, CC 11-576 (**Cuadro 3**).

Ambiente piedemonte: en la prueba regional de las series 2003 a 2011 se destacaron las variedades CC 05-430, CC 09-535, CC 01-1940 y CC 09-702 por superar de manera significativa al testigo (CC 85-92), con TCH superiores a 130. Las variedades de mayor TSH fueron CC 09-535 (1.6), CC 01-1940 (1.6) y CC 05-430 (1.5). Cabe señalar que esta última variedad se desarrolla para ambiente semiseco, pero se evalúa su adaptación en piedemonte (**Figura 18**).

En 2019 se cosechó uno de los experimentos de esta prueba y se observó que la variedad CC 09-874 presentó la mayor acumulación de sacarosa (16.6% caña), seguida de CC 06-489 y CC 01-1940, todas desarrolladas para ambiente húmedo pero cuya adaptación en piedemonte está en evaluación.

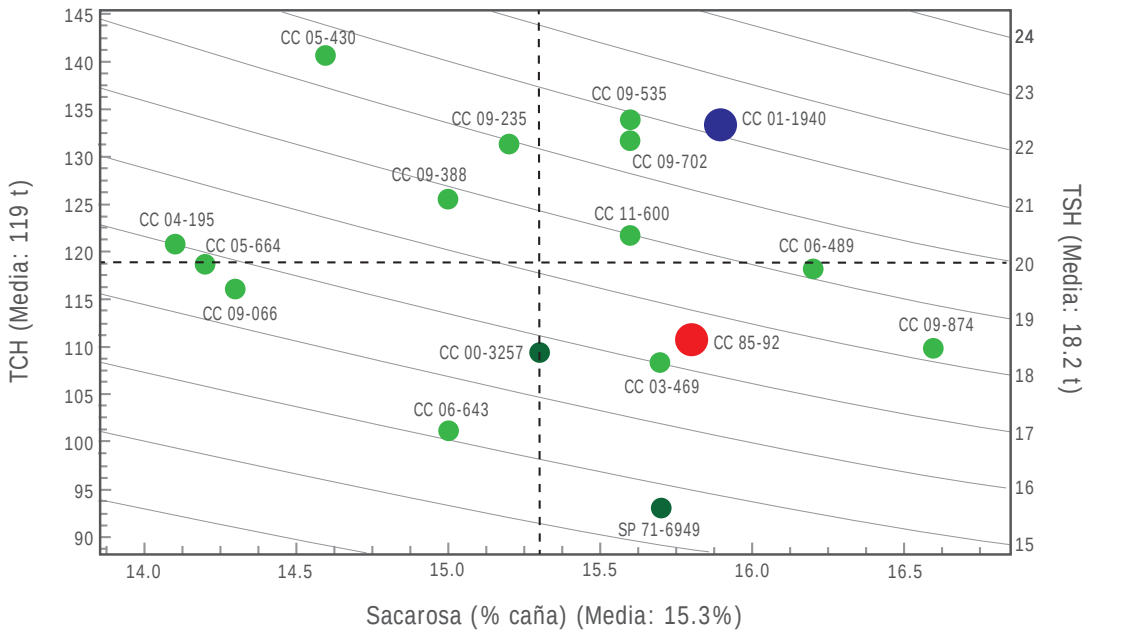
Figura 17. Curva de isoproductividad de la prueba regional (plantilla) de la serie 2009 - 2010, evaluada en cuatro ingenios representativos de la zona húmeda del valle del río Cauca. Testigos: CC 85-92 y CC 01-1940.



Cuadro 3. Evaluación de la resistencia a roya café y roya naranja de nuevas variedades para la zona húmeda. (R: resistente, S:susceptible).

Variedad	Roya café	Roya naranja	Variedad	Roya café	Roya naranja	Variedad	Roya café	Roya naranja
CC 06-466	R	R	CC 10-464	R	S	CC 11-551	R	R
CC 06-481	R	R	CC 10-476	R	R	CC 11-576	R	R
CC 06-489	R	R	CC 10-503	R	S	CC 11-588	R	R
CC 06-643	R	S	CC 11-465	R	R	CC 11-595	R	R
CC 06-648	R	S	CC 11-468	R	R	CC 11-600	R	R
CC 09-822	R	R	CC 11-470	R	R	CC 11-603	R	R
CC 09-874	R	R	CC 11-473	R	R	CC 11-605	S	R
CC 10-199	R	R	CC 11-493	R	R	CC 11-606	S	R
CC 10-450	R	R	CC 11-497	R	R			

Figura 18. Curva de isoproductividad de uno de los ensayos de la prueba regional de la serie 2003 - 2011. Testigos: CC 85-92 y CC 01-1940.



Evaluación sanitaria de nuevas variedades

En cada una de las etapas del desarrollo y selección de variedades, Cenicaña evalúa los clones en proceso e identifica aquellos materiales que se muestran resistentes.

Este año se evaluaron 181,485 clones, de los cuales 55.5% fueron resistentes a las enfermedades a que fueron expuestos. El 49.3% de los materiales seleccionados para el ambiente semiseco; el 74.4%, para el húmedo; y el 69.1 para el piedemonte fueron resistentes a roya café, roya naranja, mosaico y carbón.

De un total de 87 variedades evaluadas frente al salivazo, tres de ellas, entre las cuales dos consideradas promisorias desde el punto de vista de productividad (CC 05-430 y CC 09-066), fueron confirmadas como resistentes a la plaga.



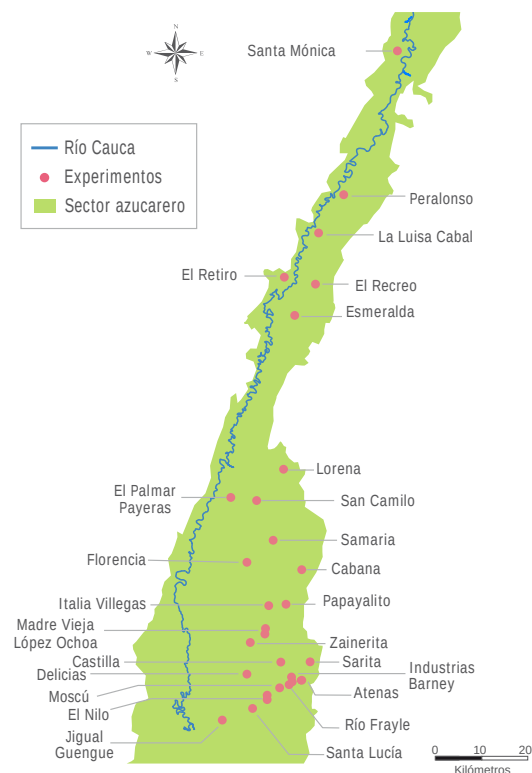
Página 92. Consolidado de los análisis realizados y servicios ofrecidos en Diagnóstico de Enfermedades, Inspección Fitopatológica en campo y laboratorio y Multiplicación y Propagación de variedades en 2019.

Tras el reemplazo de CC 85-92 y CC 01-1940

Desde el 2017 Cenicaña impulsa la estrategia Adopción y Multiplicación de Variedades, en la que las variedades sobresalientes en las pruebas regionales se evalúan por etapas, conjuntamente con los ingenios y cultivadores, para obtener información semicomercial y comercial que respalde las decisiones de renovación. Estos datos se obtienen de 29 experimentos sembrados (sitios de prueba) a lo largo del valle del río Cauca, en un total de 252 hectáreas (**Figura 19**).

Paralelo a ello, Cenicaña impulsa acciones para informar sobre estas alternativas varietales y promover su adopción y multiplicación con un enfoque de agricultura específica por sitio (AEPS).

Figura 19. Sitios de prueba para la adopción de las nuevas variedades en diferentes ambientes de selección.



Como resultado de esta gestión, los censos varietales de las etapas I y II (**Cuadro 4**) realizados entre octubre de 2017 y julio de 2019 evidencian un incremento en las áreas del ambiente semiseco de las variedades CC 05-430, CC 09-066 y CC 04-195, y de CC 10-450, CC 11-595 y CC 11-600, en el húmedo. Igualmente, Cenicaña entregó a ingenios y cultivadores 76,200 paquetes de semilla de variedades promisorias para el establecimiento de semilleros básicos.

Con el objetivo de contar con plantas libres de enfermedades sistémicas y usarlas para producción de semilleros de fundación, se obtuvieron 25,413 plantas por cultivo *in vitro* de la variedad CC 05-430; 24,447, de CC 01-1940; 12,573, de CC 09-066; 8772, de CC 09-535 y 831 plantas de otras variedades. En total se generaron 73,036 plantas con este procedimiento, con las cuales se establecieron semilleros sanos en los ingenios Sancarlos, Riopaila Castilla, Incauca, Risaralda y hacienda Maracaibo.



Día de campo con personal del ingenio Riopaila Castilla (arriba) y jornada de capacitación sobre criterios para la renovación con nuevas variedades de caña de azúcar.

Cuadro 4. Adopción de nuevas variedades en las etapas I y II para los tres ambientes de selección entre 2017 y 2019.

Ambiente de selección	Etapa	Variedad	Año			Incremento (%)
			2017	2018	2019	
 Semiseco	I	CC 05-430	9	1363	2980	119
		CC 09-066	13	199	331	67
	II	CC 04-195	11	221	276	25
	I	CC 05-230	-	51	96	87
		CC 09-235	6	154	85	-45
	II	CC 01-385	64	139	69	-50
		CC 04-667	81	126	47	-62
 Húmedo	I	CC 05-231	4	9	37	295
	II	CC 11-600	205	1839	2758	50
		CC 11-595	158	1133	1665	47
		CC 10-450	36	432	497	15
		CC 09-874	70	279	197	-29
		CC 11-605	33	217	162	-25
	I	CC 11-606	54	156	103	-34
	II	CC 06-489	20	79	43	-45
	I	CC 06-643	3	72	36	-50
 Piedemonte	II	CC 91-1606	559	1188	537	-55
		CC 00-3771	291	475	329	-31
	I	CC 93-7711	15	14	11	-23
		CC 03-1029	15	9	5	-50



código QR

Consulte el esquema de la estrategia de Adopción y Multiplicación de Variedades.



Del área total renovada en 2019 (27,730 hectáreas), 14,987 hectáreas (54%) corresponden a nuevas variedades (**Figura 20**). El 36% restante se renovó con CC 01-940; 5%, con CC 85-92 y 4.6%, con otras variedades.

Estas cifras reflejan una serie de acciones conjuntas del sector en su propósito de incrementar la diversidad varietal para disminuir los riesgos fitosanitarios y extender la vida útil de las variedades, asegurando con ello la sostenibilidad del negocio y los ingresos futuros de los agricultores.

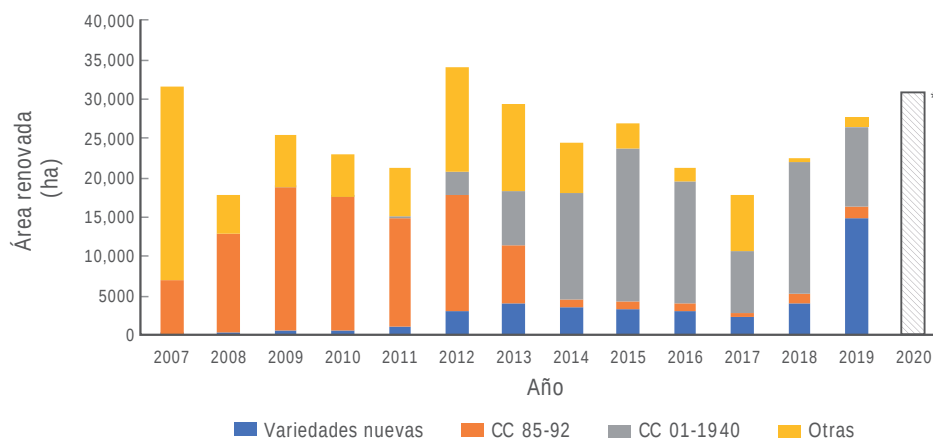
En 2019 Cenicaña, con apoyo de ingenios y cultivadores...

- Acompañó la renovación de 557 hectáreas en 30 haciendas de proveedores y promovió el establecimiento de nuevos sitios de prueba.
- Identificó y segmentó a potenciales cultivadores adoptantes por variedad/ambiente.
- Realizó días de campo focalizados, en los cuales cultivadores anfitriones, en parcelas demostrativas, compartieron sus experiencias en el manejo agronómico y los resultados de productividad de las variedades

a escalas experimental y comercial. Estas actividades se realizaron en los ingenios Pichichí, Incauca, Sancarlos, Carmelita, Risaralda, Riopaila, Manuelita, Mayagüez y Castilla.

- Apoyó al ingenio Riopaila-Castilla en su plan de renovación varietal 2019 - 2022, en el que se incluyeron las variedades CC 05-430, CC 09-535, CC 01-678, CC 11-600 y CC 10-450. Esta asistencia consistió en varias sesiones de trabajo, dos días de campo para familiarizar a los asistentes técnicos de proveeduría y jefes de zona con las nuevas opciones varietales, y dos jornadas de campo con cultivadores.
- Distribuyó piezas informativas sobre características agronómicas de las nuevas variedades CC 05-430, CC 09-535, CC 01-678, CC 11-600 y CC 10-450, su productividad y aspectos sanitarios, con recomendaciones generales para su manejo.
- Realizó dos jornadas de capacitación teórico-prácticas sobre criterios a tener en cuenta para la selección de variedades en la renovación, con la asistencia de 83 personas.

Figura 20. Área renovada en la agroindustria con las nuevas variedades Cenicaña Colombia de 2017 a 2019 y por variedad.



* Estimado de renovación para el 2020: 30,794 hectáreas.

Ayuda estadística para sembrar variedades con enfoque AEPS

Con el objetivo de apoyar la toma de decisiones relacionadas con la siembra de una nueva opción varietal, Cenicaña realizó una conglomeración estadística por ambiente, que ofrece un *ranking* del comportamiento de las variedades y su comparación con la recomendada de acuerdo con el enfoque AEPS.

El criterio de agrupamiento se basó en la productividad de las consociaciones de suelo y la información de todos los campos sembrados y cosechados con CC 85-92 entre 2008 y 2017 (diez años).

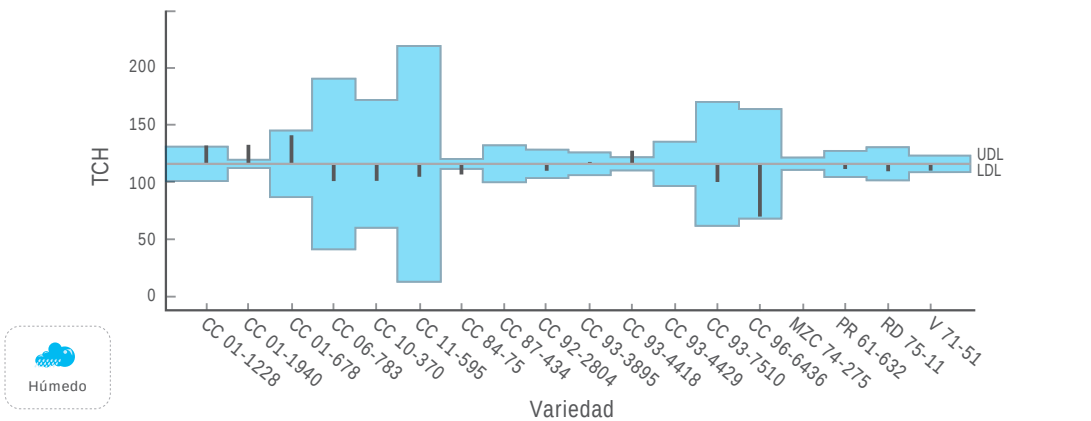
Esta herramienta brinda indicadores de productividad para todas las variedades y comparaciones estadísticas entre éstas y el testigo para cada uno de los grupos de suelos y por ambiente.

La **Figura 21** y el **Cuadro 5** ejemplifican los resultados comparativos de 18 variedades cosechadas en el ambiente húmedo en el grupo de consociaciones de suelo 1, en los que CC 01-1228, CC 01-1940 y CC 93-4418 superaron significativamente en TCH a la variedad CC 85-92.

Cuadro 5. Estimación concreta y por intervalo de confianza (80%) de TCH para cada una de las variedades cosechadas en el ambiente húmedo y grupo de consociaciones de suelo 1*.

Variedad	TCH	Error estándar	Límite inferior	Límite superior
CC 01-1228	132.1	6.4	123.9	140.2
CC 01-1940	131.6	2.5	128.4	134.9
CC 01-678	140.9	11.8	125.8	156.1
CC 06-783	100.9	29.9	62.6	139.3
CC 10-370	101.2	22.4	72.4	130.0
CC 11-595	104.9	41.3	52.0	157.8
CC 84-75	106.6	2.7	103.2	110.1
CC 85-92	115.8	2.2	113.0	118.6
CC 87-434	116.2	6.8	107.5	124.8
CC 92-2804	110.2	5.3	103.4	117.1
CC 93-3895	117.1	4.5	111.3	122.8
CC 93-4418	127.3	3.1	123.3	131.2
CC 93-4429	116.5	7.9	106.3	126.6
CC 93-7510	100.3	21.7	72.4	128.2
CC 96-6436	69.8	19.3	45.1	94.5
MZC 74-275	115.1	3.0	111.3	118.9
PR 61-632	111.4	4.9	105.1	117.7
RD 75-11	109.4	6.2	101.5	117.3
V 71-51	110.0	3.6	105.4	114.5

Figura 21. Comparación múltiple de *Dunnnett* con un testigo en el ambiente húmedo y grupo de consociaciones de suelo 1*.



* Grupo de suelo 1: CM: Chamburo FL: Florida IG: Ingenio MI: Micoarmel RS: Río Teta SA: Samán.

Garantizar variabilidad genética: labor permanente

Con el propósito de contar con más variabilidad genética para obtener nuevas variedades de caña de azúcar, Cenicaña importa de forma permanente variedades de otras agroindustrias azucareras del mundo que puedan ser usadas como fuente de genes y progenitores en los cruzamientos. En tal sentido, en 2019 se introdujeron a la cuarentena abierta y banco de germoplasma diez variedades importadas de Australia: Q 182, Q 188, Q 217, Q 223, Q 224, KQ 236, Q 237, Q 243, MQ 239 y Q 246. Estos materiales serán usados en los cruzamientos buscando incrementar sacarosa.

En los últimos años el número de cruzamientos se ha incrementado, debido a condiciones climáticas y mejoras logísticas, con lo cual aumentan las oportunidades de obtener variedades con las características requeridas por la industria (alta sacarosa, TCH, resistencia a enfermedades, maduración temprana y demás). Durante la temporada de cruzamientos del año 2018 - 2019 se realizaron 2802 polinizaciones, de las cuales 1370 fueron autofecundaciones; 1303, cruzamientos biparentales (hermanos completos) y 129, cruzamientos múltiples (hermanos medios).

Este año también se exportaron variedades Cenicaña Colombia con fines de investigación a diferentes países: a Brasil, diez variedades para la Fundación de Apoyo Institucional para el Desarrollo Científico y Tecnológico de la Universidad Federal de Sao Carlos; a México, 35 variedades para el Centro de Investigación y Desarrollo de la Caña de Azúcar de México; a Perú, seis variedades para la Empresa Agroindustrial Laredo S.A.A; y a Nicaragua, 18 variedades para la Compañía Azucarera del Sur S.A.

Biotechnología para mejorar nuestras variedades

Cenicaña dedica tiempo y recursos para complementar el proceso convencional de desarrollo de variedades (basado en la selección de características fenotípicas) con el uso de marcadores moleculares, el aislamiento de genes y una metodología eficiente de transformación genética. A continuación reseñamos algunos de los avances de investigación en este sentido en el 2019:

Hacia la resistencia a *Diatraea* spp.

Con el objetivo de crear variedades de caña de azúcar resistentes a las cuatro especies del barrenador de la caña *Diatraea* spp., se avanzó en la transformación genética de variedades con el gen Cry1Ab de *Bacillus thuringiensis* (Bt), productor de la proteína Cry en forma de cristales, los cuales son tóxicos para el barrenador. Desde hace más de dos décadas esta proteína es utilizada para controlar diferentes insectos plaga en otros cultivos, y desde 2018 se utiliza en Brasil para controlar a *Diatraea saccharalis*.

Este año en Cenicaña se logró la construcción genética *cry1Ab_Sc*, que contiene dicho gen, y se realizaron cinco ensayos en los que se la introdujo, mediante bombardeo de partículas, en callo embriogénico de las variedades CC 01-1940 y CC 93-3826, intermedias y susceptibles al grado de reacción a la plaga.

Las plantas en las que se confirmó la inserción del gen de interés y un gen de selección que facilita la identificación de plantas modificadas genéticamente, pasaron a un proceso de elongación y al invernadero de bioseguridad para practicarles las pruebas fenotípicas.

Cuando se logre producir la proteína Cry1Ab en toda la planta (expresión constitutiva) se espera generar un efecto de antibiosis capaz de reducir las poblaciones de larvas del complejo *Diatraea* spp. y con ello obtener variedades resistentes.

Tras genes que contribuyan a tolerar el déficit hídrico

Durante una serie de evaluaciones realizadas en plantas de *A. thaliana* que fueron modificadas con genes de caña de azúcar previamente seleccionados, se evidenció en ellas mayor producción de biomasa y mayor porcentaje de sobrevivencia después de un periodo de estrés por sequía o posterior rehidratación (**Figura 22**).

Utilizando esta estrategia se detectó que las plantas transformadas con la inserción de un gen perteneciente a la familia de factores de transcripción que responden al *Ethylene Responsive Factor* (ERF), presentaron mayor porcentaje de sobrevivencia que las plantas no transformadas. Estos experimentos también mostraron que las plantas transformadas tenían mayor área foliar, lo cual fue confirmado en experimentos *in vitro* (**Figura 23**).

Tales resultados indican que el gen caracterizado puede contribuir a dos características: tolerancia al déficit hídrico y producción de biomasa. En ensayos previos se demostró que el área foliar tiene una un coeficiente de correlación (r) de 0.9 con la producción de biomasa.

Figura 23. Fotografía representativa de la evaluación *in vitro* del área foliar de plantas de *A. thaliana* transformadas con el gen ERF (*Saccharum* spp.)

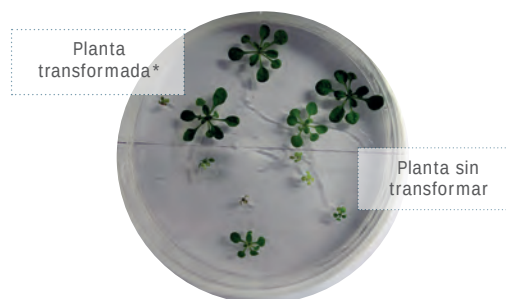


Figura 22. Evaluación funcional de un gen de caña de azúcar mediante ensayo de rehidratación. Fotografía representativa del número de plantas que sobrevivieron al estrés por déficit hídrico.



* Diferencias estadísticas significativas para comparaciones pareadas con respecto a las plantas sin transformar.

Estableciendo una plataforma de Selección Asistida por Marcadores Moleculares (SAM)

Con el propósito de hacer más eficiente el proceso de mejoramiento genético de la caña de azúcar en la selección y desarrollo de nuevas variedades, Cenicaña comenzó en 2016 un proyecto de investigación, cuyos resultados se verán en el largo plazo, que utiliza tecnologías de última generación como la Selección Asistida por Marcadores Moleculares (SAM), estudios de asociación y la selección genómica.

El proyecto pretende conocer en detalle el genotipo y el fenotipo de 220 variedades y asociarlos a 85 características de productividad, para identificar marcadores moleculares que sirvan de apoyo en la selección de variedades. A continuación se resumen algunos de los avances en este sentido en 2019:

Fenotipificación

Los resultados de la plantilla del experimento para ambiente húmedo mostraron gran variabilidad genética para la mayoría de las variables agronómicas y sucroquímicas evaluadas, como altura, población, diámetro, TCH, fibra, sacarosa y Azúcar recuperable estimado (ARE), entre otras. También arrojaron datos de fibra larga, fibra corta, médula y fibra total.

Las heredabilidades (con valores entre 0 y 1 que indican la proporción de la varianza fenotípica explicada por efectos genéticos) estuvieron entre intermedias a altas para TCH y sacarosa (0.62 y 0.77, respectivamente), lo que significa que la varianza genética explica la mayor proporción del fenotipo observado en campo y que hubo un buen control del ambiente para estas dos variables.

También se identificaron algunas variables correlacionadas entre sí, como sacarosa y médula (+) o sacarosa y fibra larga (-), lo que permite entender cómo responden estas variables en los procesos de mejoramiento genético.

Previamente se habían obtenido resultados de las 220 variedades en los ambientes seco y húmedo (plantilla). El experimento correspondiente a piedemonte se evaluará en 2020 (plantilla) y en 2021 (primera soca). Con ello se completará lo proyectado en fenotipificación.

Fitopatología

- **Roya café:** se completó la evaluación de la resistencia a la enfermedad en los 220 materiales del proyecto inoculados con el patógeno de CC 85-92 y se obtuvo variabilidad en la respuesta: 79.1% fueron resistentes a la enfermedad (severidad ≤ 12 y reacción ≤ 5) y 20.9% fueron susceptibles. Igualmente, con el inóculo de la variedad CP 57-603 en 163 accesiones se obtuvo menor virulencia con relación al de CC 85-92: 88.3% resistentes a la enfermedad y 11.7%, susceptibles.
- **Roya naranja:** se usó como fuente de inóculo CC 01-1884 en 133 variedades, y resultó que 52.6% de ellas fueron resistentes.
- **Carbón:** en los 220 materiales se encontró que 4.4% y 12.7% de las variedades fueron susceptibles a la enfermedad en plantilla y soca respectivamente.
- **Virus del mosaico (SCMV):** en 146 variedades evaluadas, 19.9% fueron susceptibles a la enfermedad.
- **Escaldadura de la hoja (LSD):** 34% de las 97 variedades evaluadas mostraron susceptibilidad al patógeno.
- **Virus de la hoja amarilla (SCYLV):** 66 variedades evaluadas, de las cuales 63.6% mostraron susceptibilidad al virus.

Continúa

Nutrición y consumo de agua

Además de las evaluaciones en campo, Cenicaña trabaja en condiciones bajo cubierta e invernadero para conocer la eficiencia en el uso del nitrógeno y la respuesta a condiciones de déficit y exceso de agua de las 220 variedades del proyecto SAM.

En ambos casos se implementaron protocolos controlados para evaluar parámetros fisiológicos y de producción-acumulación temprana de biomasa.

Con respecto al consumo de agua de la planta, en 2019 se evaluaron 81 materiales y se determinó un comportamiento diferenciado entre materiales genéticos tanto para el déficit como para el exceso de agua. Estas diferencias en los parámetros de fotosíntesis, transpiración y eficiencia en el uso del agua sugieren una variación genética útil para la producción de futuras variedades.

Para conocer la respuesta de la planta en condiciones de bajo y alto nitrógeno se han evaluado 121 variedades, determinando un comportamiento diferenciado entre materiales genéticos, donde algunos genotipos mostraron mayor producción de biomasa inicial con bajo nitrógeno aplicado; característica deseable en el camino hacia la reducción del uso de nitrógeno por parte del cultivo.

Se completará la evaluación de toda la población, y los materiales genéticos con respuestas contrastantes serán llevados a campo para la validación respectiva.

Identificación de marcadores

Con la secuenciación del genoma de la especie *S. spontaneum* (Zhang *et al.*, 2018) se dio paso al proceso de identificación de marcadores *SNP* usando un genoma de referencia diferente a sorgo, que evolutivamente es el más cercano a los híbridos modernos de la caña de azúcar.

Con esta nueva referencia se identificaron 32,024 marcadores vinculados con el genoma del sorgo, en comparación con los 19,968 previamente identificados. Este nuevo conjunto de marcadores permitió realizar los estudios de asociación amplia de genoma (GWAS) con las características fenotípicas anteriormente colectadas (Ingenio Castilla, Ingenio Mayagüez e invernadero).

A partir de los análisis GWAS se identificaron 9680 marcadores asociados a características agronómicas. Con el genoma del sorgo se habían identificado solo 997. También se evidenció un mayor número de marcadores significativos para características agronómicas de interés en comparación con los previamente identificados usando el genoma del sorgo: sacarosa (26 vs 24), otras altamente correlacionadas con sacarosa (1090 vs 746), y biomasa (283 vs 155). Un grupo de cien marcadores está siendo validado en la actualidad.

Cooperación permanente con el sector panelero

Como parte del compromiso social del sector, Cenicaña apoya a la agroindustria panelera en diferentes zonas del país, directamente y a través de entidades estatales como el

Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), La Federación Nacional de Productores de Panela (Fedepanela) y la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Agrosavia).

En 2019 Cenicaña...

- Apoyó al ICA en la declaratoria de la alerta temprana de roya naranja.

- Colaboró en el establecimiento de Pruebas de Eficacia Agronómica (PEA) en los departamentos de Santander, Boyacá (Hoya del río Suárez), Norte de Santander, Antioquia, Huila, Cauca, Cesar, Eje Cafetero y Nariño con las variedades CC 95-6014, CC 00-3068, CC 01-1508, CC 01-1228, CC 01-1940, CC 11-600 y CC 00-3257.
- En semilleros de variedades de caña de azúcar sembrados en la zona de la hoya del río Suárez encontró que CC 01-1228, CC 01-1940, CC 91-1555 y CC 93-7510 fueron positivas para el virus de la hoja amarilla.
- Realizó el Primer Curso Nacional en Variedades, Enfermedades, Plagas, Nutrición y Agua en el Cultivo de la Caña de Azúcar para Paneleros, con la participación del ICA, Ministerio de Agricultura, Agrosavia, Fedepanela, Umata Frontino, BioObando, hacienda El Escobal (Tolima), Universidad del Amazonas (Florencia), Agricultores Frontino y Santander, Secretaría de Fomento de Santander de Quilichao y Universidad de Caldas.
- Realizó el Tercer Taller Interinstitucional sobre Caña de Azúcar para la Producción de Panela, con el objetivo de estructurar planes de investigación en temas de cambio varietal y sanidad del cultivo.



Jornada de capacitación a paneleros y difusión de las actividades en redes sociales.



Comprender el entorno para un mejor manejo del cultivo de caña de azúcar

Climatología de la velocidad y la dirección del viento: claves en las labores de campo

La velocidad y la dirección del viento son determinantes en la logística de labores de cosecha como quemas programadas y la aplicación aérea de productos. Por esa razón, Cenicaña avanzó en el estudio de estas dos variables, medidas a 10 metros de altura sobre la superficie del suelo, para comprender la forma como se desplazan las masas de aire.

Los resultados mostraron los siguientes patrones de la condición del viento en el valle del río Cauca:

- Las calmas son la condición prevalente en la región. La mayoría de las veces (65% en promedio) la velocidad del viento es inferior a 1.5 ms^{-1} , lo que limita la programación de quemas por la ausencia de una dirección predominante.
- El mayor porcentaje de eventos de calma se encontró en los extremos norte y sur del valle del río Cauca; donde los periodos óptimos para programar quemas y aplicar agroquímicos son menores.
- Los valores más altos de velocidad del viento están asociados mayormente al flujo de aire desde el oeste, pues los vientos que soplan del sur son escasos.
- La escasez de vientos del sur está relacionada con la alta proporción de velocidades del viento, entre 0.5 y 1.5 ms^{-1} , desde esa dirección. Este patrón muestra que el flujo ascendente del viento que sopla sobre el valle durante el día es más fuerte que el flujo descendente del viento que sopla desde el sur.
- El flujo de viento en la ladera es más fuerte en la noche que en el día.

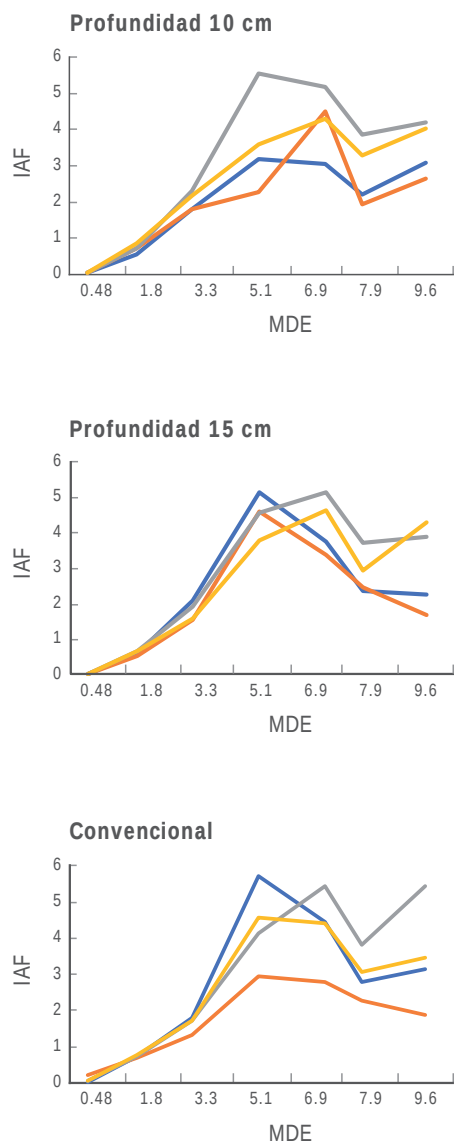
Estudios de fisiología y ecofisiología para conocer mejor las variedades

Conocer el comportamiento de una variedad en diversas condiciones de oferta ambiental permite determinar el manejo agronómico del cultivo para favorecer la producción de biomasa y sacarosa.

Durante 2019 se realizaron estudios de este tipo con las variedades CC 05-430, CC 01-678, CC 01-1940 y CC 85-92. A continuación se resumen algunos de los hallazgos de la evaluación en una plantilla sembrada en ambiente semiseco en suelos con tres sistemas de riego (convencional, por goteo con manguera enterrada a 10 cm y por goteo con manguera enterrada a 15 cm).

- Con cualquiera de los tres sistemas de riego, CC 05-430 obtuvo el mayor índice de área foliar, seguida por CC 85-92, CC 01-1940 y CC 01-678 (**Figura 24**).
- Con riego convencional y con riego por goteo a 15 cm de profundidad, la variedad CC 05-430 fue la que más materia seca acumuló, seguida por la variedad CC 85-92.
- Con riego por goteo a 10 cm de profundidad, la variedad CC 01-1940 fue la que más materia seca acumuló, seguida de la variedad CC 05-430 (**Figura 25**).
- Independientemente del sistema de riego la variedad CC 01-678 obtuvo los menores valores de materia seca.
- En términos de sacarosa, y evaluada hasta los 12.5 meses de edad, la variedad CC 01-1940 obtuvo un mayor valor, seguida, en su orden, por CC 85-92, CC 01-678 y CC 05-430 (**Figura 26**).

Figura 24. Índice de área foliar (IAF) para las variedades CC 05-430, CC 01-678, CC 01-1940 y CC 85-92, entre los 0.48 y los 9.6 meses después de la emergencia (MDE), en condiciones de riego convencional y con manguera enterrada a 10 cm y a 15 cm, en ambiente semiseco.



— CC 01-1940
— CC 01-678
— CC 05-430
— CC 85-92

Figura 25. Materia seca acumulada en 10 m para las variedades CC 05-430, CC 01-678, CC 01-1940 y CC 85-92, entre 0.5 y 9.6 meses de emergencia (MDE), en condiciones de riego convencional y con manguera enterrada a 10 cm y a 15 cm, en ambiente semiseco.

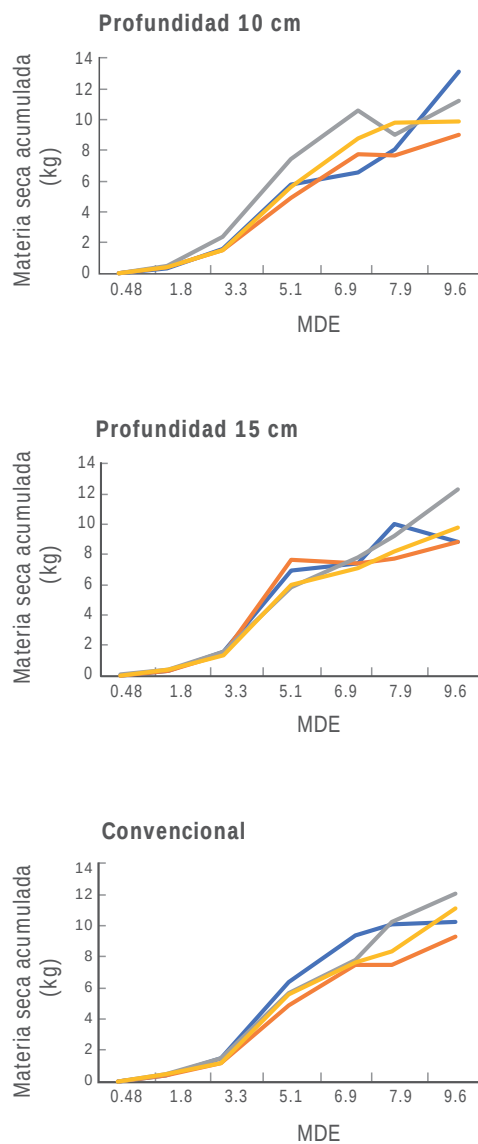
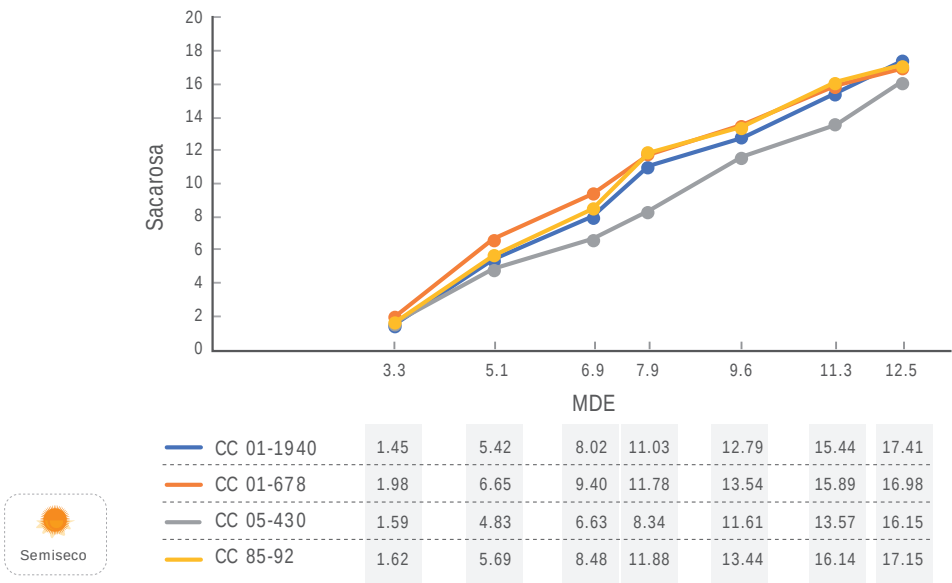


Figura 26. Sacarosa (% caña) para las variedades CC 05-430, CC 01-678, CC 01-1940 y CC 85-92, entre 3 y 12.5 meses después de la emergencia (MDE), en ambiente semiseco.



Estos resultados sugieren que las variedades CC 01-1940 y CC 05-430 requieren ciclos de producción más largos para maximizar la acumulación de sacarosa en condiciones de maduración natural. Se planea continuar con los estudios de respuesta a los madurantes por parte de la variedad CC 05-430, para

mejorar su desempeño de acumulación de sacarosa en ciclos de 12-13 meses.

La investigación continuará con la evaluación de las variedades CC 01-1940, CC 10-450, CC-09-830, CC 11-595 y CC 11-600 en el ambiente húmedo del valle del río Cauca.



Tecnologías para un manejo más sostenible del cultivo de caña

Evaluación del sistema de riego por aspersión mecanizada

En 2019 Cenicaña continuó con la evaluación de los sistemas de riego por aspersión mecanizada tipo cañón viajero, para conocer su desempeño y los efectos de variables naturales y propias del cultivo en su operación. Los resultados mostraron una alta incidencia tanto de la velocidad del viento como de la edad del cultivo sobre la uniformidad de dis-

tribución del agua (**Figura 27**). Así, a mayor edad del cultivo y mayor velocidad del viento, menor uniformidad de distribución del riego y por tanto de la efectividad de esta labor.

En la **Tabla 2** se muestran las condiciones de uniformidad de distribución del agua con este sistema de riego para un cultivo entre 0-3, 3-6 y 6-9 meses de edad y en tres horarios del día con diferentes velocidades del viento: mañana, inicio de la tarde y final de la tarde.

Figura 27. Perfil de distribución del agua del equipo cañón viajero en dos horarios de operación.

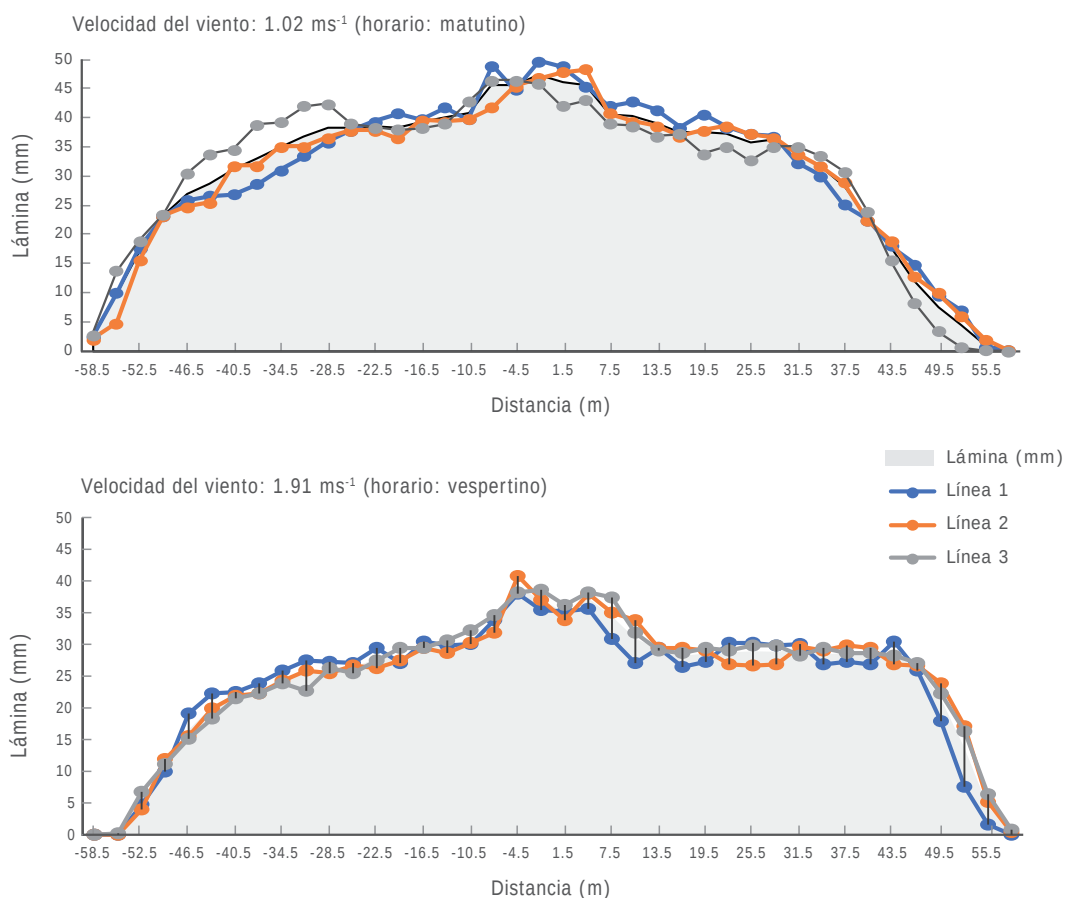


Tabla 2. Resultados de la evaluación de uniformidad de distribución del agua del sistema de riego por aspersión mecanizada tipo cañón viajero.

Edad del cultivo (0 - 3 meses)												
Velocidad de desplazamiento del cañón	Velocidad programada del cañón	Horario	Inicio	Fin	Fecha	Ensayo	Lam. media (mm)	CUC (%)	CUE (%)	CUD (%)	UDH (%)	Vel. viento (m/s)
19 - 20 (m/h)	20 m/h	Mañana	10:40 a. m.	2:36 p.m	19/06/2019	11	31.67	62.35	53.10	28.89	40.44	0.41
	19 m/h	Medio Día	11:22 a. m.	2:21 p. m.	12/09/2018	4	27.62	57.26	48.41	23.59	34.48	1.90
	19 m/h	Tarde	2:50 a.m	6:40 p.m	12/09/2018	4	34.13	50.83	43.94	14.01	28.80	1.94
24 - 28 (m/h)	28 m/h	Mañana	8:04 a. m.	10:34 a. m.	4/09/2018	2	23.96	62.14	54.04	30.50	41.6	0.74
	24 m/h	Medio Día	12:23 p.m	4:20 p.m	28/08/2018	1	30.27	62.84	54.55	31.24	42.27	0.51
	24 m/h	Tarde	5:40 p.m	8:30 p.m	28/08/2018	1	24.39	68.03	57.67	37.66	46.24	1.94
29 - 30 (m/h)	30 m/h	Mañana	10:30 a. m.	1:00 p.m	22/01/2019	5	22.14	57.01	48.13	20.15	34.12	0.85
	30 m/h	Medio Día	11:00 a. m.	2:00 p. m.	22/01/2019	5	21.57	56.75	47.51	19.13	33.33	1.07
	30 m/h	Tarde	2:40 p.m	5:00 p.m	19/06/2019	11	20.23	57.78	46.26	25.69	31.75	0.42

CUC: Coeficiente de Uniformidad de Christiansen.

CUE: Coeficiente de Uniformidad Estadístico.

CUD: Coeficiente de Uniformidad de Distribución.

UDH: Uniformidad de Distribución de Hart.

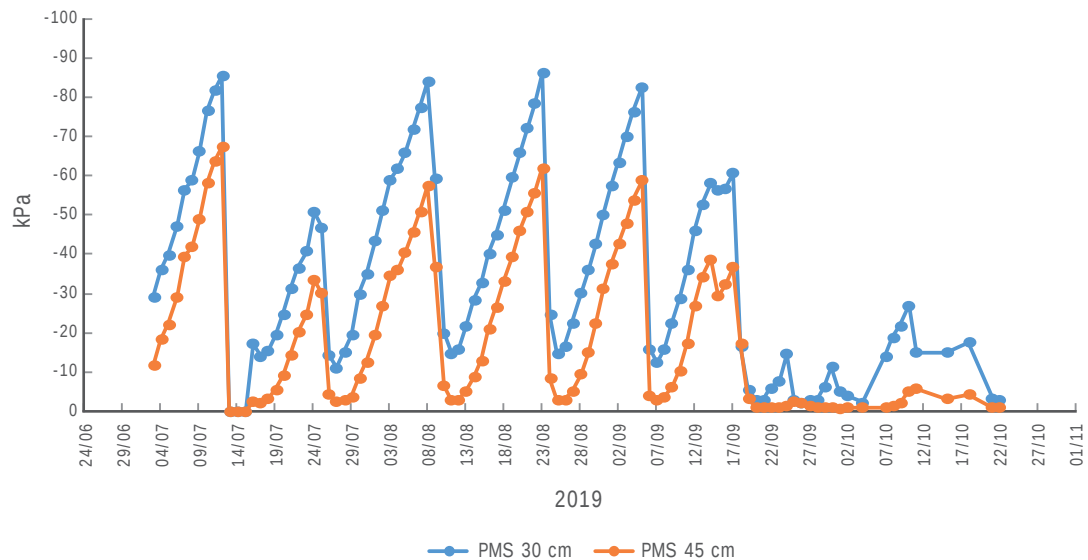
Evaluación de herramientas para programar el riego

Con el objetivo de contar con herramientas más precisas para programar el riego, Cenicaña evaluó la eficiencia de un sistema de medición del estado hídrico del suelo y los cambios provocados por la aplicación de riego y la precipitación (**Figura 28**).

El sistema, compuesto por un datalogger compacto que incluyó batería (Cenilogger), un sistema para la comunicación y sensores (hasta seis) para capturar datos del potencial

mátrico del suelo (PMS), se evaluó en diez lotes sembrados con CC 01-1940. En cada lote se establecieron igual número de estaciones de monitoreo, se calibraron los sensores y el Cenilogger se programó para registrar lecturas continuas a través del tiempo y enviarlas cada hora. La evaluación demostró la eficacia del sistema en el seguimiento de los cambios del PMS ocurridas como consecuencia del riego, la evapotranspiración y la precipitación. Se continuará con la evaluación de la estación de monitoreo y se instalará una red LoRaWAN que dará soporte a esta herramienta a todo el sector.

Figura 28. Potencial mátrico del suelo medido a dos profundidades, con una estación de monitoreo automática instalada en Cenicaña. Variedad CC 01-1940.



Internet de las cosas

Las labores en campo se están transformando gracias a la tecnología de internet de las cosas (IoT), con la que se obtienen, procesan y visualizan datos indispensables para la toma de decisiones. El sistema de medición del estado hídrico del suelo es un ejemplo del uso de esta tecnología. Por esa razón, paralelo a la evaluación de este sistema, Cenicaña explora nuevas alternativas de materiales y dispositivos para reducir el costo de la herramienta y posibilitar su uso masivo.

Esta exploración comprende la creación y adaptación de diferentes dispositivos que permitan realizar mediciones o controles en el campo no solo con equipos de ensamble rápido, sino con prototipos funcionales.



Acompañamiento: clave en el proceso de adopción de nuevas tecnologías de riego

En 2019 fue fundamental el acompañamiento de Cenicaña a los cultivadores y personal de campo para apoyarlos en el uso de las nuevas tecnologías de riego, hasta lograr su conocimiento y adopción.

Dicho acompañamiento se brindó en 4420 hectáreas, en las que se empezó a implementar o se ajustó el balance hídrico para la programación de los riegos.

Entre la asistencia prestada se destaca la realizada a un grupo de proveedores de Riopaila-Castilla para implementar el balance hídrico en 1500 hectáreas; y la que se brindó a la empresa CAVI (2441 hectáreas), en donde, además de capacitar al personal de campo y hacer prácticas sobre verificación de zonas agroecológicas y control administrativo del riego, se identificaron 51 suertes (432 hectáreas) para ajustar los valores de lámina de agua en el suelo (LAS).

Igualmente se acompañó a dos haciendas del sector en la realización del balance hidrológico, la verificación de la zona agroecológica y la medición de caudal por surco utilizando canaleta RBC.

Estas asesorías fueron parte de las actividades realizadas para implementar los planes de mejora surgidos en la fase cuatro del Programa de Aprendizaje y Asistencia Técnica (PAT) (ver página 78).

Paralelo a esta gestión, el Centro de Investigación trabajó de manera participativa con ingenios y cultivadores en diferentes actividades, especialmente días de campo, para incrementar la adopción de tecnologías de riego:

- **Siete jornadas prácticas (108 asistentes)** para concienciar a los cultivadores sobre el uso adecuado del agua: aspectos claves para un riego eficiente, reconocimiento del suelo y sus características, capacidad de campo, mediciones de caudal, eficiencias de conducción, medición de la velocidad de avance del agua en el surco y determinación del volumen total de agua usado por evento de riego.
- **Dos días de campo con grupos focales de agricultores (105 asistentes)** para enseñarles a utilizar los sensores de potencial mátrico como método para la programación de los riegos.
- **Un día de campo (55 asistentes)** para instruirlos sobre la importancia de realizar el balance hidrológico por predio.
- **Tres días de campo (120 asistentes)** para mostrarles la necesidad del control administrativo del riego (CAR), en los cuales se promovió la adopción de flujómetros, caudalímetros y sensores.
- **Cuatro días de campo (100 asistentes)** enfocados al manejo del drenaje para mejorar la productividad del cultivo.
- **Asistencia telefónica en el uso del balance hídrico 4.0.**

A estas actividades se suman las capacitaciones ofrecidas en el PAT en siete temas de manejo del recurso hídrico (ver página 77).



Jornada práctica de capacitación en manejo eficiente del agua.

Análisis económico y financiero de inversiones en riego por goteo

Cenicaña realiza análisis económicos y financieros con el propósito de respaldar inversiones y decisiones de manejo agronómico de ingenios y cultivadores. El siguiente análisis demostró los beneficios del sistema de riego por goteo frente al convencional (gravedad).

La metodología consistió en una evaluación económica en la cual se compararon los costos del proyecto y sus beneficios (y/o pérdidas) a lo largo de su vida útil (flujo de efectivo). Para proyectos de inversión, los beneficios se midieron por el mejoramiento de la calidad, la disminución de los costos de

producción, el incremento de la productividad y el rendimiento del cultivo.

En los últimos 14 años la hacienda del análisis registró una productividad promedio de 148 TCH con un sistema de riego por goteo con manguera enterrada, de alta eficiencia, frente a 133 TCH de las suertes regadas de forma convencional. El proyecto inició con la renovación de la plantación hasta cubrir 68 hectáreas de cultivo de caña.

En anteriores estudios, las variaciones en TCH de la hacienda fueron explicadas por factores climáticos (76%), por condiciones y ubicación de los suelos (0.7%) y por el manejo y administración del cultivo (24%). La diferencia en TCH entre suelos regados con uno u otro sistema pudo estar relacionada con cualquier factor, como las condiciones climáticas, la disponibilidad del recurso hídrico y la adopción varietal, y no necesariamente con el sistema mismo.

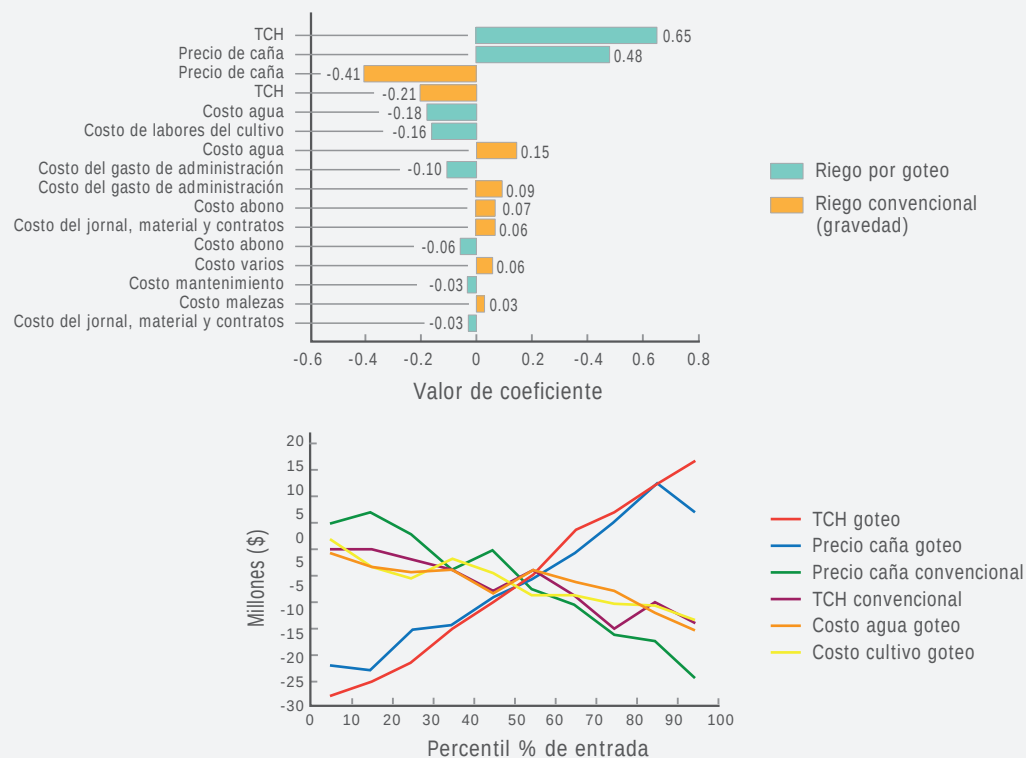


Continúa

Resultados:

- Al comparar las suertes regadas con goteo y las regadas con el sistema convencional, se observó que los ingresos por las suertes regadas por goteo se incrementaron en 15%; los costos del cultivo, el control de arvenses y el abono, en 6%, 3% y 1%, respectivamente, y que los costos de jornales, materiales y contratistas disminuyeron en un 60%.
- Con respecto a la rentabilidad del proyecto con sistema de riego por goteo se observó que la tasa interna de retorno fue de 20%, considerando el costo de los recursos prestados a un plazo de cinco años, esta tasa interna está por encima de la tasa de retorno del inversionista (12%). El período de retorno del capital fue de cuatro años aproximadamente.
- En el sistema de riego por goteo, la productividad de caña por hectárea, el precio al que se liquidó ésta y los costos de las labores del cultivo, del agua, administrativos, jornales, materiales y contratos mostraron una relación directa con el delta del valor presente neto (VPN), es decir, la diferencia del VPN del sistema por goteo menos el VPN del sistema convencional. Estas mismas variables pero del sistema convencional mostraron una relación inversa con este indicador financiero. Esto muestra que en la modelación de la diferencia del VPN entre ambos sistemas se guarda una relación directa con las variables que hacen incrementar los ingresos del goteo y una relación inversa con las que hacen disminuir los costos del convencional (**Figura 29**).

Figura 29. Coeficientes de correlación de las variables de ingresos y egresos del flujo de caja sobre el delta del (VNP) riego por goteo frente al convencional.



Afinar criterios para la resiembra

El fin de la resiembra es procurar contar con una población de plantas lo más uniforme posible para alcanzar buenas producciones de caña y sacarosa. Sin embargo, el criterio para realizar esta labor no es unificado y existen inquietudes al respecto, como cuál es el área mínima ideal para resembrar. Un análisis realizado en una plantilla con la variedad CC 01-1940 mostró que la resiembra es indispensable cuando los espacios sin caña son de tres o más metros y ocupan un 30% del área de la suerte. Cuando el área despoblada alcanzó tal magnitud, se redujo en 12% el TCH, comparado con el testigo totalmente poblado. En este caso la resiembra, aunque no permitió obtener igual TCH que el testigo totalmente poblado, representó una recuperación en tonelaje del 5.7%.

En la cosecha, la sacarosa (% caña) del material resembrado fue más baja con 14.7% menos. Lo anterior sugirió que elevados nive-

les de resiembra podrían tener efecto no solo en el TCH, sino también en el rendimiento.

Las labores de resiembra deben abordarse incorporando factores como la calidad de la semilla, la siembra y la cosecha, lo que abre temas de investigación para el futuro.

El análisis foliar en las labores de fertilización

Las variedades de caña de azúcar difieren en sus requerimientos nutricionales; por lo tanto, los programas de fertilización genéricos deben dar paso a la nutrición específica por variedad en cada sitio de producción.

Cenicaña comprobó que los análisis de tejido foliar son una herramienta útil para ajustar los planes de fertilización (que actualmente se basan principalmente en el análisis de suelo) conforme se va desarrollando el cultivo y de acuerdo con la concentración de nutrientes de la planta, para así lograr una alta eficiencia nutricional.

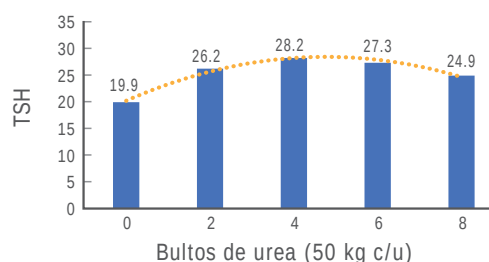
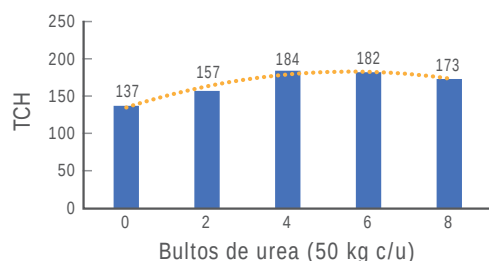
El análisis de tejido foliar es clave para proporcionar a la planta un balance nutricional óptimo que maximice su productividad. Por supuesto, para lograr este propósito los planes de fertilización basados en dicho análisis deben acompañarse de adecuadas prácticas de manejo. Cenicaña ha identificado los contenidos foliares óptimos de los nutrientes esenciales de las principales variedades comerciales y trabaja en la determinación de los contenidos de las variedades promisorias.

Las variedades CC 01-1940 y CC 93-4418 difieren en su demanda de N. En la plantilla puede ser que no exista respuesta a la aplicación de N o que ésta sea muy baja, pero la respuesta se presenta y aumenta conforme avanzan las socas. En la segunda soca, el requerimiento de N para máxima productividad de CC 01-1940 fue de 115 kg/ha (250 kg/ha o cinco sacos de urea). Dosis superiores disminuyen la productividad (**Figura 30**). Por su parte, la variedad CC 93-4418 requiere más de 184 kg/ha de N (400 kg/ha o 8 bultos de urea) para expresar su máxima productividad.

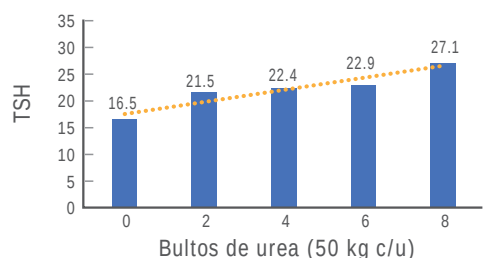
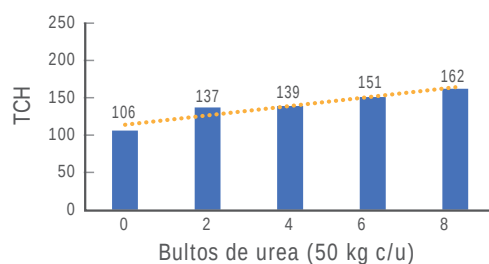


Figura 30. Productividad en la segunda soca de las variedades CC 01-1940 y CC 93-4418 con aplicación creciente de urea. CC 01-1940 se ajustó a un modelo cuadrático con productividad máxima alrededor de 250 kg/ha de urea (cinco bultos), mientras que CC 93-4418 se ajustó al modelo lineal y no alcanzó su máxima productividad con 400 kg/ha de urea (ocho bultos).

CC 01-1940



CC 93-4418



Ampliar información



código QR

En el Informe Anual Cenicaña 2017, capítulo Programa Agronomía, está disponible el contenido foliar óptimo de nutrimentos para las variedades CC 01-1940 y CC 93-4418.



Sensores para mapear la variabilidad del suelo

A pesar de que el sector cuenta con un estudio detallado de suelos a escala 1:10.000 que abarca aproximadamente 90% del área sembrada con caña de azúcar, el valle del río Cauca es heterogéneo en la distribución espacial de los más de 230 suelos existentes. Hoy se tienen métodos no convencionales, que permiten ubicar los diferentes suelos de una región a una escala mayor.

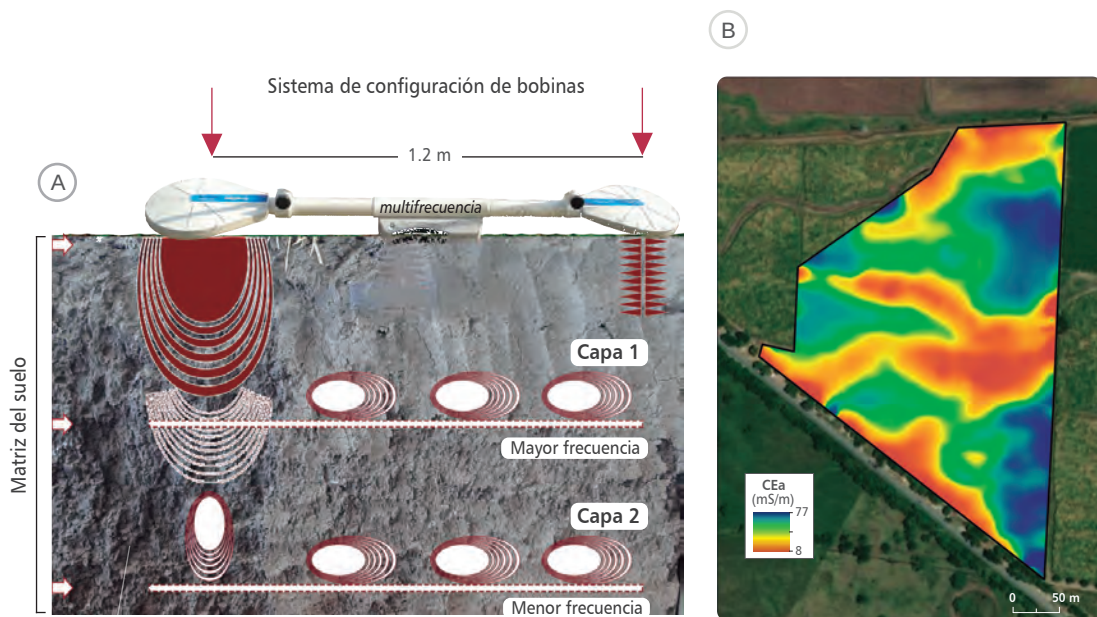
Se generó una base operativa de dos sensores de conductividad eléctrica aparente (CEa): Veris Q2800® (Veris Technologies, Salina, KS) y GSSI Profiler EMP-400® (Geophysical Survey Systems, Inc., Salem, NH) para optimizar la delimitación de zonas suelo-específicas a escala de suerte o lote agrícola (**Figura 31**).

Para llevar a cabo la prueba de concepto de la base operativa con sensores de CEa, y apoyado por métodos cuantitativos, se ac-

tualizó y aumentó la escala de la cartografía de conductividad eléctrica aparente del suelo de la Estación Experimental de Cenicaña, la cual se relaciona, generalmente con la distribución de arcilla y materia orgánica. Estos resultados mejoran la resolución del estudio de suelos previamente disponible para Cenicaña, y a la vez brindan un parámetro que indica la variabilidad de los suelos

presente en los sitios experimentales. Esta delimitación más detallada tiene beneficios tanto comerciales como de investigación. En el primer caso, porque permite el refinamiento de las prácticas de manejo con enfoque AEPS; y en cuanto a la investigación, porque aumenta la precisión de los resultados obtenidos por Cenicaña mediante el uso de estos parámetros como covariables.

Figura 31. Esquema funcional del sensor GSSI Profiler EMS-400® (A). Distribución espacial de la medición de conductividad eléctrica aparente en lote comercial (B).



Ampliar información



código QR

Artículo Carta Informativa año 7, número 1: Sensores móviles del suelo y su uso en Agricultura Específica por Sitio (AEPS), página 22 - 23



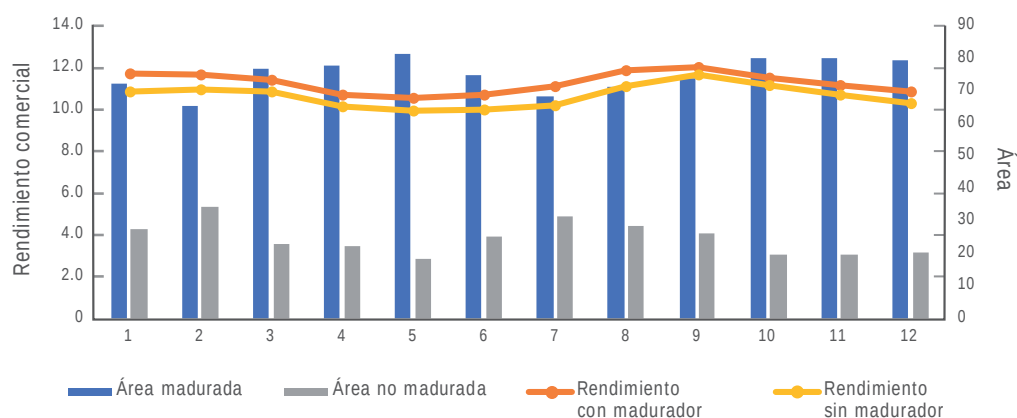
Evaluación de la maduración y su efecto en el rendimiento del cultivo

Para conocer cómo responde el rendimiento comercial de la agroindustria cuando se aplican al cultivo productos maduradores, se llevó a cabo un análisis general para comparar todas las suertes comerciales intervenidas con estos productos. Los resultados confirmaron la eficacia y consistencia de esta práctica de manejo, pues mostraron incrementos en rendimiento de 0.7 unidades porcentuales

en los cultivos aplicados, lo que equivale a 7 kilogramos de sacarosa adicionales por tonelada de caña procesada (**Figura 32**).

El 73% del área cosechada entre enero y agosto de 2019 fue madurada, lo que permitió obtener beneficios incluso en los meses de menor rendimiento natural (abril y mayo) con una diferencia cercana a los 5 kg a favor de las suertes maduras (**Figura 32**). Los productos más utilizados como madurantes son, en su orden, *Trinexapac-ethyl*, *Roundup* y *Fluazifop-P-butyl*.

Figura 32. Área y rendimiento comercial con madurante y sin él, entre enero y diciembre de 2019.



Evaluaciones de la cosecha mecánica

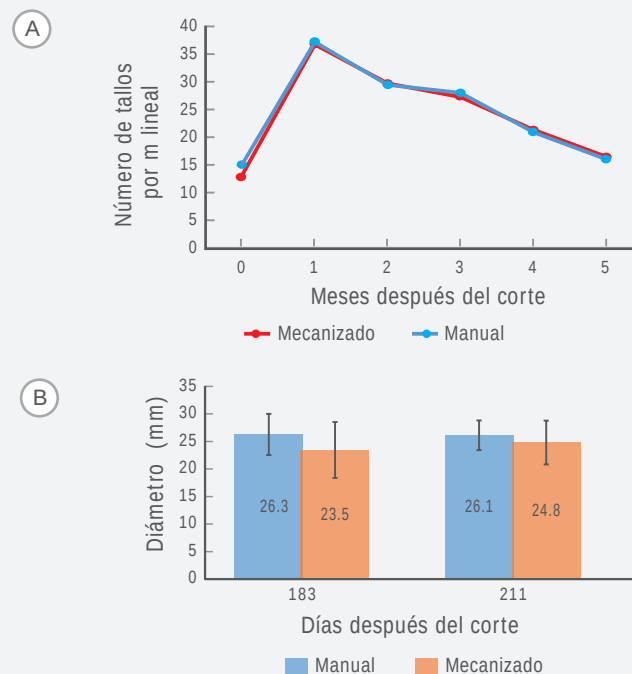
Efectos sobre el cultivo

El incremento en los últimos años del área de caña de azúcar cosechada de manera mecánica plantea al sector nuevos desafíos. Con miras a establecer prácticas de mitigación de los eventuales efectos de este sistema, se avanza en determinar sus consecuencias sobre el rebrote de las cepas y la calidad de los tallos producidos, evaluando las variables número, altura y diámetro de los tallos. A continuación, algunos de los resultados:

- El tipo de cosecha implementado no presenta un efecto sobre la población de la soca (**Figura 33**). Diferencias iniciales pueden presentarse, pero no son específicas a algún tipo de corte en particular, y son paulatinamente superadas en los primeros cuatro meses.
- Con respecto al diámetro y la altura de los tallos, los resultados tampoco sugieren que el tipo de corte (manual o mecanizado) tiene influencia en estas dos variables de calidad de los tallos (**Figura 33**).

Aunque los resultados no indican un efecto negativo de la cosecha mecanizada en el rebrote y la calidad de los tallos en las socas, se continuará evaluando su incidencia en los ciclos subsiguientes, con el fin de corroborar su impacto sobre la productividad en el largo plazo.

Figura 33. Efecto del tipo de cosecha (manual o mecánica) sobre la población (A) y el diámetro de los tallos de caña (B).



Continúa

Impactos del GPS-RTK para autoguiado

Con el fin de aumentar la calidad y eficiencia de la cosecha mecánica, y aprovechando la infraestructura disponible a través de la Red RTK de la agroindustria, se ajustó un método para evaluar sobre parámetros operativos, logísticos y de eficiencia el efecto del uso de GPS-RTK para autoguía de cosechadoras.

Los resultados preliminares sugieren que el uso de autoguía permite reducir el pisoteo (~52%), el consumo de combustible (~20 L/ha) y la cantidad de atascamientos (~6%), y aumentar la eficiencia tanto del potencial motor (~25 CV) como del cortador de base (~10 Bar) y del picador (~7 Bar).

Por otro lado, en 2019 se ajustaron algunos procesos para aumentar la cobertura de la Red RTK y se instaló la estación base Riofrío, que presta servicio a los ingenios de la zona centro, como Sancarlos, Carmelita y Riopaila, que utilizan esta tecnología para las labores de preparación y próximamente lo harán para la cosecha.

Seguimiento al sistema de troceado

Cenicaña evaluó el sistema de troceado de la cosechadora para calificar su calidad, con base en el porcentaje de trozos sanos de longitud aceptable (250 mm).

Aunque la proporción de trozos sanos depende en gran medida de las condiciones del cultivo, los resultados demostraron la viabilidad de lograr un nivel de tallos sanos cercano al 70%. Sin embargo, las longitudes de estos tallos estuvieron en general por debajo de los 250 mm (207 mm promedio). Los trozos sanos mayores que 250 mm representaron un porcentaje bajo (5,2%) con respecto al reportado en otras investigaciones (36,4%).

En el mismo sentido, en un seguimiento a una cosechadora con sistema de troceado modificado con cuchillas de 95 mm se evidenció un aumento de 5% en trozos sanos con respecto a los que produjo la máquina sin modificación. Se tiene previsto realizar evaluaciones para determinar la pérdida de sacarosa según categoría de troceado y el efecto de la longitud del trozo en la densidad de transporte, y confirmar la tendencia de mejoramiento que se obtiene con el sistema de troceado modificado.



Labor de surcado con piloto automático.

Diagnóstico de la flota de transporte

La agroindustria enfrenta retos importantes para optimizar la flota de vagones que emplea para el transporte de la caña de azúcar. En principio, existen tres factores en este rubro que motivan un diagnóstico detallado: los cambios normativos, el incremento de la capacidad de molienda, y la gestión de activos. Para ser rentables es necesario proyectar la oportuna reposición de equipos, lo que involucra análisis de su ciclo de vida, de los costos de mantenimiento y de los costos por tonelada transportada.

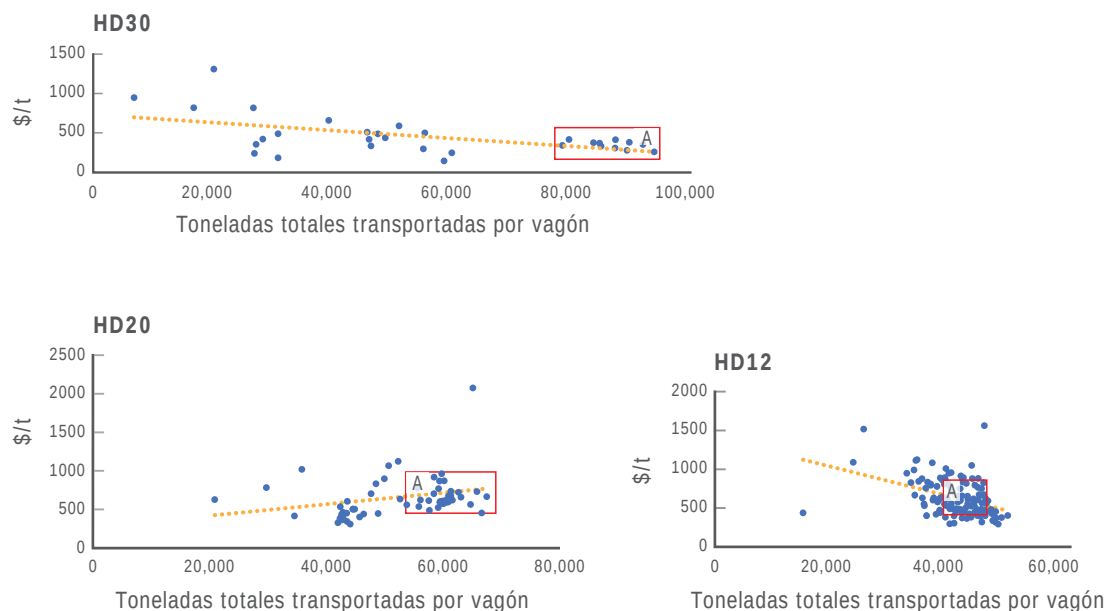
En un estudio realizado para un ingenio con un porcentaje de caña mecanizada del 70%, se encontró una oportunidad de mejora debido al uso actual predominantemente de vagones de baja capacidad (63% vagones HD12 y 18% vagones HD20).

El análisis del tiempo neto de operación asociado a cada vagón demostró que algunos de ellos superaban el periodo de depreciación calculado (diez años). Con respecto a la edad

de los equipos, el diagnóstico encontró que 38% de vagones HD12 tenían un tiempo de trabajo que apenas superaba cuatros años,.

Para una acertada reposición de equipos se debe conocer el costo por tonelada (\$/t) de cada vagón y determinar a qué rango se generan sobrecostos en la tonelada de cosecha. En este caso, el análisis realizado, que contó con los costos de mantenimiento en un periodo de cinco años, mostró valores de 875,39 \$/t (62%, mecánica; 36%, manual) para los vagones HD 12; 753,09 \$/t (44%, mecánica; 56%, manual larga), para los HD20; y 625,95 \$/t (98%, mecánica; 2%, manual), para los HD30. Estas diferencias en \$/t resaltan el efecto que tienen la capacidad volumétrica de cada tipo de vagón y el sistema de cosecha en el costo del mantenimiento. Al correlacionar las toneladas transportadas y los costos de mantenimiento en un periodo para cada vagón (**Figura 34**), se obtuvo una dispersión de puntos donde se identifican los vagones por fuera de la zona óptima (A), lo que servirá para diseñar una estrategia de renovación de equipos.

Figura 34. Relación entre toneladas transportadas por vagón y \$/t para los vagones H12, HD20 y HD30.





Tecnologías para procesos fabriles más sostenibles

Hacia una combustión más eficiente de las calderas

La distribución de la cantidad de aire en las calderas es un factor clave para una eficiente combustión. Así quedó demostrado en evaluaciones realizadas en calderas a escala industrial y en los datos obtenidos de herramientas computacionales de simulación.

En un ingenio piloto, el incremento de la temperatura del aire sobrefuego de 30 °C a 140 °C mejoró el desempeño de la combustión en la zona media de la caldera debido a una mayor interacción del aire con la materia volátil de la biomasa. A partir de

este ajuste se observó un aumento de 2.9 unidades porcentuales en la eficiencia de la caldera.

Por otro lado, la distribución no homogénea del aire en la parrilla puede derivar en altos contenidos de material inquemado en las cenizas. Una evaluación de este factor en un ingenio empleando Dinámica Computacional de Fluidos permitió comprobar que mejoras en el diseño del ducto de aire bajo la parrilla, como la instalación de placas deflectoras, mejoraron la trayectoria del aire primario y, en consecuencia, se redujo del 5% al 2% el porcentaje del combustible inquemado (**Figura 35**).

Figura 35. Combustión en la parrilla antes y después de la implementación de las mejoras.

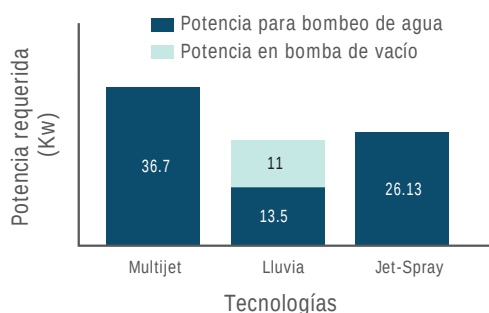


Análisis comparativo de condensadores

Cenicaña continúa evaluando estrategias técnicas, tecnológicas y operacionales que favorezcan la reducción del consumo de energía térmica y eléctrica en los procesos productivos de la agroindustria de la caña de azúcar. En ese sentido, se identificó que el sistema de condensación de fábrica de azúcar es el que más demanda energía eléctrica.

Tras una evaluación y análisis comparativo de tres tecnologías de condensación, se observó que los condensadores *Multijet*, que operan con presiones entre 14 - 20 psig, demandan alta energía, mientras que los condensadores *Jet-Spray* son capaces de operar hasta con 7 psig, con la consiguiente menor demanda energética. Por su parte, el condensador tipo lluvia evidenció ser la tecnología más eficiente en este proceso, al lograr los vacíos requeridos con bajo consumo de agua (presiones por debajo de 1 psig); sin embargo, requiere de una bomba de vacío para retirar los gases incondensables (**Figura 36**).

Figura 36. Potencia eléctrica requerida para tres tecnologías de condensación.



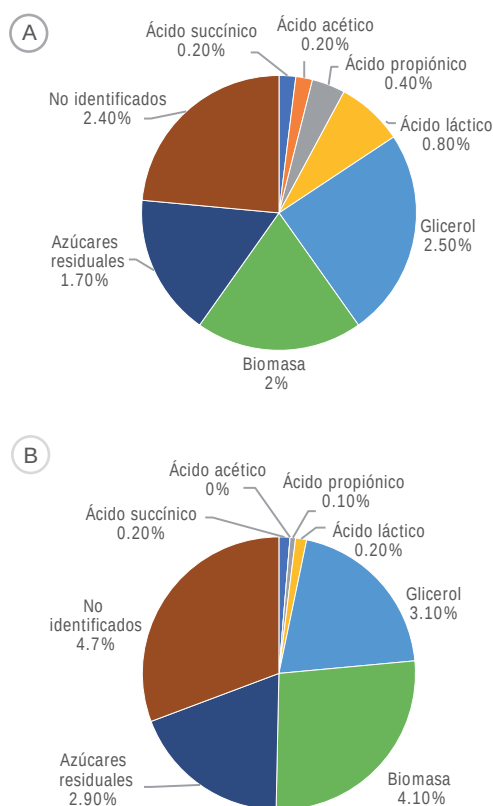
Tras mejores eficiencias en la producción de etanol

La producción eficiente de alcohol implica que la levadura sea capaz de metabolizar todos los azúcares y dirigirlos hacia la producción de etanol, con baja formación de otros productos metabólicos.

Con una herramienta desarrollada por Cenicaña se detectaron las desviaciones de azúcares fermentables en los esquemas de fermentación continua de cinco destilerías, y discontinua o *batch* de una destilería.

En la operación continua se identificó que las mayores desviaciones de azúcares fermentables fueron hacia la producción de glicerol, metabolito generado por la levadura en condiciones de estrés. Además, mostró ser más susceptible a contaminación microbiana, pues el 1.6% de los azúcares intervinieron en la formación de ácidos orgánicos producto del metabolismo bacteriano. En el esquema de fermentación discontinua se detectó que las mayores desviaciones fueron hacia la producción de glicerol y la formación de biomasa (**Figura 37**).

Figura 37. Pérdidas de azúcares fermentables en fermentación continua (A) y discontinua (B)



Hacia procesos más responsables con el ambiente

Huella de carbono del etanol anhidro combustible

Las seis destilerías del valle del río Cauca determinaron, con una herramienta desarrollada por Cenicaña, la huella de carbono asociada a la cadena productiva de etanol anhidro combustible desnaturalizado (EACD) durante el 2018.

Según el cálculo, el promedio ponderado ($475 \text{ kg CO}_2\text{eq/m}^3$ EACD, con un máximo de $566 \text{ CO}_2\text{eq/m}^3$ EACD y un mínimo de $359 \text{ CO}_2\text{eq/m}^3$ EACD,) representó una reducción del 14.8% en el indicador, comparado con el año 2017.

Es de resaltar que la huella de carbono del EACD cumple con las disposiciones de la Resolución 1962 de 2017 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, que estableció para 2018 un límite de $889 \text{ kg CO}_2\text{eq/m}^3$ EACD. Además, la huella de carbono del

EACD producido en Colombia es más baja que la del producido en Estados Unidos a partir de maíz que es de $1122 \text{ kg CO}_2\text{eq/m}^3$ EACD (Lewandowski, Rosenfeld, Pape, Hendrickson, Jaglo y Moffroid, 2019), debido principalmente al uso de combustibles renovables como el bagazo y otra biomasa en el proceso industrial colombiano.

Captación de agua y generación de vertimientos

Uno de los principales usos a que se destina el agua en el proceso sucroenergético es el enfriamiento. Un balance de agua realizado en un ingenio del sector permitió identificar la posibilidad de reducir la captación de agua hasta en 80% si se mejora el sistema de aspersión en la piscina de enfriamiento. Este beneficio puede traducirse en el ahorro de aproximadamente $3.08 \text{ m}^3/\text{t}$ caña de agua cruda y en la reducción de $1.69 \text{ m}^3/\text{t}$ caña en el vertimiento.

Con la implementación en una primera etapa de las mejoras sugeridas por Cenicaña, el ingenio espera poder reducir la captación de agua y mejorar la eficiencia del proceso y su desempeño ambiental.

Estrategias para mejorar las operaciones de los molinos

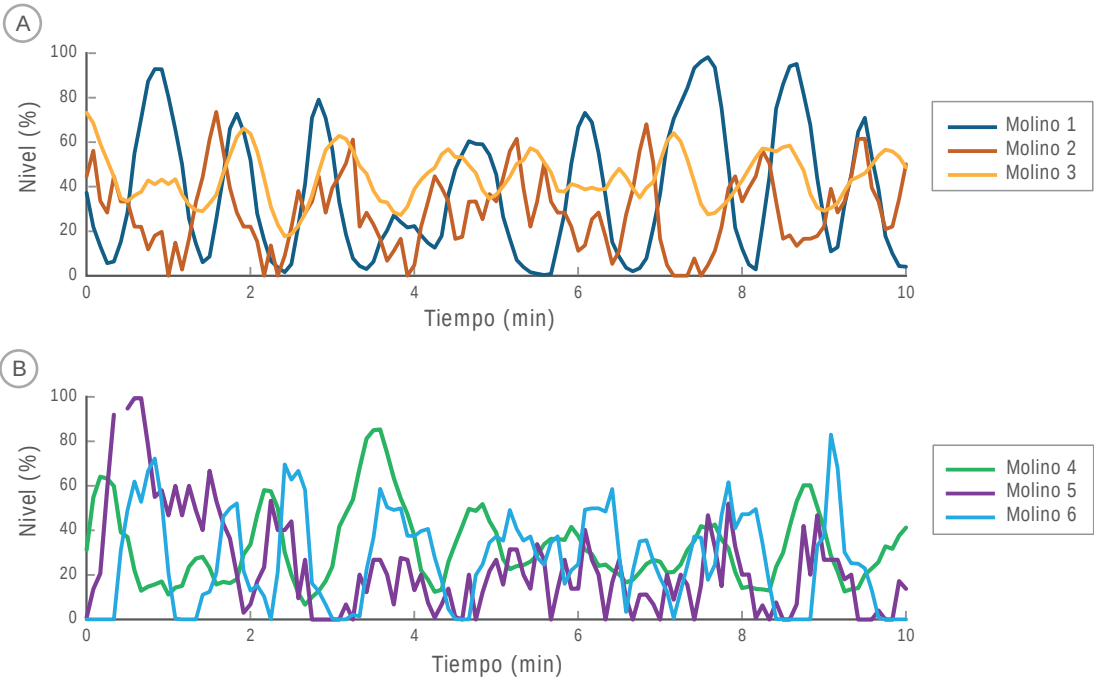
La continuidad y la estabilidad de la alimentación de caña al tándem de molienda son fundamentales para el desempeño de la estación, puesto que un flujo estable de material de calidad contribuye a mejorar los procesos de elaboración de azúcar y producción de energía.

En tal sentido, la operación de los molinos mejora sustancialmente si se garantiza la estabilidad de alimentación de caña en el

primer molino y se disminuye su variación energética y operativa en los siguientes.

Por estas razones, Cenicaña implementó en un ingenio de la región una estrategia de control para alimentar caña al primer molino, teniendo en cuenta el tipo de cosecha por su efecto en dicha operación, y se observó una mejora sustancial en la operación de los demás molinos y una disminución de la sacarosa (% bagazo), que pasó de $1.96\% + 0.29\%$ a $1.86\% + 0.17\%$. Actualmente, la estrategia está en proceso de adopción en tres ingenios de la región (**Figura 38**).

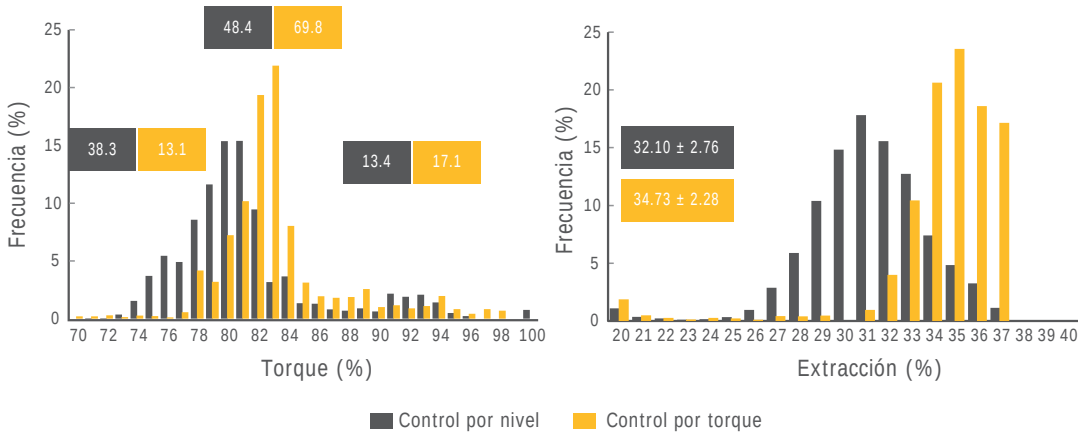
Figura 38. Niveles de los chutes de los molinos antes de implementar la estrategia de control (A) y después de su implementación (B).



Para coadyuvar en el propósito de diseñar estrategias que contribuyan a mantener niveles altos y estables de extracción de sacarosa, Cenicaña desarrolló un modelo dinámico de molino que predice su comportamiento. Este modelo se usó para evaluar dos estrategias de control: por nivel del chute y por

torque del molino. La simulación mostró mejores resultados de extracción cuando se realiza un control por torque (con valor medio de $34.73 \pm 2.28\%$ de extracción). Al hacer control por nivel se observó mayor dispersión en la extracción, con una media de $32.10 \pm 2.76\%$ (**Figura 39**).

Figura 39. Histogramas de torque y extracción.



Análisis integral del desempeño de la estación de filtración

Por sus condiciones ambientales y fisicoquímicas, la filtración de lodos y la molienda son las etapas del proceso fabril de la caña de azúcar que contribuyen en mayor medida a la proliferación de microorganismos.

Si bien las prácticas de limpieza y sanitización en las estaciones de molienda y filtración son importantes para mitigar la acción microbiana, es necesario analizar integralmente las estaciones para detectar el origen del patógeno y adoptar medidas con las cuales minimizar las pérdidas de sacarosa en cachaza por este factor y asegurar una buena calidad fisicoquímica y microbiológica del jugo filtrado.

Cenicaña identificó que la eficiencia de una estación de filtración se puede ver reducida por problemas operativos y técnicos, como falta de estrategias de control de la alimentación de la estación y del sistema de vacío, fallas

mecánicas y ausencia de prácticas de mantenimiento, de limpieza y sanitización.

En un ingenio piloto, a partir del porcentaje de retención (indicador que relaciona la cantidad de sólidos insolubles que ingresan a la estación en forma de lodos y los que salen en el jugo filtrado) fue posible identificar las causas de problemas asociados con el incremento en la recirculación de lodo y por tanto en el aumento de su tiempo en la estación.

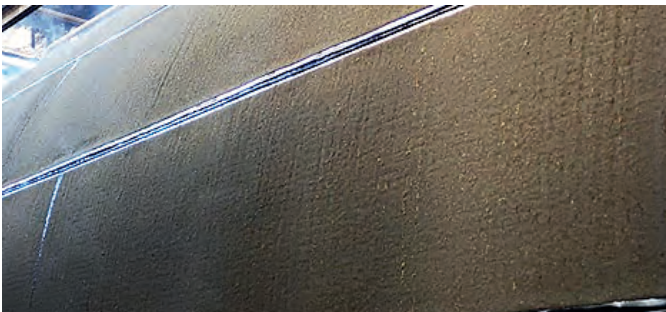
Con esta herramienta se realizó un diagnóstico inicial para un ingenio piloto, que mostró pérdidas de sacarosa por acción microbiana estimadas en cerca de 4.5 kg sacarosa / t caña. A partir de la implementación en el ingenio de varias acciones sugeridas (**Figura 40**) por Cenicaña, se incrementó el desempeño de la estación en términos de mayor aprovechamiento de la capacidad instalada, reducción de las pérdidas de sacarosa en cachaza, eficiencia energética y ahorro en el consumo de agua.

Figura 40. Impacto de las mejoras en la operación de filtros rotatorios.

Antes de implementar las mejoras



Después



Después



Estrategias para reducir las pérdidas de sacarosa

Pérdidas por destrucción térmica

Con el propósito de minimizar las fuentes que contribuyen a las llamadas pérdidas indeterminadas de sacarosa, este año se implementaron estrategias para diagnosticar, cuantificar y controlar la operación de evaporación con base en indicadores de desempeño.

En cuatro ingenios, utilizando estas estrategias, se calcularon las pérdidas de sacarosa por destrucción térmica en el tren de evaporación entre 0.01 kg y 2.4 kg por tonelada de caña, lo cual representa entre 1% y 72% de las indeterminadas, y se implementaron mejoras que redujeron entre 88% y 94% las pérdidas por esta causa.

Los hallazgos más recurrentes en esta etapa del proceso fabril fueron la variabilidad de los flujos de alimentación >20% y del nivel de operación >33%, deltas de temperatura del jugo claro y el vapor escape de 33°C, mal estado de los separadores de arrastre y ausencia de lazo de control de nivel con Brix de madadura.

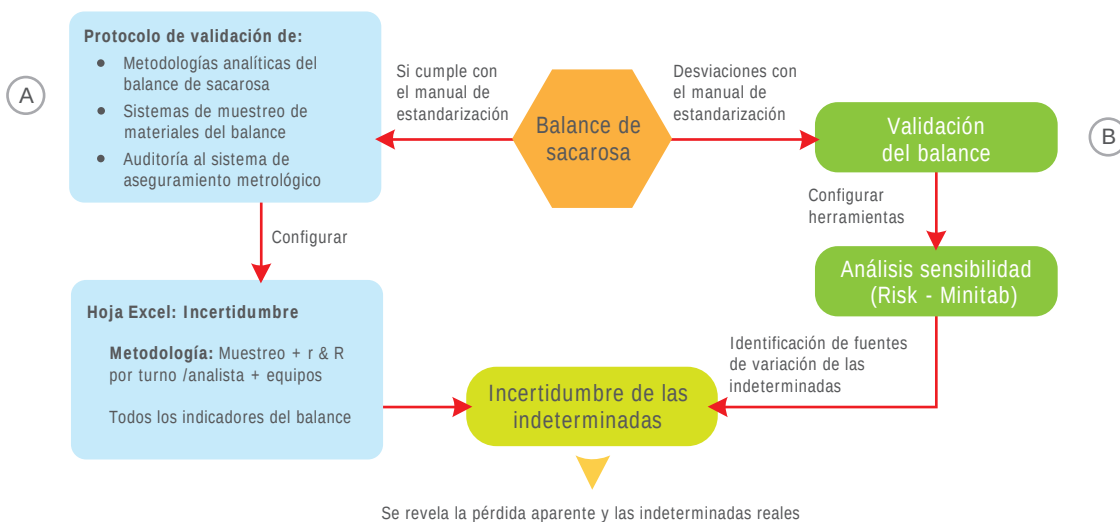
Ruta de análisis para estimar pérdidas aparentes

Una alta variabilidad en el indicador de pérdidas indeterminadas % caña limita la confiabilidad en el balance de sacarosa, debido a las pérdidas aparentes. Dichas pérdidas están asociadas a errores en la métrica analítica, a una baja representatividad de los sistemas de muestreo con respecto a las corrientes primarias y a errores en equipos de proceso y analíticos que intervengan en la determinación del balance de sacarosa.

En ocho ingenios se utilizó la ruta de análisis diseñada para identificar las fuentes que más contribuyen a la varianza de las indeterminadas (incertidumbre) (**Figura 41**) y se evidenció la magnitud real de estas pérdidas, lo que permitió implementar correctivos.

En el último año se detectó que el reproceso de material no conforme afecta sensiblemente el indicador de pérdidas indeterminadas. En un caso de estudio (un reproceso de azúcar equivalente al 3% de la producción), las pérdidas aparentes fueron entre 10% y 12% de las pérdidas indeterminadas, con un nivel de confiabilidad >90%.

Figura 41. Ruta de análisis para estimar pérdidas aparentes si el balance de sacarosa cumple con el manual de estandarización (A) o cuando hay desviaciones (B).



Herramientas para mejorar la operación de cristalización

Cenicaña ha planteado iniciativas para mejorar el control de la operación de cristalización y el semillamiento y así contribuir a una producción de azúcar de mejor calidad, es decir, que cumpla con las especificaciones del mercado (entre 600 μm y 800 μm).

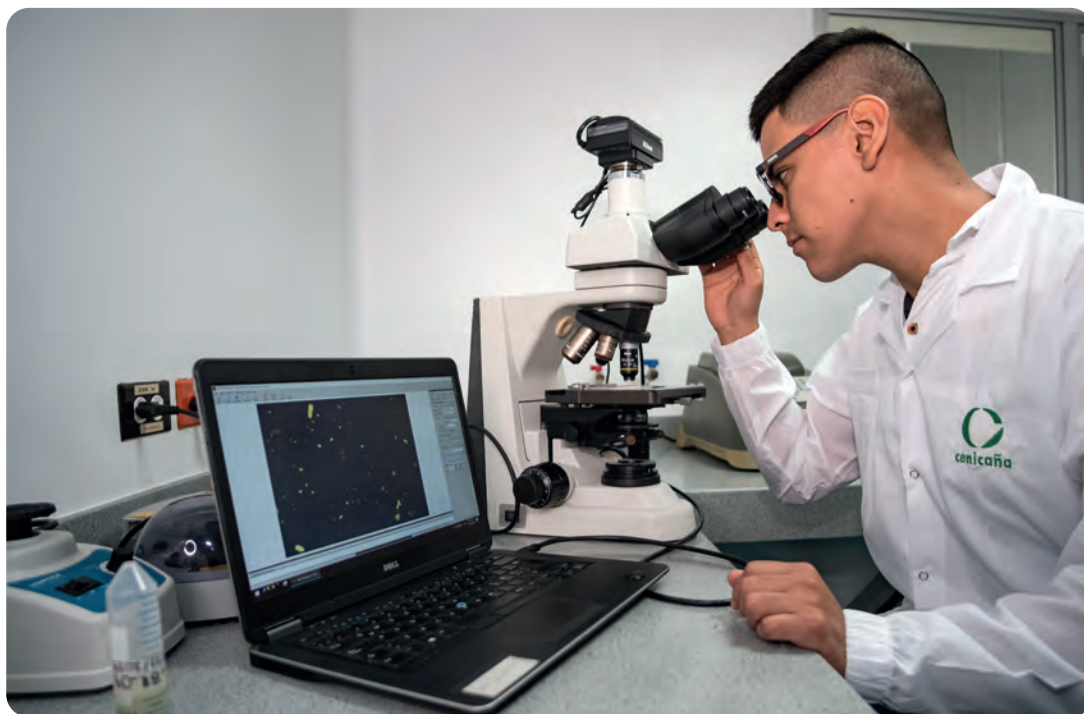
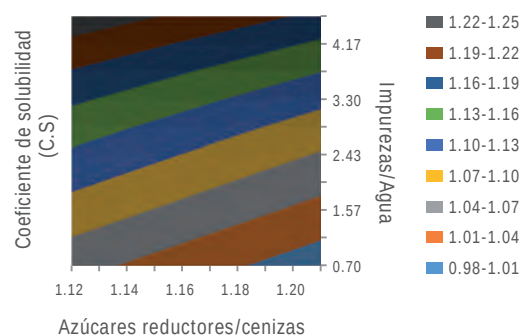
En las investigaciones emprendidas con tal propósito se ha identificado que la etapa de preparación de *slurry* es clave en el proceso de desarrollo de los cristales. Por esa razón se mejoraron las prácticas de medición de los cristales para determinar los factores que reducen el error de medición: condiciones de muestreo, preparación de la muestra y análisis de imágenes.

Otro aspecto determinante en la eficiencia de la operación es el comportamiento de la solubilidad de la sacarosa (cantidad de sacarosa soluble en las mieles), que determina su facilidad para lograr la cristalización.

Una evaluación del comportamiento de las mieles de los ingenios colombianos permitió concluir que en el proceso se presentan materiales con más dificultades para cristalizar cuando la relación entre azúcares reductores y cenizas decrece (**Figura 42**).

Cenicaña se propone investigar para determinar los factores que facilitan la cristalización en diferentes condiciones de contenido de impurezas.

Figura 42. Variación de la solubilidad en mieles provenientes de la fábrica.



Medición de los cristales.

Impacto de la materia prima sobre el color del azúcar

Como parte de las acciones para formular estrategias para mitigar los impactos de las condiciones de la caña sobre el producto terminado, se desarrollaron modelos predictivos para estimar el color del jugo diluido en las variedades predominantes en la agroindustria: CC 85-92, CC 01-1940 y CC 93-4418.

Si bien los modelos simulan de forma muy aproximada el color del jugo extraído de la caña (jugo diluido), en función de la tecnología adoptada en los ingenios se puede mitigar el impacto del color sobre los materiales en proceso y en el producto terminado.

Cenicaña continuará evaluando estrategias para determinar las condiciones que garanticen la calidad de los materiales en proceso.

Gestión de mantenimiento

En 2019 se realizaron actividades enfocadas a mejorar la disponibilidad, confiabilidad y vida de los principales equipos de fábrica, a saber:

- Diseño de una plantilla para el cálculo de la confiabilidad y disponibilidad de los equipos, basado en los reportes anuales de falla, tiempo fuera de línea y número de eventos. Esta herramienta permite identificar sistemas y equipos críticos que deben ser objeto de atención prioritaria para reducir sus tiempos fuera de operación.
- Modificación y estandarización de los conductores *donelly* de un ingenio piloto. Esto busca que a lo largo del tándem de molinos todos los conductores tengan las mismas dimensiones, con lo cual se reducen

los inventarios de repuestos, se optimiza el espacio en el tándem y se disminuye el tiempo de respuesta ante una avería; además, potencialmente permite dedicar más horas de mano de obra a otras labores (reduce en cinco horas el cambio de un molino, lo que al año significa 60 horas menos de mano de obra) y lograr una mayor molienda efectiva.

- Se desarrolló una guía rápida de filtración, como manual de consulta sobre los aspectos objeto de supervisión permanente en la estación de filtración. Esta guía incluye una carta de Atención Básica a Equipos (ABE), que consigna los parámetros de mantenimiento que deben revisarse en el filtro tanto a diario como semanalmente. Esta herramienta puede ser adaptada a cualquier ingenio, sin importar cual sea su tecnología.

Estandarización de metodologías

El Comité 51 de Azúcar y Melazas de Icontec, con base en treinta tecnologías revisadas, actualizó y publicó 16 normas y métodos asociados a los requisitos de calidad e inocuidad exigidos para la comercialización de azúcar tanto nacional como internacionalmente.

Guiado por estas prescripciones, el Icontec realiza las auditorías de sello de calidad del producto terminado. De ahí la importancia de mantener un sistema actualizado de metodologías ajustadas a estándares internacionales como Icumsa, AOAC, Codex y FDA, entre otros, y a las regulaciones nacionales.

Investigaciones para contribuir a la diversificación de la agroindustria

Evaluaciones para usos alternativos del etanol carburante

En 2019 se evaluó el uso de etanol anhidro como sustituto parcial del combustible en motores diesel. Esto tiene beneficios ambientales porque se reducen las emisiones de gases de efecto invernadero, y puede, potencialmente, representar también beneficios económicos porque este combustible es producido en las destilerías del sector.

Un análisis para determinar las características de las diferentes mezclas y su estabilidad en condiciones de la agroindustria, demostró su buen comportamiento y no hubo separación de fases en los experimentos realizados. Sin embargo, se recomienda mantener un control estricto del manejo de este combustible para evitar la humedad excesiva y la invasión de agentes contaminantes.

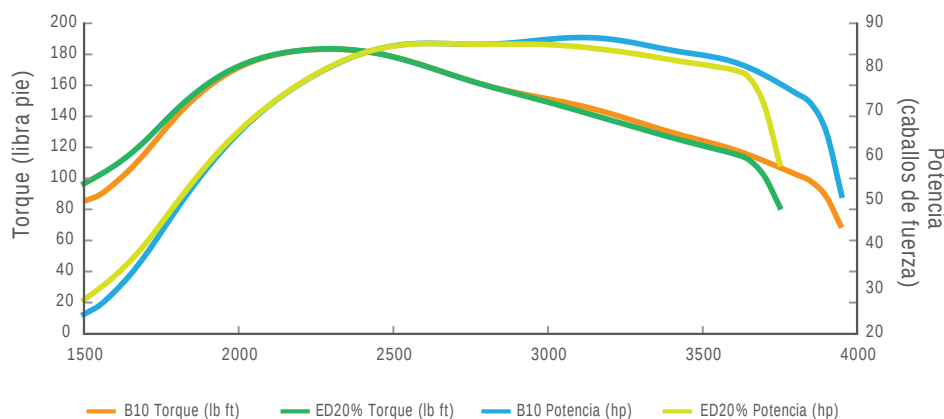
Se realizaron pruebas de las mezclas en maquinaria agrícola de diferentes ingenios y

se obtuvieron resultados promisorios de su uso. Sin embargo, estas pruebas requieren de más intensidad para determinar indicadores productivos como consumo de combustible y mantenibilidad de los equipos que usen las mezclas.

Paralelo a estas pruebas se establecieron las variaciones de potencia al usar etanol (**Figura 43**). En este caso se practicaron pruebas de dinamometría en una camioneta de Cenicaña y se evaluaron mezclas del 0% al 20%.

En aspectos mecánicos se encontró que el torque se comporta estable con todos los porcentajes de mezcla, y que valores menores que 15% no inciden en la reducción de su potencia. En aspectos ambientales se pudo concluir que hay una disminución visual inmediata de material particulado al mezclar 10% de etanol con el combustible diesel, para oxigenarlo. Se proyecta cuantificar esta reducción en un laboratorio certificado, para validar su potencial en aspectos ambientales.

Figura 43. Curva torque y potencia para camioneta de Cenicaña, mezcla diesel - etanol 20%.



B10: Diesel comercial
ED20%: Etanol + Diesel 20%

Mejorar las características del RAC como combustible

El aprovechamiento energético de los residuos agrícolas de cosecha (RAC) exige mejorar su calidad como combustible debido a su baja densidad y alto contenido de cenizas y compuestos alcalinos (potasio, sodio), así como de cloro.

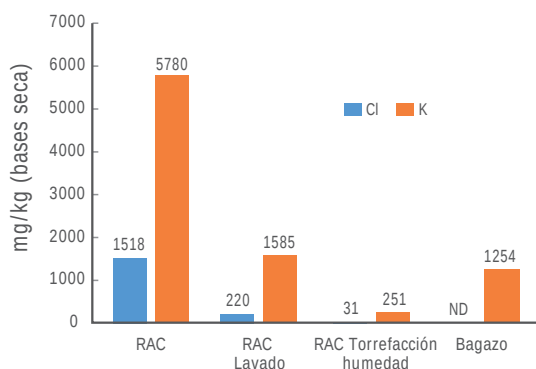
En cooperación con Energy Center of Netherlands (ECN part of TNO) se evaluó el desempeño de tres pretratamientos al RAC (lavado, torrefacción seca y torrefacción húmeda), en términos de rendimiento en masa y energía y su capacidad de remoción de compuestos alcalinos y cloro, causantes de problemas de corrosión, *slagging* y *fouling*; y el posterior comportamiento de los materiales pretratados en pruebas de combustión directa y *co-firing* con carbón en un combustor a escala piloto.

Antes del pretratamiento, el RAC poseía un potencial calorífico equivalente a 16.79 MJ/kg base seca. Luego de los procesos de lavado y torrefacción húmeda su potencial se incrementó, respectivamente, a 17.18 MJ/kg y 19.6 MJ/kg, lo que fue atribuido a la re-

moción de cenizas, potasio y cloro, logrando con ello una calidad similar a la del bagazo (Figura 44).

En pruebas de combustión realizadas a escala piloto se obtuvieron menores contenidos de los compuestos alcalinos en las pruebas con materiales pretratados con lavado y torrefacción húmeda, lo cual reduce considerablemente los riesgos de ocurrencia de problemas de corrosión y formación de depósitos.

Figura 44. Contenido de cloro (Cl) y potasio (K) en RAC sin pretratamientos y con pretratamientos.



Finalmente, en una evaluación técnico-económica para estimar el costo final del RAC con pretratamiento, incluida toda la cadena de suministro (recolección, transporte y pretratamiento), se encontraron valores de 5250 \$/GJ a 6300 \$/GJ para RAC lavado, y de 12,950 \$/GJ a 16,800 \$/GJ para el pretratado con torrefacción húmeda.

Estos beneficios económicos, especialmente los derivados del proceso de lavado, son prometedores para recomendar el pretratamiento del RAC que contenga mayores proporciones de mezcla.

Para promover e incrementar el uso de estos pretratamientos, se continuará investigando con miras a reducir sus costos.

Aditivos alimentarios: alternativas para su obtención

Entre las rutas para diversificar la industria, Cenicaña explora oportunidades para incursionar en la biotecnología de aditivos alimentarios como los edulcorantes o polisacáridos

que puedan ser usados en la industria de alimentos y cosmética.

Para la obtención de edulcorantes se prevé utilizar, mediante tratamiento fisico-químico, los residuos de la caña de azúcar. Estos residuos serán sometidos primeramente a un proceso de autohidrólisis (con agua líquida caliente, en ciertas condiciones de temperatura, pH y tiempo) para fraccionar los azúcares constituyentes de hemicelulosa y obtener un sustrato rico en celulosa y lignina.

También se avanzó experimentalmente en la obtención de un polisacárido para ser empleado como estabilizante, formador de películas comestibles y agente encapsulante.

Aproximaciones obtenidas en el laboratorio indican un potencial de producción de 0.3 g de polisacáridos por cada gramo de azúcar empleada como materia prima para su producción por vía fermentativa. Paralelamente, se continúa trabajando en la caracterización del polisacárido obtenido para definir sus propiedades como aditivo alimentario.





Estrategias para impulsar la innovación en la agroindustria

Programa de Aprendizaje y Asistencia Técnica (PAT)

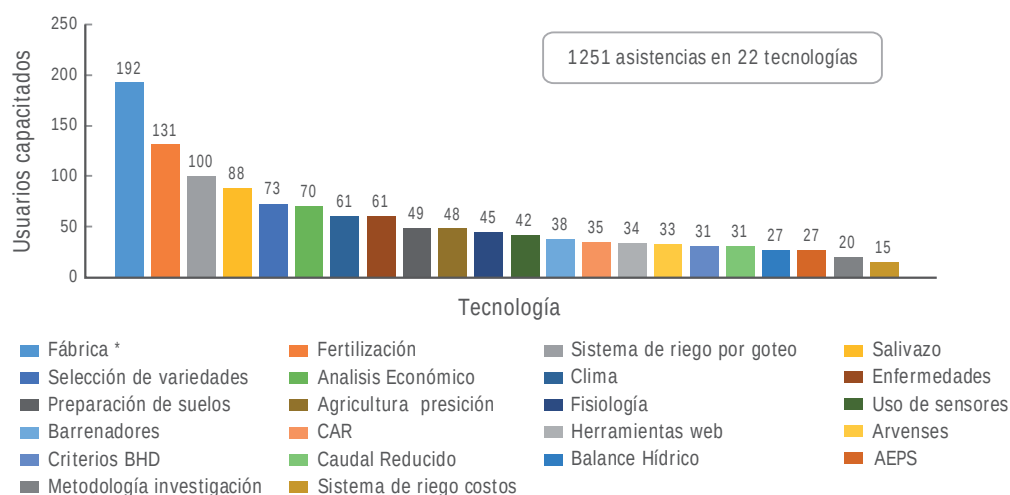
Con la capacitación tanto de los facilitadores (asistentes técnicos de proveeduría, jefes de investigación y jefes de zona de los ingenios) como de los usuarios finales (proveedores, asistentes técnicos y personal de campo), Cenicaña contribuye a la adopción de las tecnologías de manejo agronómico que promueve.

En cumplimiento de ese propósito, para 2019 Cenicaña diseñó un programa de capacitación que incluyó 22 tecnologías, la mayoría de ellas relacionadas con el manejo del agua y el enfoque AEPS (**Figura 45**). En total, en el transcurso del año recibieron capacitación 1251 asistentes, la mayoría personal de ingenios, proveedores y personal operativo de campo, lo que facilitó la implementación de las nuevas tecnologías en las unidades productivas (**Figura 46**).



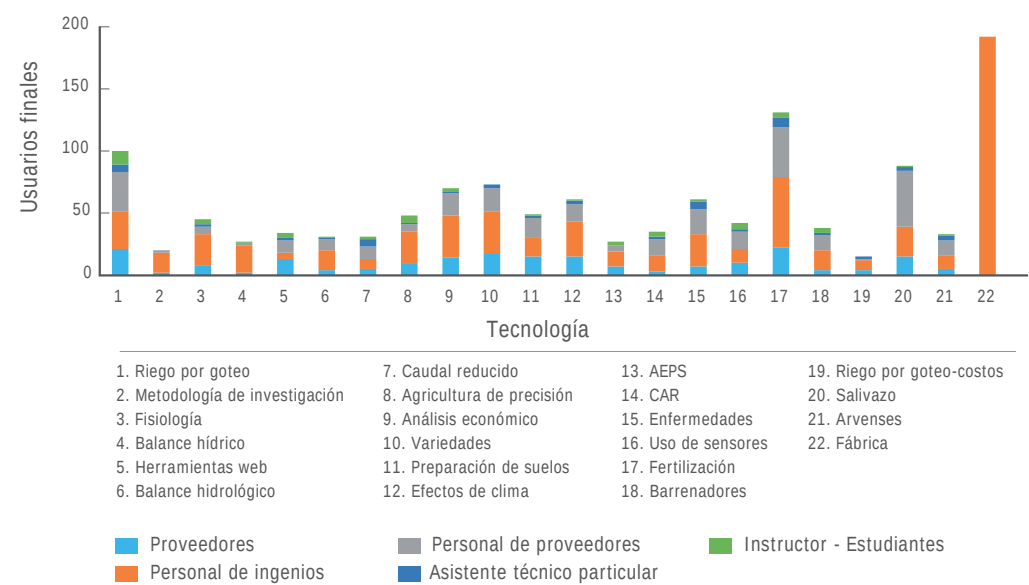
Jornada de capacitación en Cenicaña sobre criterios para la renovación de variedades de caña.

Figura 45. Capacitación en 2019 a través del Programa de Aprendizaje y Asistencia Técnica (PAT).



* Conceptos generales de configuración, operación y sanitización en equipos de preparación y molienda; Calidad de caña; Conceptos generales para la gestión eficiente de la generación de vapor y energía eléctrica; Desarrollo y aseguramiento de servicios e instalaciones en proyectos de ingeniería; Estrategias de configuración, operación y control en estaciones de evaporación de jugo; Estrategias de operación y control en Clarificación de jugo y filtración de cachaza; Fundamentos y aspectos prácticos de la cristalización.

Figura 46. Clasificación de los asistentes a las capacitaciones del PAT en el 2019.



En cuanto al componente de Asistencia Técnica del PAT, Cenicaña y los ingenios avanzaron en la realización de los diagnósticos de las haciendas (identificación de los factores limitantes y reductores de la productividad). Cinco ingenios completaron el diagnóstico en las haciendas de sus proveedores (fases 1 y 2) (Figura 47). En términos globales, 77%

de las haciendas de la agroindustria ha identificado su potencial productivo y los factores limitantes y reductores de su productividad. (Cuadro 6).

Cuadro 6. Estado de los diagnósticos de los factores limitantes y reductores de la productividad en haciendas de proveedores.

Ingenio	# Haciendas	# Diagnósticos realizados	%
1	216	216	100
7	166	166	100
5	87	87	100
9	168	168	100
4	30	30	100
11	620	170	27
10	567	473	83
6	326	194	60
2	263	155	59
8	225	98	44
3	62	12	19
Total	2730	1769	65

Figura 47. Fases del componente de Asistencia Técnica del PAT.



En la ejecución de los planes de mejoramiento (fase 4), las principales acciones realizadas para mejorar la productividad del cultivo fueron la renovación con variedades adecuadas a la zona agroecológica, renovación de suertes por alto número de cortes, análisis de suelos para programar la fertilización, mejoras en la conducción del agua e incremento en la eficiencia de aplicación del riego.

Gracias al impacto de esta estrategia un ingenio fijó como meta para el 2020 adelantar los planes de mejoramiento en 2000 hectáreas de proveedores y otros dos ingenios adelantan dichos planes con proveedores líderes para incentivar a otros proveedores.

Cenicaña también prestó asesoría para implementar los planes de mejoramiento. En ese sentido, se destaca la capacitación en balance hidrológico a 49 agricultores y la realización de dos prácticas de campo sobre instalación de pozos de observación del nivel freático. Durante las prácticas se pudo evidenciar que uno de los factores que más limitan la productividad de estas haciendas es

el nivel freático superficial, por la cercanía con el río Cauca.

En la fase 5 de la Asistencia Técnica del PAT, Cenicaña identificará haciendas piloto por ingenio, para hacer seguimiento a su productividad.

Consolidación de la Red GTT

La Red de Grupos de Transferencia de Tecnología (GTT) se siguió consolidando como una de las principales estrategias de Cenicaña para convocar a los cultivadores y mantenerlos informados sobre los avances en diferentes tecnologías y situaciones del entorno que impactan el cultivo. Estas actividades permiten el intercambio de conocimiento entre los cultivadores y el Centro de Investigación y contribuyen a impulsar la adopción de las tecnologías desarrolladas por Cenicaña.

En tal sentido, este año se realizaron 51 días de campo con los grupos de la Red GTT de los trece ingenios, a los que asistieron 2879 proveedores.



Jornada de reunión de GTT en el ingenio Manuelita.



Jornada de reunión de GTT en el ingenio Carmelita



"Los GTT aportan mucho porque uno se mantiene actualizado, se adquieren nuevos conocimientos y se enteran de nuevas plagas y enfermedades. Se aprende a contrarrestar y a estar preparado para este tipo de enfermedades"

Llener Obando
Cultivador



"Siempre participo en las actividades que crea Cenicaña para el desarrollo y mejoramiento del cultivo y para estar atento a todas las recomendaciones técnicas que se hacen con el manejo de la caña (...) Para que de esta manera la empresa esté al día en el desarrollo y las tecnologías de manejo del cultivo".

Rafael Bernal
Cultivador



"Estas reuniones son claves para interpretar lo que todo el mundo opina. El ingenio aporta grandes ideas y uno como proveedor tiene que tener su propio criterio. Muchas veces hago lo que me dicen y otras veces lo contrario y obtengo resultados interesantes que me gusta compartir en estos espacios".

Rafael Gómez
Cultivador

Otros recursos para apoyar la transferencia de tecnología

En 2019, Cenicaña continuó produciendo publicaciones institucionales y material divulgativo para apoyar las acciones de transferencia de tecnología y la oferta de servicios especializados para el sector:

- Volantes informativos sobre las variedades de caña de azúcar CC 01-1940, CC 09-535, CC 11-600, CC 05-430, CC 10-450 y CC 01-678. Las nuevas variedades hacen parte de la estrategia de Adopción y Multiplicación de Variedades (Ver *Tras el reemplazo de CC 85-92 y CC 01-1940*, página 37).
- Carta Informativa (una edición).
- Libro *Riego por goteo en el cultivo de la caña de azúcar*.
- Folleto instructivo sobre la toma de muestras para el diagnóstico de enfermedades de la caña de azúcar.
- Calendario 2019.

Asimismo, se fortalecieron otros canales y medios de comunicación para promover la transferencia de tecnología en la agroindustria, ampliar la participación en las actividades programadas y facilitar el acceso a los servicios y recursos que ofrece Cenicaña a ingenios y cultivadores en su propósito de ser más innovadores.

Publicaciones



código QR

Disponible para
descargas con clave de
acceso al sitio web



Con ese objetivo, en Facebook, Instagram, YouTube y Twitter se realizaron campañas de divulgación para ampliar el conocimiento sobre temas varietales y de sanidad vegetal, principalmente.

En el segundo semestre del año se habilitó un nuevo sitio web que se ajusta a dispositivos móviles y ofrece funciones adicionales y mayor seguridad. Entre las novedades se destaca un aplicativo que les permite a los usuarios de las capacitaciones registrarse, confirmar su asistencia y consignar el evento en su agenda telefónica.



Boletín *InCane*

También se envió el primer boletín *InCane*, que recoge referencias bibliográficas de documentos científicos escritos en el último año en el mundo sobre temas relacionados con la caña de azúcar. Las principales áreas temáticas del boletín son

agronomía, etanol, energía, sanidad vegetal, procesos de fábrica, sostenibilidad, mejoramiento genético y diversificación.

En el transcurso del año, el catálogo web registró 12,884 visitas, es decir, un aumento de 37% con respecto al año anterior (8052 visitas); se prestaron a los usuarios 2404 documentos entre revistas y libros, se enviaron 421 documentos electrónicos, y 2658 personas se atendieron en la sala de lectura.

Servicios de Información



código QR

Conozca y acceda a los servicios
de la Biblioteca Guillermo Ramos
Núñez, de Cenicaña.





Acciones para ser un Centro de excelencia, creativo y de calidad

Nueva área de Gestión del Conocimiento

Al finalizar 2019 se inició la transformación del Servicio de Información y Documentación de la Caña de Azúcar (Seica) al Servicio de Gestión del Conocimiento, que se encargará de hacer un uso más efectivo del conocimiento dentro del Centro de Investigación para responder más eficientemente a las necesidades de investigación de la agroindustria.

El Servicio de Gestión del Conocimiento hará énfasis en el análisis del entorno a través de ejercicios de vigilancia tecnológica, el seguimiento de convocatorias nacionales e internacionales, la utilización de metodologías como *Design Thinking* (pensamiento de diseño) y la solución creativa de problemas, como apoyo a los programas de investigación.

De manera complementaria a la transformación del Seica, Cenicaña desarrolló una

herramienta para evaluar y priorizar los proyectos de investigación con base en metodologías teorizadas y construidas para tal fin.

Esta herramienta permite relacionar el propósito del proyecto (qué se quiere obtener) con la metodología (cómo se va a lograr) e involucrar criterios cualitativos y cuantitativos para calificar dicha relación y lograr un listado no sesgado de proyectos priorizados para la asignación de recursos. El nuevo instrumento se encuentra en proceso de socialización y validación.

De acuerdo con el seguimiento que se realiza a la investigación a través del sistema de proyectos, en 2019 se terminaron ocho proyectos de investigación. Al finalizar el año, 82 proyectos estaban registrados en el sistema, distribuidos así: 36, del programa de Variedades; 32, de Agronomía y 14, de Procesos de Fábrica.



Grupos de Investigación ante Colciencias

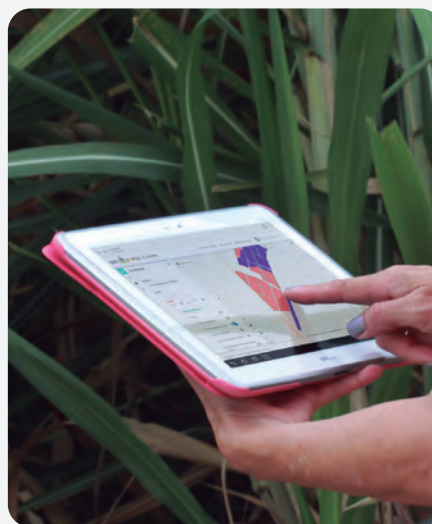
Cenicaña cuenta con tres grupos de investigación, que en la convocatoria de medición realizada por Colciencias en 2019, con vigencia de dos años, fueron clasificados así:

Clasificación A1:

Macroproyecto Alta Sacarosa Estable.

Clasificación C:

Procesos Azucareros Agricultura Específica por Sitio (AEPS).



Alianzas institucionales

Este año se consolidaron y pusieron en marcha nuevas alianzas interinstitucionales con diferentes entidades nacionales e internacionales, con el propósito de desarrollar en conjunto proyectos de investigación que respondan a necesidades globales.

- Proyecto Explorando oportunidades para la densificación de residuos de caña de azúcar (bagazo) como fuente de bioenergía renovable en Colombia y el Reino Unido. Participan la Universidad del Valle, la Universidad de Nottingham (Reino Unido), Drax Power (Reino Unido) y Cenicaña. La iniciativa es financiada por el Fondo Newton Caldas y la Royal Academy of Engineering.
- Proyecto Diversidad genética dentro del complejo *Saccharum* para mejorar la caña de azúcar como cultivo energético. Participan el Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement (Cirad) y Cenicaña, con el patrocinio de Joint Genome Institute (JGI). Esta iniciativa busca caracterizar genotí-

picamente, mediante secuenciación en todo el genoma, un conjunto de híbridos de caña de azúcar (diez materiales elite producidos en Cenicaña y materiales provenientes de diferentes programas de mejoramiento de diversos países).

- Proyecto Herramientas de detección y cuantificación remota del virus de la hoja amarilla, la escaldadura de la hoja y el raquitismo de la soca en sistemas productivos de caña de azúcar y panela utilizando multisensores. Convocatoria Conectando Conocimiento. Participan Cenicaña y la Universidad Nacional. Se espera mostrar sus resultados en 2020.
- Proyecto Caña Biodiversa: Franjas vegetales en caña de azúcar del valle del río Cauca: refugios estratégicos para la recuperación de abejas y controladores biológicos silvestres. Sistema General de Regalías. Se presentó en alianza con la Universidad Nacional sede Bogotá, la Universidad del Valle, la Universidad del Cauca, la Fundación Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria (Cipav) y la Asociación para el Estudio y la Conservación de las Aves en Colombia (Calidris).

Fortalecimiento de la memoria institucional

Anualmente, en el catálogo público disponible en el sitio web del Centro se incluyen nuevos documentos especializados en caña de azúcar e industria azucarera. En 2019 se añadieron 417 registros, con los cuales asciendo a 35,677 la colección de documentos con información producida en Cenicaña y en otras entidades nacionales e internacionales. Actualmente este catálogo cuenta con 4000 documentos en texto completo disponibles para consulta.

En la Biblioteca Digital de Cenicaña se encuentran disponibles a la fecha 5776 registros de presentaciones, informes y fotografías de eventos, proyectos y estudios desarrollados por el Centro de Investigación.

Cenicaña en publicaciones internacionales

Los resultados de la investigación generan nuevo conocimiento, que se difunde entre la comunidad científica en publicaciones reconocidas. Durante el año, se publicaron en esos medios los siguientes artículos de diferentes líneas de investigación de Cenicaña:

Título	Autores	Publicación
Variability of Soil Surface Characteristics in a Mountainous Watershed in Valle del Cauca, Colombia: Implications for Runoff, Erosion, and Conservation	C. Guzmán, F. Hoyos-Villada, M. Da Silva <i>et al.</i>	Journal of Hydrology. ISSN: 0022-1694. Ed.: Elsevier Science Bv, v. 573, fasc. N/A, p. 273-286, 2019. DOI: 10.1016/j.jhydrol.2019.06.002
Comparison of surface and subsurface water distribution uniformities under center pivot irrigation system for Sugarcane in Colombia	Mendoza Castiblanco, C.J.; Carbonell González, J.A. and Lasso Lasso, J.J.	2019 ASABE Annual International Meeting, Paper N.º 1900785. Boston, Massachusetts. July 7 - July 10, pp. 1-7
Host resistance to two parasitoids (<i>Diptera: Tachinidae</i>) helps explain a regional outbreak of novel <i>Diatraea spp.</i> stem borers (<i>Lepidoptera: Crambidae</i>) in Colombia sugarcane	Aya Vargas, V.M.; Montoya-Lerma, J.; Echeverri-Rubiano, C.; Michaud, J.P. and G.A. Vargas Orozco.	Biological Control. Volume 129, February 2019, pp. 18-23
IoT Network Applied to Agriculture: Monitoring Stations for Irrigation Management in Soils Cultivated with Sugarcane	Hincapié Gómez, E.; Sánchez Benítez, J.; Carbonell González, J.A.	Advances in Intelligent Systems and Computing 893, pp. 249-259
Laboratory rainfall-induced slope failure in a soil from the Colombian coffee region	Hoyos, F.; Echeverri, O. and E. Hincapié Gómez	AUC Geographica. 154(1) Jun.: 48-56
Protocol for automating error removal from yield maps	Vega, A.; Córdoba, M.; Castro-Franco, M. and M. Balzarini	Precision Agriculture 20(5) Oct. 2019: 1030-1044
Spectrophotometric Estimation of Total Phenolic Content and Antioxidant Capacity of Molasses and Vinasses Generated from the Sugarcane Industry	Molina-Cortés, A.; Sánchez-Motta, T.; Tobar-Tosse, F. y Quimbaya, M.	Waste and Biomass valorization. (May. 2019). P. 1
The gregarious parasitoid <i>Cotesia flavipes</i> displays a high level of preadaptation to a novel host, <i>Diatraea indigenella</i>	Londoño-Sánchez, C.; Montoya-Lerma, J.; Michaud, J.P. and G.A. Vargas Orozco.	Biocontrol (Nov. 2019), pp. 1-10
Technique characterization and hydraulic performance of perforated hose microirrigation system for sugarcane in Colombia	Mendoza Castiblanco, C.J.; Carbonell González, J.A. and Lasso, J.J.	2019 ASABE Annual International Meeting. Paper number 1900792. Boston, Massachusetts, July7-July 10, pp. 1-12.
Interpolation of NDVI values from thermal time for modelling sugarcane yields in the tropics: a case study for sugarcane fields in Colombia.	Bastidas Obando, E.; Carbonell González, J.A.	XXX Congress of the International Society of Sugar Cane Technologists. Proceedings. 31 Ago. - 8 Sep, 2019, p. 24.
Evaluation of control in sugarcane mills through dynamic simulation. Tucumán, Argentina	Calpa Pantoja, J.; Montes Posso, J.D.; Gómez Perlaza, A.L.; Gil Zapata, N.	XXX Congress of the International Society of Sugar Cane Technologists. Proceedings. 31 Ago. - 8 Sep, 2019, p.128.
Microbial action in cane processing goes beyond sucrose loss. Tucumán, Argentina	Daza Merchán, Z.T.; Prieto Correal, G.C.; Palacios García, D.; Gil Zapata N.J.	XXX Congress of the International Society of Sugar Cane Technologists. Proceedings. 31 Ago. - 8 Sep, 2019, p. 128.
Challenges and advances in sugarcane pathology keys to resolve emerging issues and to formulate innovative disease management strategies: the 2018ISSCT Pathology Workshop. Tucumán, Argentina	Garcés Obando, F.F.; Viswanathan, R.; Thompson, N; Heinrich Daugrois, J; Rutherford, S.	XXX Congress of the International Society of Sugar Cane Technologists. Proceedings.
Current status of the sugarcane yellow leaf virus (SCYLV) in Colombia. Tucumán, Argentina	Garcés Obando, F.F.; Ángel Sánchez, J.A.; Donney Velasco, L.D.; Montoya Arbeláez, M.; Cadavid Ordóñez, M.; Ángel Calle, C.A.; Victoria Kafure, J.I.	XXX Congress of the International Society of Sugar Cane Technologists. Proceedings. 31 Ago. - 8 Sep, 2019, p. 91.
Labile C. as an indicator of the impact of trash removal on soil health in the sugarcane production system. Tucumán, Argentina	Muñoz Arboleda, F.	XXX Congress of the International Society of Sugar Cane Technologists. Proceedings. 31 Ago. -8 Sep, 2019, p. 36.
Strategies for increasing combustion efficiency in the Colombian sugarcane industry. Tucumán, Argentina	Ospina Patiño, A.F.; Lucuara Medina, J.E.; Calpa Pantoja, J.A.; Gómez Perlaza, A.L.; Gil Zapata, N.J.	XXX Congress of the International Society of Sugar Cane Technologists. Proceedings. 31 Ago. - 8 Sep, 2019, p. 119.
Selection of varieties for humid environments of the sugarcane area of Colombia. Tucumán, Argentina	Salazar Villarreal, F.A.; López Zúñiga, L.O.; Victoria Kafure, J.I.; Viveros Valens, C.A.; Garcés Obando, F.F.	XXX Congress of the International Society of Sugar Cane Technologists. Proceedings. 31 Ago. - 8 Sep, 2019, pp.65.
NGSEP3: Accurate variant calling across species and sequencing protocols	Tello, D.; Gil, D.; Loaiza, C.D.; Riascos Arcos, J.J.; Cardozo, N.; Duitama, J. and R. Schwartz.	Bioinformatics 35(22) Nov.: 4716-4723.

Transformar diálogos ciudadanos sobre la agroindustria

Con el propósito de contribuir al reconocimiento de la agroindustria como un sector que impulsa el progreso regional a través de la generación de conocimiento y la innovación tecnológica que desarrolla y promueve su Centro de Investigación, en 2019 se gestionaron acciones de comunicación dirigidas a la comunidad en general.

Entre dichas acciones se destaca la participación institucional en Bioexpo 2019, espacio organizado por el Ministerio de Ambiente para fomentar la sostenibilidad y el mejoramiento de la calidad ambiental del país a través de negocios verdes. Cenicaña, junto con Asocaña, Procaña y Tecnicaña, desarrolló y presentó en el evento una propuesta que resaltó a los asistentes la importancia de la caña de azúcar en la región, al mostrar las contribuciones ambientales del sector con diferentes iniciativas.

También se participó en el 39 Congreso Agropecuario Nacional, organizado por la Sociedad de Agricultores de Colombia (SAC); se consignaron menciones directas a Cenicaña en 28 ocasiones en medios de co-

municación de alcance nacional, regional y local; y se atendieron 36 visitas, con 1012 asistentes, entre los que se destacaron misiones internacionales de China, El Salvador, Estados Unidos y Panamá.



Aspecto de la visita realizada por la Academia China de Ciencias Tropicales Agrícolas en agosto de 2019.

Tras altos estándares tecnológicos y de seguridad

En 2019, Cenicaña continuó con la administración y mantenimiento de las redes de telecomunicaciones de la agroindustria, cuyos datos son insumo fundamental tanto para la investigación como para la realización de labores de campo eficientes y responsables con el medio ambiente y el entorno. Esa función garantizó la operación y permanente recopilación de datos de las redes RTK (Real time Kinematic), PM10-2.5 (de calidad del aire), del monitoreo hidrológico (de apoyo

a las labores de la Fundación Fondo de Agua por la Vida y la Sostenibilidad) y de la Red Meteorológica Automatizada (RMA).

En el mismo sentido, para garantizar la seguridad de la información administrada por Cenicaña se creó una unidad encargada exclusivamente de minimizar los riesgos involucrados en su divulgación, con base en procedimientos y seguimientos informáticos. Paralelo a esta gestión, se trabajó en el desarrollo de software y herramientas de información que garantizarán y facilitarán a los usuarios el acceso a los servicios del Centro a través del sitio web.

Fortalecimiento del talento humano y del clima organizacional

Se gestionó la capacitación de colaboradores de apoyo operativo en temas normativos y en carreras tecnológicas para aumentar su nivel académico, como una forma de contribuir a su desarrollo profesional y garantizar la calidad de los datos tomados en campo para la experimentación. Al cierre de 2019, 22% del personal operativo de campo eran tecnológicos; 20%, técnicos y 58%, bachilleres.

Con este personal también se avanzó en la documentación de guías de labores de apoyo a la investigación, el mantenimiento de cultivos y la infraestructura de la Estación Experimental, con el propósito de utilizar este material como ayudas didácticas para la estandarización de las tareas.

En 2019, Cenicaña también inició la implementación de una estrategia para determinar y disminuir los factores de riesgo psicosocial de sus colaboradores, como parte de las acciones del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud. Durante la intervención se hizo énfasis en aspectos como fortalecimiento del liderazgo, comunicación, proactividad y asertividad.

Por otro lado, con el apoyo de la aseguradora de riesgos laborales y por medio de alianzas con entidades prestadoras de salud, se realizaron charlas y talleres informativos y preventivos en temas de salud y tránsito; capacitaciones en riesgos profesionales (mecánico, químico, biológico, maquinaria pesada y trabajo en alturas, entre otros), talleres sobre responsabilidad legal frente al Sistema de Seguridad en el Trabajo, y jornadas de salud y de bienestar e integración. Actualmente quince colaboradores están certificados en trabajo avanzado de alturas y hay seis coordinadores de esa operación.

Hacia un modelo de Estación Experimental

El compromiso institucional con la sostenibilidad del sector no se circunscribe a la promo-

ción de tecnologías y medidas para un mejor manejo agronómico del cultivo por parte de ingenios y cultivadores. Por esa razón, en los linderos de la Estación Experimental de Cenicaña se inició la propagación de las arvenses *Emilia sonchifolia* y *Alternanthera bothriomentosa* para establecer corredores biológicos que favorezcan el hospedaje de insectos benéficos para el control de plagas en la caña de azúcar. Se proyecta propagar las arvenses en los canales colectores.

También se fortalecieron labores sanitarias como la desinfección de las herramientas de cosecha y el lavado de la maquinaria de alce y transporte de caña; se incrementó a 3.1 hectáreas el área de riego con goteo, y los riegos se programaron con base en el balance hídrico. Actualmente se riega con tubería con ventanas 39.4 hectáreas y las conducciones son en tubería de PVC enterrada.

En 2019 se ejecutaron proyectos de consumo eficiente y desconexión remunerada de energía, que consistieron en instalar tecnología de control y supervisión remota para la desconexión de cargas ociosas, recibir ingresos a cambio de tener disponible la capacidad de generación de las plantas eléctricas y reducir la cantidad de energía comprometida cuando se presenten condiciones críticas en el mercado eléctrico.

De otro lado, se realizaron obras de infraestructura para mejorar la experimentación, como la construcción de un cuarto de beneficio de semilla sexual para aumentar la calidad y viabilidad de la semilla obtenida en los cruzamientos, y de una cámara de inoculación con regulación de temperatura, humedad relativa y luminosidad para favorecer la patogénesis y evaluar la resistencia a enfermedades de las nuevas variedades. Y para garantizar la seguridad y movilidad de sus colaboradores y visitantes, Cenicaña construyó un centro de acopio de materiales peligrosos, con las especificaciones del plan de gestión integral de residuos sólidos y puntos de ingresos en rampa.



Anexo

	Página
I. Productividad de variedades Cenicaña Colombia (CC) en 2019.....	91
II. Servicios de sanidad vegetal.....	92
III. Servicios de laboratorios.....	92
IV. Red de Grupos de Transferencia de Tecnología (GTT) en 2019.....	93
V. Documentos de Cenicaña registrados en la base de datos bibliográfica en 2019.....	97

I. Productividad de variedades Cenicaña Colombia (CC) en 2019.

Datos correspondientes a las variedades cosechadas en las 10 zonas agroecológicas más representativas de la agroindustria azucarera colombiana en 2019. Datos de doce ingenios.

Zona agroecológica	Variedad	Suertes	Area cosechada (h)	TCH	TAH	TCHM	TAHM	Rto. comercial (%)	Edad (m)	Corte
10H3	CC 01-1940	141	1142	114	13.1	9.0	1.03	11.5	12.8	3.4
	CC 85-92	179	979	110	13.0	8.6	1.01	11.8	13.0	8.0
	CC 93-4418	50	309	111	12.7	8.1	0.94	11.5	13.8	6.1
11H0	CC 01-1940	387	3807	144	16.0	11.2	1.25	11.1	12.9	2.6
	CC 85-92	338	3058	117	13.3	9.3	1.06	11.4	12.7	10.1
	CC 93-4418	170	1764	114	13.0	9.2	1.05	11.4	12.4	5.8
	CC 01-746	44	438	125	13.5	10.4	1.13	10.8	12.1	4.2
	CC 01-1228	30	359	134	14.8	11.0	1.22	11.1	12.2	6.5
	CC 98-72	30	234	135	14.6	10.9	1.18	10.8	12.5	5.8
11H1	CC 01-1940	512	4783	136	15.1	10.6	1.18	11.1	12.9	2.6
	CC 85-92	415	3582	112	12.7	9.0	1.02	11.4	12.5	10.2
	CC 93-4418	247	2218	114	12.8	9.0	1.02	11.3	12.7	5.7
	CC 01-746	44	522	115	12.3	9.9	1.05	10.7	11.8	4.1
	CC 98-72	36	277	130	14.4	10.5	1.16	11.1	12.5	5.1
	CC 84-75	21	262	118	12.6	9.6	1.03	10.7	12.3	14.4
	CC 97-7170	31	245	118	13.0	9.6	1.05	11.0	12.4	4.2
11H2	CC 01-1940	211	1922	123	13.8	9.6	1.08	11.2	12.9	2.8
11H2	CC 85-92	157	1245	108	12.1	8.6	0.97	11.2	12.6	10.1
11H2	CC 93-4418	104	806	109	12.4	8.7	0.99	11.4	12.5	5.4
11H3	CC 01-1940	494	2395	104	11.3	8.7	0.94	10.9	12.1	3.5
11H3	CC 85-92	273	1266	103	11.4	8.5	0.93	11.0	12.3	11.6
11H3	CC 93-4418	190	1037	101	10.9	8.6	0.93	10.8	11.8	5.3
15H1	CC 85-92	60	550	113	12.7	9.0	1.01	11.2	12.6	10.6
	CC 01-1940	52	488	150	16.3	11.7	1.27	10.9	12.9	2.7
	CC 93-4418	16	142	109	12.1	8.8	0.97	11.1	12.5	5.3
	CC 97-7170	8	86	109	11.0	9.7	0.98	10.1	11.3	4.7
1H1	CC 01-1940	96	905	114	13.0	9.0	1.03	11.4	12.8	2.9
	CC 85-92	69	351	120	14.5	8.7	1.04	12.0	14.0	7.2
	CC 93-4418	38	214	106	12.2	7.9	0.91	11.5	13.4	4.4
	SP 71-6949	19	140	91	9.4	8.0	0.83	10.4	11.3	3.9
5H3	CC 85-92	103	535	115	13.8	8.5	1.02	12.1	13.7	7.2
	CC 01-1940	84	526	117	13.2	8.8	0.99	11.3	13.5	3.0
	CC 93-4418	11	81	116	13.0	8.7	0.98	11.2	13.5	5.3
6H1	CC 01-1940	855	8193	138	15.4	10.9	1.22	11.2	12.8	2.7
	CC 85-92	592	5391	110	12.7	8.8	1.01	11.5	12.6	9.4
	CC 93-4418	231	1906	111	12.6	9.0	1.02	11.3	12.4	5.8
	CC 97-7170	51	427	119	12.7	9.7	1.04	10.7	12.3	4.6
	CC 84-75	39	400	114	12.7	9.2	1.03	11.1	12.4	10.6
	CC 01-1228	32	312	120	13.4	10.2	1.13	11.2	11.9	6.3
	CC 01-678	30	289	128	14.4	9.9	1.11	11.2	13.0	1.9
	CC 98-72	30	254	118	13.2	9.7	1.09	11.2	12.2	5.0
	CC 01-746	25	230	116	13.0	9.5	1.07	11.2	12.3	3.5
	CC 93-4181	21	174	119	13.7	9.6	1.11	11.5	12.5	5.0
	SP 71-6949	18	150	102	10.3	8.8	0.88	10.1	11.7	3.8
6H2	CC 01-1940	148	1430	110	12.4	8.5	0.95	11.3	13.2	3.1
	CC 85-92	90	743	99	11.3	7.8	0.89	11.4	12.9	9.1
	CC 93-4418	68	473	107	12.0	8.5	0.95	11.2	12.7	5.0
	CC 84-75	11	91	97	11.1	7.7	0.88	11.5	12.6	7.6

II. Servicios de sanidad vegetal*

Consolidado de los análisis realizados y servicios ofrecidos en Diagnóstico de Enfermedades, Inspección Fitopatológica en Campo y Laboratorio y Multiplicación y Propagación de Variedades en 2019.



Diagnóstico de enfermedades

- A diciembre 23 se habían realizado 9111 análisis de muestras provenientes de 6334.4 hectáreas entre lotes semilleros y comerciales. Los análisis incluyeron la detección del raquitismo de la soca (RSD), la escaldadura de la hoja (LSD), el virus de la hoja amarilla (SCYLV), el virus del mosaico (SCMV) y el virus baciliforme (SCBV).
- Entre enero de 2018 y diciembre de 2019 disminuyeron los niveles de incidencia para RSD, LSD y SCYLV, respectivamente, de 0.6% a 0.2%, de 0.2% a 0.1% y de 13.2% a 10.3%.
- Variedades más evaluadas: CC 01-1940, CC 05-430, CC 11-600, CC 01-678, CC 11-595, CC 85-92, CC 10-450, CC 00-3257, CC 09-066, CC 97-7170, CC 97-7170 y CC 93-4418. Se evidenció la disminución del área sembrada con CC 01-1940 y el incremento de la ocupada por las nuevas variedades CC.



Inspección fitopatológica en campo y laboratorio

- Se realizaron 16 inspecciones fitopatológicas en 449.6 hectáreas de lotes comerciales y semilleros

* Datos a diciembre de 2019

de 31 haciendas de los ingenios Riopaila industrial, Castilla industrial, Mayagüez, Risaralda y Manuelita y proveedores de las haciendas San José, Salento, Calamar, Moralba, Proterra, El Progreso y Judea.

- Variedades más evaluadas:

CC 01-746 y CC 01-678, en las que se encontró roya naranja con baja severidad; y CC 09-702, CC 05-231 y CC 01-1940, que presentaron roya naranja con severidades entre intermedias (12%) y altas (15 a 20%).



Multiplicación y propagación de variedades

- Se suministraron 736.120 plantas solicitadas por los ingenios Lucerna, Riopaila-Castilla agrícola, Riopaila-Castilla industrial, Mayagüez, María Luisa, Occidente, Providencia, Pichichí, Sancarlos, Incauca, Risaralda, Carmelita y Manuelita, proveedores y entidades en convenio.
- Variedades más demandadas:
CC 09-066, CC 10-450, CC 05-430, CC 93-7711, CC 09-535, CC 11-600, CC 01-1940, CC 85-92, CC 11-595, CC 01-678, CC 09-830 y CC 09-874.

III. Servicios de laboratorios*

Consolidado de los análisis realizados en 2019 en el laboratorio de suelos y tejido foliar, en el laboratorio de análisis de caña y en el laboratorio de cromatografía.



Análisis de suelos y tejido foliar

Procesó **5408** muestras.

- De ellas, 2119 fueron de suelos (68.3%, de solicitudes de donantes; 31.7%, de solicitudes internas para investigación) y 3289, de tejido foliar (12.2%, de solicitudes de donantes; 87.8%, de solicitudes internas para investigación).

* Datos a diciembre de 2019



Análisis de cromatografía

Procesó **6334** muestras:

- 3300 (52%) correspondientes a análisis de azúcares
- y 3034 (48%) correspondientes a ácidos orgánicos.

IV. Red de Grupos de Transferencia de Tecnología (GTT) en 2019



Ingenio Carmelita

Febrero*

- Reunión focalizada con proveedores interesados en renovar.
- Promoción de las variedades de ambiente húmedo CC 09-874, CC 11-600 y CC 10-450.

Marzo

- Reconocer el salivazo *Aeneolamia varia* en caña de azúcar.
- Impacto económico del salivazo, su monitoreo y control.
- La importancia de realizar liberaciones de insectos benéficos para el control de *Diatraea spp.*
- Beneficios de diagnosticar los semilleros para mantener la sanidad del cultivo.

Julio - Agosto*

- Reunión centrada en los proveedores para instruirlos en la optimización del recurso hídrico.
- Importancia de medir el volumen de agua aplicado por hectárea y aplicar los parámetros del control administrativo del riego.

Octubre

- Importancia de la maduración y su efecto en la productividad.
- Generalidades y beneficios de la maduración en la caña de azúcar.
- Aplicación de maduradores con dron: demostración en campo.

Diciembre

- Balance del ingenio.
- Estado actual del clima y proyección para el primer trimestre del año 2020.
- Criterios para la selección de variedades en la renovación del cultivo.

Incauca

Febrero

- Estado actual de las variedades en Incauca.
- Beneficio económico de la renovación.
- ABC de la adecuación y la preparación de suelos.
- Importancia del mantenimiento en los canales.

Mayo

- Fisiología de la planta.
- Importancia de los análisis de suelos.
- Tecnologías de fertilización.
- Niveles de absorción de nutrientes de las variedades.
- Tips para hacer una fertilización eficiente.

Septiembre

- Estado actual de la variedad CC 01-1940 en Incauca.
- Variedades promisorias.
- Identificación de las principales arvenses en el cultivo de la caña de azúcar.
- Criterios para seleccionar los principios activos, dosis y mezclas para el control de arvenses.
- Control efectivo de arvenses pre- y post-.
- Calidad de la labor de aplicación de herbicidas.
- Arvenses benéficas como hospederas de controladores biológicos de plagas.

Ingenio La Cabaña

Febrero

- Importancia y beneficios del uso de sensores.
- Diferentes equipos de medición y control del riego.
- Nuevos equipos para el control y monitoreo de la disponibilidad del agua en el suelo.
- Optimizar los costos en el riego a partir de alternativas de medición eficiente.

Marzo

- Manejo del drenaje para mejorar la productividad en el cultivo de la caña de azúcar.
- Alternativas de drenaje.
- Utilidad de los pozos de observación.

Julio

- Identificación y monitoreo del salivazo *Aeneolamia varia*.
- Beneficios de diagnosticar los semilleros para mantener la sanidad del cultivo.
- Impacto económico del salivazo y su control.
- Manejo de la roya naranja.

Ingenio Manuelita

Marzo

- Informe del Gerente General.
- Perspectivas del sector agrícola en Colombia.

Continúa

Continuación. Red de Grupos de Transferencia de Tecnología (GTT) en 2019.

- Vías azucareras para el progreso del sector agro-industrial.
- Mercado nacional e internacional del azúcar en 2018 y perspectivas para 2019.
- Avances en investigación, desarrollo de variedades y manejo sanitario del cultivo.
- Resultados 2018 y plan 2019 proyecto Educar Uno a Uno.
- Mayo* (dos jornadas: mayo 23 y 30)
- Día de campo con proveedores y personal operativo para la identificación, monitoreo y control del salivazo *Aeneolamia varia*.
- Recomendaciones para evitar la diseminación de la plaga a través de las labores mecanizadas y la cosecha.

Junio

- Día de campo con proveedores y su personal operativo para la identificación, monitoreo y control del salivazo *Aeneolamia varia*.
- Recomendaciones para evitar la diseminación de la plaga a través de las labores mecanizadas y la cosecha.
- Julio
- Control operacional de la cosecha mecánica: *Smart cruise*, piloto automático, *autotraker* y desinfección de las cosechadoras.
- Proyecto de automatización agrícola.
- Mapas de productividad.
- Maduración y postcosecha.
- Canal de comunicación de cosecha.
- Reglamentación de cambio de lubricación de pozos profundos.

Agosto

- Reunión focalizada con proveedores interesados en renovar. Hacienda Porvenir Mora.
- Promoción de opciones varietales para los ambientes semiseco, húmedo y piedemonte: CC 97-7170, CC 01-678, CC 05-430, CC 10-450, CC 11-600 y CC 91-1606.
- Evaluación en campo de las características agroeconómicas de las nuevas variedades
- Criterios a tener en cuenta para seleccionar una nueva variedad.

Noviembre

- Fisiología y ecofisiología de la caña de azúcar.
- Maduración de la caña.
- Fisiología de la caña de azúcar y su relación con las plagas que afectan el cultivo.

Diciembre

- Informe del Gerente General.
- Resultados de 2019 y plan para 2020, proyecto Educar Uno a Uno.
- Indicadores y avances de investigación y desarrollo para la agroindustria de la caña de azúcar.
- Mercado nacional e internacional del azúcar en 2019 y perspectivas de precios para 2020.
- Programa de gobierno, Alcaldía de Palmira.

Ingenio Mayagüez

Abril

- Beneficios del drenaje.
- Efectos del exceso de agua en el desarrollo del cultivo.
- Diferentes tipos de drenaje.
- Optimizar los costos de establecer un tipo de drenaje.

Junio

- Experiencias del ingenio Mayagüez en la adopción del riego por goteo.
- Beneficios del sistema de riego por goteo.
- Impacto económico del uso del sistema de riego por goteo.

Octubre

- Proceso de producción del compost en Mayagüez.
- Beneficios del compost en la producción de caña.
- Manejo y aplicaciones del compost.

Diciembre

- Balance general del ingenio y proyecciones 2020.
- Programas y servicios ofrecidos al sector por Cenicaña.
- Proyectos de sostenibilidad ambiental, social y económica del sector, liderados por Asocaña.

Ingenio Pichichí

Febrero

- Resultados de las variedades semicomerciales y promisorias en el ingenio Pichichí.
- Experiencia con la variedad CC 01-678.
- Resultados de las variedades semicomerciales y promisorias en la industria.
- Caña de azúcar orgánica y su manejo agronómico.
- Beneficios de la siembra de caña orgánica.

Mayo – Junio - Agosto

- Día de campo con proveedores y personal operativo para la identificación, monitoreo y control del salivazo *Aeneolamia varia*.

Continuación. Red de Grupos de Transferencia de Tecnología (GTT) en 2019.

- Recomendaciones para evitar la diseminación de la plaga a través de las labores mecanizadas y la cosecha.
- Manejo de los barrenadores del tallo *Diatraea spp.* y picudo *Rhynchophorus palmarum*.

Diciembre

- Balance general del ingenio 2019.
- Balance general de la agroindustria azucarera y proyección climatológica para 2020.
- Importancia y beneficios de la maduración en la caña de azúcar.
- Trabajo entre ingenio Pichichí y Cenicaña para la adopción de tecnologías con miras a aumentar la productividad del cultivo.

Ingenio Providencia**Marzo**

- Aporte del ingenio en la sostenibilidad desde los enfoques social, económico y ambiental.
- Balance general del año y proyecciones 2019.

Julio

- Nuevas alternativas para la optimización del diseño de campo.
- Adecuación para la cosecha mecanizada.
- Opciones de diseño de campo.
- Labor cultural en el cultivo de la caña de azúcar para mayor eficiencia del riego y la cosecha.
- Evolución de la cosecha mecánica en el ingenio.

Ingenio Riopaila – Castilla (planta Castilla)**Febrero**

- Impacto del clima en época de sequía y su efecto en la productividad del cultivo.
- Selección del sistema de riego adecuado de acuerdo con la disponibilidad de agua en la finca. Riegos de alta frecuencia.
- Tecnologías para la programación del riego: balance hídrico y sensores.

Julio

- Opciones varietales para los ambientes semiseco y húmedo.
- Resultados de productividad de las variedades promovidas.
- Criterios para la selección de variedades en la renovación del cultivo.
- Importancia de monitorear el salivazo *Aeneolamia varia* y reportar al ingenio la presencia de la plaga.

Agosto

- El salivazo *Aeneolamia varia* en el sector: impactos y medidas de control.
- Avances en el monitoreo del salivazo en el ingenio.
- Taller para la identificación, monitoreo y control del salivazo.
- Recomendaciones para evitar la diseminación de la plaga a través de las labores mecanizadas y la cosecha.

Ingenio Riopaila- Castilla (planta Riopaila)**Febrero**

- Importancia de la zonificación agroecológica y sus beneficios.
- Selección de la variedad de acuerdo con el tipo de suelo y el ambiente.
- Prácticas de manejo agronómico adecuadas para que el cultivo exprese su potencial productivo.
- Herramientas web disponibles para un manejo agronómico más rentable.
- Manejo de la fertilización de acuerdo con los estudios de suelos.

Marzo (dos eventos)

- Importancia de programar los riegos en una unidad productiva.
- Parámetros requeridos para programar los riegos con base en el balance hídrico.
- Manejo del programa de balance hídrico desde el sitio web de Cenicaña.
- Herramientas para optimizar el recurso hídrico en una unidad productiva.
- Medición del volumen de agua aplicado por hectárea y parámetros para el control del riego.

Abril (Gtt focalizado)

- Medición del volumen de agua aplicado por hectárea y parámetros para el control del riego.
- Herramientas para optimizar el recurso hídrico en una unidad productiva.
- Importancia de programar los riegos en una unidad productiva.
- Parámetros requeridos para programar los riegos con base en el balance hídrico.
- Manejo del programa de balance hídrico desde el sitio web de Cenicaña.

Mayo (Gtt focalizado y general)**Focalizado:**

- Importancia de programar los riegos en una unidad productiva.

Continúa

Continuación. Red de Grupos de Transferencia de Tecnología (GTT) en 2019.

- Parámetros requeridos para programar los riegos con base en el balance hídrico.
- Manejo del programa balance hídrico desde el sitio web de Cenicaña.
- Herramientas para optimizar el recurso hídrico en una unidad productiva.
- Medición del volumen aplicado por hectárea y parámetros para el control del riego.

General

- El salivazo *Aeneolamia varia* en el sector: impactos y medidas de control.
- Avances en el monitoreo del salivazo en el ingenio.
- Taller para la identificación, monitoreo y control del salivazo.
- Recomendaciones para evitar la diseminación de la plaga a través de las labores mecanizadas y la cosecha.

Julio

- Opciones varietales para los ambientes semiseco y húmedo.
- Resultados de productividad de las variedades promovidas.
- Criterios para la selección de variedades en la renovación del cultivo.
- Estado actual de las variedades en el ingenio Riopaila.

Ingenio Risaralda

Mayo

- Beneficios del drenaje.
- Identificar los efectos del exceso de agua en el desarrollo del cultivo.
- Diferentes tipos de drenaje.
- Optimizar los costos de establecer un tipo de drenaje.
- Elaboración e instalación de pozos de observación.
- Evaluación, monitoreo y control de plagas.
- Detección del salivazo *Aeneolamia varia* y de *Manihara bipars* en la caña de azúcar; monitoreo y medidas de control.

Julio

- Criterios para renovar variedades.
- Variedades promisorias para el ingenio Risaralda.
- Conocer el estado actual de las variedades en el ingenio Risaralda.
- Visita a lotes con variedades promisorias.
- Exponer las opciones de renovación que Cenicaña ofrece a los proveedores para lograr una mayor rentabilidad.

Agosto

- Identificación de las principales arvenses en el cultivo de la caña de azúcar.
- Criterios para seleccionar los principios activos, dosis y mezclas para el control de arvenses.
- Control efectivo de arvenses pre- y post-.
- Calidad de la labor de aplicación de herbicidas.
- Arvenses benéficas como hospederas de controladores biológicos de plagas.

Diciembre

- Comportamiento del clima en 2019.
- Proyección del clima para 2020.
- Zonas climatológicas 1 y 5.
- Tendencia del TCH para 2020 y comportamiento del TCH en 2019 vs precipitación (haciendo énfasis en la necesidad de renovar las plantaciones en 2020).
- Balance general del ingenio y proyecciones para 2020.
- Proyecto Fénix.
- Presentación de la página web para proveedores del ingenio Risaralda.

Sancarlos

Mayo

- Alternativas de variedades promisorias para el ingenio Sancarlos.
- Beneficios del drenaje.
- Identificar los efectos del exceso de agua en el desarrollo del cultivo.
- Diferentes tipos de drenaje.
- Optimizar los costos de adopción de un tipo de drenaje.

Diciembre

- Comportamiento del clima en 2019.
- Proyección del clima para 2020.
- Tendencia del TCH para 2020 y comportamiento del TCH en 2019 vs precipitación (haciendo énfasis en la necesidad de renovar renovación las plantaciones en 2020).
- Balance general del ingenio y proyecciones para 2020.
- Programas y servicios ofrecidos al sector por Cenicaña.
- Proyectos de sostenibilidad ambiental, social y económica del sector, liderados por Asocaña.
- * Reuniones focalizadas de los grupos de transferencia de tecnología

V. Documentos de Cenicaña registrados en la base de datos bibliográfica en 2019.

Aguilar Puenguenan, M.F. 2019. Determinación de azúcares y ácidos orgánicos vía cromatografía líquida de alta eficiencia HPLC de materiales de procesos azucareros y alcoholeros. Cali: SENA; Cenicaña, 22 pp.

Amaya Estévez, A. 2019. El dulce transcurrir alrededor de la caña. Carta Informativa v.7 n.º 1, julio 2019, p. 2.

Ángel Sánchez, J.C.; Vargas Orozco, G.A. 2019. Sanidad actual del cultivo de la caña de azúcar en zonas paneleras. Cali: Cenicaña, pp.19-23. En: Viveros Valens C.A. ed. Variedades de caña de azúcar Cenicaña Colombia (CC) evaluadas en las zonas paneleras de Colombia.

Arcos Velasco, L.V. 2019. Evaluación del efecto del tiempo y recirculación de una cepa comercial de la levadura *Saccharomyces cerevisiae* en acidulación para aumentar el nivel de vitalidad durante el proceso de producción de alcohol carburante. Informe final estudiante en práctica. Cali: Universidad Santiago de Cali, Facultad de Ciencias Básicas. Programa de microbiología; Cenicaña, 17 pp.

Ayala Zúñiga, D.A. 2019. Evaluación de alternativas para las condiciones de acidulación de la levadura GR-X. Informe final estudiante en práctica. Bucaramanga: Universidad de Santander; Cenicaña, 17 pp.

Barona Rodríguez, A.F.; Ramírez Durán, J.; Insuasty Burbano, O.I.; Viveros Valens, C.A.; Ramírez, L.E. 2019. Evaluación de variedades de caña de azúcar para aumentar la producción de panela en el departamento del Tolima. Cali; Cenicaña, pp.79-84. En: Viveros Valens C.A. ed. Variedades de caña de azúcar Cenicaña Colombia (CC) evaluadas en las zonas paneleras de Colombia.

Barona Rodríguez, A.F.; Ramírez Durán, J.; Insuasty Burbano, O.I.; Viveros Valens, C.A.; Jiménez Vargas, J. 2019. Caracterización agroindustrial de variedades de caña de azúcar para la producción de panela en la hoyita del río Suárez. Cali: Cenicaña, pp. 69-76. En: Viveros Valens C.A. ed. Variedades de caña de azúcar Cenicaña Colombia (CC) evaluadas en las zonas paneleras de Colombia.

Bastidas Obando, E.; Carbonell González, J.A. 2019. Interpolation of NDVI values from thermal time for

modelling sugarcane yields in the tropics: a case study for sugarcane fields in Colombia. Tucumán, Argentina: ISSCT. En: XXX Congress of the International Society of Sugar Cane Technologists. Proceedings. 31 Ago. - 8 Sep, 2019, p. 24. Tucumán, Argentina.

Benavides Ruales, A. 2019. Análisis jugo de caña por método primario y por espectrofotómetro infrarrojo cercano (NIR). Determinación de fibra total por vía espectroscopia infrarrojo cercano (NIR) y método. Informe final del contrato de Aprendizaje SENA. Cali: SENA, Cenicaña, 13 pp.

Calpa Pantoja, J.; Montes Posso, J.D.; Gómez Perlaiza, A.L.; Gil Zapata, N. 2019. Evaluation of control in sugarcane mills through dynamic simulation. Tucumán, Argentina: ISSCT. En: XXX Congress of the International Society of Sugar Cane Technologists. Proceedings. 31 Ago. - 8 Sep, 2019, p.128. Tucumán, Argentina.

Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia. Cenicaña 2019. El mejor escudo para las dificultades es el valor de lo que hacemos. Carta Informativa, v.7 n.º 1, julio 2019, pp. 4-7.

Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia. Cenicaña 2019. Acciones para fortalecer la capacidad científica de la agroindustria. Cali: Cenicaña. En: Informe Anual 2018, pp.75-79

Castro Franco, M. 2019. Sensores móviles del suelo y su uso en agricultura específica por sitio (AEPS). Cali: Cenicaña. En: Carta Informativa. v.7 n.º1, julio de 2019, pp. 22-23.

Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia. Cenicaña 2019. Ataque del salivazo se extiende en el valle del río Cauca. Carta Informativa. v.7 n.º 1, julio 2019, pp.12-13.

Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia. Cenicaña 2019. Estrategias para una agroindustria más innovadora. Cali: Cenicaña. En: Informe Anual 2018, pp.71-74

Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia. Cenicaña 2019. Informe Anual 2018. Cali: Cenicaña, 113 pp.

Continuación. Documentos de Cenicaña registrados en la base de datos bibliográfica en 2019.

Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia. Cenicaña 2019. ¿Microbiológicamente qué ocurre en las fábricas de azúcar y etanol? En: Carta Informativa v.7 n.º 1, julio de 2019, pp. 20-21.

Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia. Cenicaña 2019. Nuevo director general de Cenicaña. Carta Informativa v.7 n.º 1, julio 2019, p. 8.

Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia. Cenicaña 2019. Producción y productividad de la agroindustria de caña 2018. Cali: Cenicaña. En: Informe Anual 2018, pp.21-29.

Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia. Cenicaña 2019. SIC otorga patente de invención a la agroindustria de la caña de azúcar. Carta Informativa v.7 n.º 1, julio 2017, p. 9.

Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia. Cenicaña 2019. Sistemas de riego mecanizado por aspersión: alternativas que ganan terreno. En: Carta Informativa v.7 n.º 1, pp. 16-17.

Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia. Cenicaña 2019. Tecnologías para procesos fabriles más sostenibles. Cali: Cenicaña. En: Informe Anual 2018, pp, 63-69.

Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia. Cenicaña 2019. Detengamos la diseminación del salivazo. Carta Informativa v.7 n.º 1, julio de 2019, pp.14-15.

Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia. Cenicaña 2019. El clima en el valle del río Cauca 2018. Cali: Cenicaña. En: Informe Anual 2018, pp.17-20.

Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia. Cenicaña 2019. Variedades de caña de azúcar para una agroindustria más sostenible. Cali: Cenicaña. En: Informe Anual 2018, pp.31-45.

Cortés Betancourt, E.; Chica Ramírez, H.A.; Peña Quiñónez, A.J. 2019. Zonas climáticas del valle del río Cauca. Carta Informativa v.7 n.º 1, julio 2019, pp.12-13.

Daza Merchán, Z.T.; Prieto Correal, G.C.; Palacios García, D.; Gil Zapata N.J. 2019. Microbial action in cane processing goes beyond sucrose loss. Tucumán, Argentina: ISSCT. En: XXX Congress of the In-

ternational Society of Sugar Cane Technologists. Proceedings. 31 Ago. - 8 Sep, 2019, p. 128. Tucumán, Argentina.

Díaz Montilla, A.E.; Benavides, C.A.; Exequiel España, L.; Ramírez Durán, J.; Ángel Sánchez, J.C.; Viveros Valens, C.A. 2019. Evaluación de variedades de caña de azúcar *Saccharum spp.* para la producción de panela en el departamento de Nariño. Cali: Cenicaña, pp. 49-54. En: Viveros Valens C.A. ed. Variedades de caña de azúcar Cenicaña Colombia (CC) evaluadas en las zonas paneleras de Colombia.

Garcés Obando, F.F.; Viswanathan, R.; Thompson, N; Heinrich Daugrois, J; Rutherford, S. 2019. Challenges and advances in sugarcane pathology keys to resolve emerging issues and to formulate innovate disease management strategies: the 2018ISSCT Pathology Workshop. Tucumán, Argentina: ISSCT. En: XXX Congress of the International Society os Sugar Cane Technologists. Proceedings. 31 Ago. - 8 Sep, 2019, p.165. Tucumán, Argentina

Garcés Obando, F.F.; Ángel Sánchez, J.A.; Donney Velasco, L.D.; Montoya Arbeláez, M.; Cadavid Ordóñez, M.; Ángel Calle, C.A.; Victoria Kafure, J.I. 2019. Current status of the sugarcane yellow leaf virus (SCYLV) in Colombia. Tucumán, Argentina: ISSCT. En: XXX Congress of the International Society of Sugar Cane Technologists. Proceedings. 31 Ago. - 8 Sep, 2019, p. 91. Tucumán, Argentina.

Jiménez Carvajal, D.A.; Rojas Vargas, S.; Gamboa Tabares, J.A.; Viveros Valens, C.A.; Martínez Ortega, C.A. 2019. Evaluación agroindustrial de variedades de caña de azúcar (*Saccharum spp.* L.) para la producción de panela en Florencia (Caquetá). Cali: Cenicaña, pp. 33-40. En: Viveros Valens C.A. ed. Variedades de caña de azúcar Cenicaña Colombia (CC) evaluadas en las zonas paneleras de Colombia.

Mora, S.A.; Mora, M.A. 2019. Resultados comerciales de CC 01-1940 en la producción de panela y semilla de óptima producción. Cali: Cenicaña, pp. 87-88. En: Viveros Valens C.A. ed. Variedades de caña de azúcar Cenicaña Colombia (CC) evaluadas en las zonas paneleras de Colombia.

Muñoz Arboleda, F. 2019. Labile C. as an indicator of the impact of trash removal on soil health in the sugarcane production system. Tucumán, Argentina:

Continúa

Continuación. Documentos de Cenicaña registrados en la base de datos bibliográfica en 2019.

ISSCT. En: XXX Congress of the International Society of Sugar Cane Technologists. Proceedings. 31 Ago. - 8 Sep, 2019, p. 36. Tucumán, Argentina.

Ospina Patiño, A.F.; Lucuara Medina, J.E.; Calpa Pantoja, J.A.; Gómez Perlaza, A.L.; Gil Zapata, N.J. 2019. Strategies for increasing combustion efficiency in the Colombian sugarcane industry. Tucumán, Argentina: ISSCT. En: XXX Congress of the International Society of Sugar Cane Technologists. Proceedings. 31 Ago. - 8 Sep, 2019, p. 119. Tucumán, Argentina.

Ramírez Durán, J. 2019. Plan nacional de difusión de semilla de nuevas variedades de caña de azúcar para la agroindustria panelera. Cali: Cenicaña, pp. 85-86. En: Viveros Valens C.A. ed. Variedades de caña de azúcar Cenicaña Colombia (CC) evaluadas en las zonas paneleras de Colombia.

Restrepo Renjifo, M.A. 2019. Cenicaña, aliado estratégico para la sostenibilidad. Cali: Cenicaña. En: Informe Anual 2019, p. 9.

Rivera Pedroza, L.F. 2019. Franjas de vegetación natural dentro del paisaje cañero como estrategia para aumentar servicios ecológicos. Cali: Universidad del Valle, Facultad de Ciencias Naturales Exactas; Cenicaña, CD-ROM (Tesis PhD). Cali: Universidad del Valle, Facultad de Ciencias Naturales Exactas; Cenicaña, 185 pp.

Rojas Abadía, J.M. 2019. Incremento de la eficiencia en los sistemas de generación de vapor y energía eléctrica. Alternativas para el incremento de la eficiencia energética de los ingenios colombianos. Informe final de pasantía. Cali: Universidad del Valle; Cenicaña, 35 pp.

Rosas Martínez, V. 2019. Informe de la visita realizada a diferentes plantas de compost ubicadas en el Valle del Cauca. Informe final pasantía. México: Universidad Veracruzana, Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Cenicaña, 9 pp.

Salazar Villarreal, F.A.; López Zúñiga, L.O.; Victoria Kafure, J.I.; Viveros Valens, C.A.; Garcés Obando, F.F. 2019. Selection of varieties for humid environments of the sugarcane area of Colombia. Tucumán, Argentina: ISSCT. En: XXX Congress of the International Society of Sugar Cane Technologists. Proceedings. 31 Ago. - 8 Sep, 2019, pp.65. Tucumán, Argentina.

Sandoval Rengifo, M.; Ramírez Durán, J.; Viveros Valens, C.A. 2019. Características fundamentales y deseables de una variedad de caña de azúcar para la producción de panela. Cali: Cenicaña, pp. 81-82. En: Viveros Valens C.A. ed. Variedades de caña de azúcar Cenicaña Colombia (CC) evaluadas en las zonas paneleras de Colombia.

Urrea Gómez, R.; Ramírez Durán, J.; Viveros Valens, C.A.; Ángel Sánchez, J.C. 2019. Evaluación de variedades de caña de azúcar en cuatro municipios del departamento de Caldas. Cali: Cenicaña, pp. 41-48. En: Viveros Valens C.A. ed. Variedades de caña de azúcar Cenicaña Colombia (CC) evaluadas en las zonas paneleras de Colombia.

Vélez Gruezo, A.F. 2019. Estudios epidemiológicos de la roya café (*Puccinia melanocephala*) y naranja (*Puccinia kuehnii*) en el valle del río Cauca. Palmira, Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Agropecuarias; Cenicaña, 38 pp.

Viveros Valens, C.A. ed. 2019. Variedades de caña de azúcar Cenicaña Colombia (CC) evaluadas en las zonas paneleras de Colombia. Cali: Cenicaña, 92 pp.

Viveros Valens, C.A.; Salazar Villarreal, F.A.; Garcés Obando, F.F. 2019. Proceso de obtención de variedades Cenicaña Colombia (CC). Cali: Cenicaña, pp. 29-30. En: Viveros Valens C.A. ed. Variedades de caña de azúcar Cenicaña Colombia (CC) evaluadas en las zonas paneleras de Colombia.

Zapata Martínez, S.L.; Garcés Obando, F.F.; Muñoz Flórez, J.E.; Salazar Villarreal, F.A. 2019. Genetic variation in sucrose % cane in sugarcane populations in a semi-dry environment. Tucumán, Argentina: ISSCT. En: XXX Congress of the International Society of Sugar Cane Technologists. Proceedings. 31 Ago. - 8 Sep, 2019, p.79. Tucumán, Argentina.



código QR

BIBLIOTECA





Apéndice

	Página
I. Comités de Investigación en 2019	102
II. Participación del personal en actividades de intercambio, capacitación y actualización profesional en 2019	106
III. Convenios y acuerdos de cooperación suscritos en 2019	108
IV. Fomento a la formación profesional en convenios de cooperación en 2019	109
V. Registros de derechos de obtentor de variedades en 2019	109
VI. Capital humano en 2019	109
VII. Personal profesional (a diciembre 31 de 2019)	110

I. Comités de investigación en 2019.

Comité de Campo

Marzo 20

- Avances en estudio de riego y bioecología de nuevas variedades.
- Informe del Director General de Cenicaña.
- Informe del clima y pronósticos.
- Productividad de la agroindustria de la caña de Colombia. Consolidado y comparativo 2017 - 2018.
- Avances de investigación en nutrición con las nuevas variedades.
- Censo y comportamiento comercial de variedades durante el 2018.
- Avance del desarrollo de variedades para húmedo en Incauca.

Junio 5

- Visita experimento de fenotipificación: estrés hídrico.
- Visita invernadero fenotipificación: Nutrición y resistencia a plagas/enfermedades.
- Informe del Director General de Cenicaña.
- Pronóstico del clima y productividad.
- Prácticas culturales para el manejo de plagas y enfermedades.
- Avances en el desarrollo de variedades para seco y semiseco.
- Avances en el desarrollo de variedades para húmedo.

Septiembre 18

- Informe del Director General de Cenicaña
- Pronóstico del clima y productividad.
- Evaluación del uso de GPS-RTK en cosecha mecanizada: dos casos de estudio.
- Monitoreo espacio-temporal del cultivo de caña de azúcar utilizando Google Earth Engine®.
- Situación actual de la roya naranja y proyecciones. Avances en la adopción de variedades y semilleros.
- Reflexiones sobre la visita al programa de biotecnología de CSIRO y de mejoramiento genético de SRA de Australia.

Diciembre 12

- Informe de Dirección General de Cenicaña.
- Informe del clima, pronósticos.
- Productividad de la agroindustria.
- Avances de salivazo y de la cría de *Salpingogaster nigra*.
- Avances en los estudios de ecofisiología de variedades promisorias y perspectivas.
- Estrategia de selección horizontal y avances en el desarrollo de variedades para piedemonte.
- Manejo del cultivo de la caña de azúcar en condiciones del Fenómeno de La Niña.
- Avance en el diseño de experimentos de fertilización y maduración de variedades promisorias.

Comité de Cosecha

Marzo 21

- Informe de Clima y pronósticos.
- Comportamiento de la productividad 2018 y proyecciones.
- Análisis de un equipo forestal como alternativa para el alce de caña en condiciones limitantes: informe de avance.
- Uso de etanol en motores diésel: avances.
- Avances y proyecciones: Logística de cosecha

Junio 20

- El clima para tomar decisiones financieras y el tiempo para programar labores en campo.
- Herramientas de cosecha: protocolo de limpieza y desinfestación.
- Selección de variedades: cosecha de lotes experimentales.
- Evaluación de la calidad de corte y de trozos en la cosecha mecánica.
- Proyecto CATE 2016 - 2019

Diciembre 12

- Informe de clima y productividad.
- Evaluación de uso de señal GPS-RTK para el guiado automático de cosechadoras en caña de azúcar.
- Evaluación de la calidad de caña en cosecha: caña dejada en campo.

Continúa

Continuación. Comités de investigación en 2019.

Comité de Fábrica

Febrero 27

- Clima 2018 y proyecciones climáticas 2019. Productividad de la agroindustria de la caña de Colombia.
- Análisis de principales indicadores de fábrica en el sector.
- Condensadores Barométricos: ¿Cuál, dónde y por qué?
- Identificación de variables de campo que impactan el proceso de elaboración de azúcar.
- Estimación del consumo de vapor en fábrica como indicador de gestión energética en ingenios colombianos.
- Oportunidades de diversificación en la agroindustria de la caña de Colombia.
- Evaluación de pretratamientos para mejorar la calidad del RAC para procesos de combustión.

Mayo 22

- Clima 2018 y proyecciones climáticas 2019.
- Logros sobresalientes de los proyectos que finalizaron en el 2018: Diversidad microbiana en el proceso de producción de azúcar y alcohol carburante.
- Incremento de la eficiencia de extracción en mollienda y disminución de su variabilidad ante escenarios cambiantes de operación.
- Mejoramiento de la eficiencia de los sistemas de generación de vapor y energía eléctrica. Análisis integral del desempeño de las estaciones de clarificación y filtración. Identificación de algunas variables de campo que impactan el proceso de elaboración de azúcar.
- Análisis de principales indicadores de fábrica en el sector.

Agosto 21

- Clima y productividad de la agroindustria de la caña de Colombia.
- Estrategia de control de alimentación de caña al primer molino dependiendo del tipo de cosecha.
- Estrategias de aseguramiento del crecimiento de los cristales.
- Hechos relevantes visita a Reino Unido en junio de 2019.
- Situación actual del manejo de cenizas de calderas.
- Guía rápida de filtros rotatorios.

- Avances estandarización de indicadores energéticos.
- Análisis de principales indicadores de fábrica en el sector.

Noviembre 21

- -Clima y productividad de la agroindustria de la caña de Colombia.
- Iniciativa Clúster de Bionergía: avances y desafíos. Carolina Ramírez Cámara de Comercio Cali.
- Análisis de principales indicadores de fábrica en el sector.
- Hechos relevantes XXX Congreso ISSCT: Fábrica-Co-productos.
- Hechos relevantes de investigación en elaboración en 2019.
- Proyectos nuevos: Estrategias para asegurar la operación eficiente en la estación de clarificación y filtración.
- Estrategias de operación, control y alternativas tecnológicas para asegurar la eficiencia en la estación de cristalización.
- Herramientas para medir, evaluar y gestionar los impactos ambientales asociados al proceso sucroenergético (integración huella de carbono y sostenibilidad).
- Análisis de principales indicadores de fábrica en el sector

Comité de Sanidad Vegetal

Abril 24

- Avances en la formulación del plan de manejo y del programa de monitoreo para el control de la hormiga loca (*Nylandería fulva*) en el Valle del Cauca.
- Reporte sobre discusión acerca del manejo del virus de la hoja amarilla.
- Discusión "Propuesta de manejo de la maquinaria para prevención de la diseminación de plagas y enfermedades".
- Recambio varietal como alternativa para el manejo del salvazo.
- Control de calidad de *Trichogramma exiguum*.

Mayo 22

- Observaciones generales del estado fitosanitario de la variedad CC 01-1940.
- Propuesta para el manejo de salvazo.
- Propuesta varietal

Continúa

Continuación. Comités de investigación en 2019.

Julio 3

- Plan de manejo preventivo para el salivazo en el ingenio Sancarlos.
- Nuevas estrategias para el monitoreo y control del salivazo en Riopaila Agrícola S.A.
- Situación del salivazo en la zona centro del Valle.
- Situación actual de la plaga en Castilla Industrial, Castilla Agrícola, Mayagüez, La Cabaña, Manuelita, Providencia, Pichichí, Carmelita, Riopaila Industrial y Risaralda.

Noviembre 20

- Estado actual de plagas en el ingenio Riopaila Castilla, planta Riopaila.
- Modelo de riesgo al ataque de *Aeneolamia spp.* en la zona de influencia de la planta Riopaila.
- Estado actual de la roya naranja en la variedad CC 01-1940.
- Uso de Coragen (*Chlorantraniliprol*) para el manejo de los barrenadores (*Diatraea spp.* y *Telchin licus*).
- Coragen (*Chlorantraniliprol*) en el manejo del barrenador gigante *Telchin licus*.
- Coragen (*Chlorantraniliprol*) y las cuatro especies de *Diatraea* **más abundantes en Colombia**.
- Coragen (*Chlorantraniliprol*) y manejo comercial de *Diatraea* en el ingenio Risaralda.
- Selectividad de Coragen (*Chlorantraniliprol*) con fauna benéfica, caso *Lydella minense*. - Desinfestación de herramientas de corte como parte del manejo para evitar la diseminación de enfermedades bacterianas y de salivazo. Caso Riopaila Castilla.

Comité de Agricultura de Precisión

Enero 17

- Taller Introducción al uso de *Google Earth Engine* en Agricultura.
- Presentación de representantes de ProCálculo sobre adquisición de imágenes Planet.
- Resultados de ensayos de drones para optimización de labores.
- Propuesta de ensayos para validación de uso de sensores de conductividad eléctrica aparente.

Marzo 21

- Resultados de ensayos de uso de red RTK para gestión de cosecha mecanizada. Ingenio Providencia. Parte I

- Resultados de pruebas de uso de sensores de conductividad eléctrica aparente del suelo.

Mayo 29

- Taller internacional de 'Uso de drones para sistemas agroproductivos de caña de azúcar'. Avance de tesis doctoral sobre uso de sensores para diagnóstico.

Agosto 28

- Avances en propuesta de la capacitación GNSS.
- Resultados de ensayos de uso de red RTK para gestión de cosecha mecanizada. Ingenio Providencia. Parte II
- Resultados de ensayos de uso de red GPS-RTK en cosecha mecanizada de caña de azúcar en ingenio Manuelita. Parte II.
- Pruebas de monitoreo de acumulación térmica a partir de imágenes satelitales.
- Avances en análisis de datos satelitales utilizando la plataforma *Google Earth Engine* (GEE).
- Propuesta de esquema de trabajo Cenicaña-Comité AP - vigencia 2019 – 2021.
- Priorización de propuestas de investigación grupo de Geomática - vigencia 2019 – 2021

Noviembre 19

- Resultados de ensayos de uso de red GPS-RTK en cosecha mecanizada de caña de azúcar en ingenio Manuelita. Parte II
- Avances de resultados en segmentación de imágenes aerotransportadas.
- Resultados de validación de uso de la plataforma GEE para monitoreo de salivazo.
- Prototipo de cámara de fenotipado.
- Informe de visita técnica AP cosecha mecanizada, Estado de Sao Paulo - Brasil.

Comité de Transferencia de Tecnología

Junio 27

- Informe del Director General de Cenicaña.
- Avances en transferencia de tecnología.
- Estado actual de diagnósticos y variedades.

Diciembre 18

- Informe del Director General de Cenicaña
- Avances en transferencia de tecnología
- Taller sobre estrategias para la adopción de tecnologías.

Continuación. Comités de investigación en 2019.

Comité de Maduración

Marzo 14

- Informe del Director General de Cenicaña.
- Clima y pronósticos climáticos.
- Productividad de la agroindustria de la caña.
- Resultados y aspectos de diferentes experimentos en Cenicaña.
- Comportamiento de la maduración por ingenio y balance del sector año 2019.

Junio 26

- Informe del Director General de Cenicaña.
- Clima y pronósticos climáticos.
- Productividad de la agroindustria de la caña.
- Resultados y aspectos de diferentes experimentos en Cenicaña.
- Proyecto Fortalecimiento del Sector Aeronáutico del Valle del Cauca.
- Actualización y adelantos sobre el tema legal del uso de drones para la aplicación en cultivos.

Octubre 16

- Informe del Director General de Cenicaña.
- Clima y pronósticos climáticos.
- Productividad de la agroindustria de la caña.
- Resultados y aspectos de diferentes experimentos en Cenicaña.
- Dosis de maduradores que se vienen aplicando en el sector frente a las dosis definidas en los empaques del producto y permitidas por el ICA.

Diciembre 18

- Informe del Director General de Cenicaña. Clima y pronósticos climáticos.
- Productividad de la agroindustria de la caña.
- Resultados y aspectos de diferentes experimentos en Cenicaña.
- Panorama y continuidad del programa de ultralivianos en caña de azúcar.



COMITÉS DE
INVESTIGACIÓN



II. Participación del personal en actividades de intercambio, capacitación y actualización profesional en 2019

Evento / Entidad organizadora / Lugar	Fecha	Participante
HandyStep Touch. Metodología de limpieza, correcto manejo de Transferpette S (Teórico-práctica) Incluye verificación por PLT unit. Mediciones volumétricas en material de vidrio volumétrico (Teórica). / Brand / Cali, Colombia	Septiembre 27	S. Posso, E. Benavides, L. Echeverry, R. Betancourt, B. Múnera, S. Mercado, K. Gutierrez
Mantenimiento de molinos de masa en la industria sucronergética. / Sena – Asocaña / Florida, Colombia	Septiembre 17 – Octubre 15	W. Ojeda
Pactos por el Crecimiento y la Generación de Empleo / Gobierno Nacional / Bogotá, Colombia	Agosto	F. Garcés
Fortalecimiento de capacidades para la transferencia de tecnología a grupos de interés. / Sena – Asocaña / Florida, Colombia	Noviembre 1	J. Lucuara, T. Daza, J. Rodríguez, S. Pereddo, A. Ospina, J. Calpa
Conceptos de ensayos de aptitud. / Fraso Alliance / Medellín, Colombia.	Nov 12 - 14	S. Pereddo
Identificación de retos y oportunidades en el entorno de la industria 4.0. / Sena – Asocaña / Florida, Colombia	Septiembre 5 – noviembre 14	J. Calpa
Congreso ISSCT 2019. / ISSCT / Tucuman, Argentina.	Septiembre 2 - 5	N. Gil, J. Lucuara, F. Salazar, F. Garcés, F. MUñoz
XXII Agroexpo 2019 / Corferias / Bogotá, Colombia	Julio 11 - 21	F. Garcés.
Post Congreso ISSCT 2019 / ISSCT / Tucuman, Argentina	Septiembre 6 - 8	J. Lucuara
Fortalecimiento de capacidades para la transferencia de tecnología a grupos de interés. / Sena – Asocaña / Florida, Colombia	Noviembre 1 - 29	L. Jiménez, M. Rondón, S. Guzmán, M. Pizarro.
Seminario Internacional Recurso Hídrico / Tecnicaña / Cali, Colombia	Junio 12 - 13	F. Villegas, S. Alarcón, J. Carbonell, E. Hincapié, C. Mendoza, F. Hoyos
Desarrollo de prácticas innovadoras que impactan la productividad y competitividad en el marco de la cuarta revolución / Sena – Asocaña / Cali, Colombia	Octubre 3 – Noviembre 14	M. Rodríguez
AGRO-RETO Cultivando país (panelista) Asamblea XXVII de la CCI / Corporación Colombia Internacional / Bogotá, Colombia	Junio 19	J. Carbonell
Seminario: Hacia una Gestión Sostenible del Agua en América Latina y El Caribe. / Unesco / Lima, Perú.	Agosto 5 - 6	E. Hincapié
Curso sobre modelación hidrogeológica / Cenicaña – CVC / Cali, Colombia	Septiembre 30 – octubre 4	E. Hincapié, F. Hoyos, M. Castro, C. Mendoza, D. Cruz, M. Arredondo
La caña, su impacto en el mejoramiento del suelo y uso eficiente del agua / Procaña / Cali, Colombia	Octubre 24	E. Hincapié
Cumbre de Sostenibilidad / Asocaña / Cali, Colombia	Octubre 28	E. Hincapié
Bioexpo 2019 / Ministerio de Agricultura / Cali, Colombia	Octubre 17 - 20	F. Hoyos, B. Rivera, L. Rivera, M. Rodríguez.
ASABE International Meeting 2019 / Boston, EE.UU.	Julio 6 - 11	C. Mendoza
39 Congreso Agropecuario Nacional / SAC / Bogotá, Colombia	Noviembre 6 - 7	F. Garcés

Continúa

Continuación. Participación del personal en actividades de intercambio, capacitación y actualización profesional en 2019.

Evento / Entidad organizadora / Lugar	Fecha	Participante
Seguros agropecuarios para el sector azucarero / Asocaña – Finagro / Bogotá, Colombia	Septiembre 24	C. Mendoza, A. Peña
Mapeo digital de suelos / Sena – Asocaña / Florida, Colombia	Octubre 4 – noviembre 15	C. Mendoza, F. Muñoz, G. Segura
Taller de evaluación visual de corrientes de agua / TNC - Asobolo - Fundación Agua por la Vida y la Sostenibilidad / Palmira, Colombia	Febrero 19 - 21	F. Hoyos
Proceso de formulación del Plan de Manejo Ambiental de Acuífero Valle del Cauca / CVC / Cali		F. Hoyos
Presentación de resultados de la estimación del uso de nitrógeno en cultivos en Colombia / CIAT / Bogotá, Colombia.	Marzo 14	F. Muñoz
Land Grant University Colombian Consortium meeting / Icesi / Cali, Colombia	Junio 6 - 7	F. Muñoz
Vamos al Campo / Procaña	Agosto 22	F. Muñoz, M. Castro
Grow / Ealham Institute / Leticia, Colombia	Noviembre 23 - 27	F. Muñoz
Estancia en el Departamento de Ciencias de la Horticultura de la Universidad de Minnesota / EE. UU.	Junio 14 – diciembre 30	J. Roa
Evaluar el sistema de pesaje de experimentos con vagón / Cincae, Guayaquil, Ecuador.	Octubre 14 - 18	E. Muñoz
primer foro Colombia Rural Revista Semana / Esri Colombia / Bogotá, Colombia	Octubre 30	M. Castro
Gira técnica John Deere Agricultura de Precisión / John Deere / Argentina.	Noviembre 3 - 7	M. Castro
Conferencia en el Congreso Colombiano de Ingenieros Agrónomos / Universidad del Magdalena / Santa Marta, Colombia.	Noviembre 18 - 22	M. Castro
Workshop de Google Earth Engine / San Francisco, EE. UU.	Septiembre 14 - 20	M. Soto
Curso de flujo de energía y gases en sistemas agrícolas / Agrosavia / Mosquera, Colombia	Julio 17 - 19	Peña
Evento anual de la Sociedad de Agrónomos de los Estados Unidos (ASA) / ASA / Texas, EE.UU.	Noviembre 9 - 14	Peña, H. Chica.
Encuentro Internacional de Comunicación y Divulgación de las Ciencias / Alcaldía de Bogotá / Bogotá, Colombia	Agosto 21 - 23	M. Rodríguez, A. Campiño
Reunión Anual Consortia / Consortia / Cartagena, Colombia	Noviembre 6 - 8	Arenas
II Congreso Internacional de Bibliotecas Académicas y Especializadas / Cobaes / Medellín, Colombia.	Agosto 6 - 9	D. Posada
52 Congreso de seguridad, salud y ambiente / Consejo Colombiano de Seguridad (CCS) / Bogotá, Colombia	Julio 26 - 28	M. Zuluaga
Nueva y Obligatoria Regulación sobre Riesgos Psicosociales en el Trabajo / Practica / Cali, Colombia	Octubre 2	M. Zuluaga
XII Congreso Internacional de riesgos laborales del Sur Occidente Colombiano Criesol 2019 / Corporación para la Gestión en Salud, Seguridad y Prevención de Riesgos / Cali, Colombia.	Noviembre 28 - 30	M. Zuluaga
Andicom Congreso Internacional de TIC 2019 / Cintel / Cartagena, Colombia.	Septiembre 4 - 6	J. Caicedo, J. Celades
Actualización ISO IEC 17025 – 2017 / Icontec / Cali, Colombia	Marzo 19	M. Diago, C. Vente

III. Convenios y acuerdos de cooperación suscritos en 2019.

Centro Internacional de Agricultura Tropical (Ciat). Febrero. Carta de entendimiento para cooperación internacional relacionada con la promoción de intercambios internacionales encaminados a actividades de investigación y desarrollo profesional; organización de simposios, conferencias, cursos, talleres y reuniones de interés mutuo; realización de investigación conjunta y desarrollo tecnológico; e intercambio de información relacionada con los avances en el desarrollo de las investigaciones.

Universidad de Nottingham. Febrero. Acuerdo de colaboración académica.

Universidad del Tolima. Marzo. Convenio de cooperación para el desarrollo de prácticas académicas, pasantías o servicio social.

ADDGENE. Marzo. Acuerdo de transferencia de material.

Universidad de la Amazonía. Abril. Acuerdo de entrega de material vegetal de caña de azúcar, mediante el cual Cenicaña autoriza a la universidad al uso, para fines de propagación y/o multiplicación en el sector productivo panelero del departamento del Caquetá, del material biológico de su propiedad, consistente en las variedades de caña CC 01-1940, CC 93-7711, CC 97-7170 y CC 93-4181.

Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca (CVC). Mayo. Convenio para aunar esfuerzos y recursos técnicos y económicos para realizar la zonificación del humedal Platanares y un tramo de los ríos Bolo, Fraile, Párraga, Guabas y Guachal.

Servicio Nacional de Aprendizaje (Sena). Junio. Convenio de cooperación para fomentar dentro de los programas de formación agrícola la investigación científica que aporte así, al incremento de la calidad de los programas de formación profesional integral.

Universidad Tecnológica de Pereira. Junio. Convenio marco de cooperación recíproca orientada a la promoción conjunta de proyectos y realización de los propósitos que le sean comunes y de interés en los campos académico, de investigación, extensión, proyección comunitaria, cultural, ambiental, científico y tecnológico.

UPL Colombia S.A.S. Julio. Convenio de colaboración para determinar la viabilidad del producto REON para mejorar la eficiencia del uso del agua en el cultivo de la caña en el valle del río Cauca.

Ingenio del Occidente S.A.S. Julio. Contrato para evaluación de variedades de caña de azúcar.

Federación Nacional de Productores de Panela (Fedepanela). Agosto. Convenio marco de cooperación interinstitucional para desarrollar actividades conjuntas orientadas a la Investigación, la extensión, la innovación, la gestión y la transferencia de tecnologías.

Universidad Complutense de Madrid. Octubre. Contrato para realizar investigación sobre zonificación del humedal Platanares y un tramo de los ríos Bolo, Fraile, Párraga, Guabas y Guachal (Colombia), basada en la relación entre agua superficial y subterránea de variabilidad climática.

Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Agrosavia). Octubre. Acuerdo de entrega de materiales vegetales para fines investigativos de aprovechamiento de la caña en el sector panelero.

Universidad Santiago de Cali. Noviembre. Convenio marco para la realización de prácticas y pasantías pedagógicas.

IV. Fomento a la formación profesional en convenios de cooperación en 2019.

Cenicaña apoyó la formación profesional de estudiantes gracias a convenios de cooperación.

Proyecto	Estudiante / estudios en curso	Entidad auspiciadora
Representación espacial de las formas de carbono y propiedades edáficas determinantes para la gestión sostenible del suelo en el sistema de cultivo de la caña de azúcar en el alle del río Cauca.	Milton César Ararat / Postdoctorado	Colciencias
Análisis de riesgo de plagas y enfermedades emergentes en el cultivo de caña de azúcar en Colombia bajo condiciones ambientales actuales y asociadas al cambio climático.	Joaquín Guillermo Ramírez / Postdoctorado	Colciencias

V. Registros de derechos de obtentor de variedades y patentes en 2019.

Ante el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) actualmente Cenicaña tiene 22 variedades de caña de azúcar con derechos de obtentor.

En el 2018 se presentaron diez solicitudes de registro para las siguientes variedades:

CC 00-3257	CC 09-535
CC 01-746	CC 09-874
CC 05-231	CC 10-450
CC 05-430	CC 11-600
CC 09-066	CC 91-1606

Patente de invención

La Superintendencia de Industria y Comercio mediante la resolución No. 5088 del 8 de abril de 2019 otorgó a Cenicaña la patente de invención para el Mecanismo para corte de caña de azúcar cosechada manualmente adaptable a brazo de alzadora de caña, con una vigencia desde diciembre 15 de 2016 hasta el 15 de diciembre de 2036.

El grupo de Inventores esta conformado por: Juan Camilo Chávez Bolaños, Efraín Camilo Muñoz Montenegro, Adolfo León Gómez Perlaza, Camilo Humberto Isaacs Echeverry y Alejandro Estrada Bedón.

VI. Capital humano en 2019.

El Centro contó durante el 2019 con **255** colaboradores para el desarrollo de los proyectos de investigación, así: **99** personas de nivel profesional, de los cuales 2 de ellos con Postdoctorado, 16 con doctorado, 20 con maestría, 61 con pregrado; **50** personas de apoyo en investigación y servicios, **77** trabajadores de campo, y **8** aprendices del Sena. En trabajo de grado y pasantía estuvieron **21** estudiantes de distintas disciplinas.

Durante el año 2019 se presentaron varios retiros de personal por motivo de pensión, de los cuales 3 pertenecían al personal profesional, 2 al personal de apoyo en investigación y servicios y 2 al personal de campo.

Dentro del grupo de profesionales que se retiraron por pensión se encuentran:

Alvaro Amaya Estévez, quien fuera el Director General por 19 años. Su retiro se llevó a cabo a partir del 30 de junio, y fue designado como su sucesor el Dr. Freddy Fernando Garcés Obando, ingeniero agrónomo Ph.D, Director del Programa de Variedades.

En el mes de diciembre se retiraron Javier Alí Carbonell González, Director del Programa de Agronomía, y Adolfo León Gómez Perlaza, asesor en Procesos Mecánicos, quienes estuvieron vinculados a Cenicaña por más de dos décadas.

Como nuevo Director del Programa de Agronomía fue designado a partir del mes de octubre, el doctor Miguel Ángel López Murcia, ingeniero Agrónomo Ph.D.

VII. Personal profesional (al 31 de diciembre de 2019).

Dirección General

Freddy Fernando Garcés Obando. Director General.
Ingeniero Agrónomo, Ph.D.

Dirección Administrativa

Einar Anderson Acuña. Director Administrativo.
Ingeniero Industrial.

Karen Bolaños Botello. Contadora. Contadora Pública.

Andrea Patricia Castro Rebellón. Contadora
Asistente. Contadora Pública.

Paola Andrea Sarria Acosta, Contadora Asistente.
Contadora Pública.

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

Maria Fernanda Zuluaga Mantilla. Coordinadora
Sistema de Gestión y Seguridad en el Trabajo.
Administradora de Empresas. M.Sc.

Programa de Variedades

Freddy Fernando Garcés Obando. Director Programa
de Variedades (e). Ingeniero Agrónomo, Ph.D

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

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

Luis Orlando López Zuñiga. Fitomejorador. Ingeniero
Agrónomo, Ph.D.

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

Gershon Darío Ramírez Sánchez. Entomólogo.
Ingeniero Agrónomo.

Leonardo Fabio Rivera Pedroza. Entomólogo.
Biólogo, Ph.D.

Alejandro Hipólito Pabón Valverde. Entomólogo.
Ingeniero Agrónomo, Ph.D.

Yarley Ximena Granobles Parra. Ingeniera
Agrónoma. Ingeniera Agrónoma.

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

Elia Andrea Rincón. Microbióloga Agrícola.
Ingeniera Agrónoma, M.Sc.

Leidy Diana Donneys Velasco. Coordinadora
Laboratorio Diagnóstico Enfermedades, Bacterióloga.

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

John Jaime Riascos Arcos. Biotecnólogo. Biólogo,
Postdoctorado.

Hugo Arley Jaimes Quiñónez. Biotecnólogo. Biólogo.

Claudia Marcela Franco Arango. Bióloga. Bióloga.

Claudia Echeverri Rubiano. Bióloga. Bióloga.

Rocio del Pilar Barrios Méndez. Bióloga. Bióloga.

Isabel Cristina Ocampo Quiceno. Asistente de
investigación, Bióloga.

Elia Torres Bedoya, Asistente de investigación.
Bacterióloga.

Sandra Lorena Zapata Martínez. Investigador
temporal. Ingeniera Agrónoma.

Manuel Alexander Quintero Muñoz. Investigador
temporal. Ingeniero Agrónomo.

Melissa Montoya Arbeláez. Investigador temporal.

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

Miguel Ángel Cagüañas Parra, Ingeniero Agrónomo.
Ingeniero Agrónomo.

Programa de Agronomía

Javier Alí Carbonell González. Director Programa de
Agronomía. Ingeniero Agrícola, M.Sc.

Miguel Ángel López Murcia. Nuevo Director Programa
de Agronomía. Ingeniero Agrónomo, Ph.D.

Christian José Mendoza Castiblanco. Ingeniero de
Suelos y Aguas. Ingeniero Agrícola, Ph.D.

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

Doris Micaela Cruz Bermudez. Ingeniera de Suelos y
Aguas. Ingeniera Agrícola.

Fanny Hoyos Villada. Ingeniera Agrícola, Ingeniera
Agrícola.

Continúa

Continuación. Personal profesional (al 31 de diciembre de 2019).

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

Milton César Ararat Orozco. Asistente de investigación. Ingeniero Agrónomo, Ph.D.

Jenniffer Roa Lozano. Asistente de investigación. Bióloga, M.Sc.

Luis Fernando Gómez Gil. Fisiólogo. Ingeniero Agrónomo, Ph.D.

Jorge Luis Narváez Tobón. Investigador temporal. Ingeniero Agrónomo.

Aura Mercedes Cepeda Quevedo. Investigador temporal. Ingeniera Agrónoma.

Andrés Javier Peña Quiñones. Meteorólogo. Ingeniero Agrónomo, Ph.D.

Mauricio Castro Franco. Investigador Agricultura de Precisión. Ingeniero Agrónomo, Posdoctorado.

Michael Andrés Arredondo Mendoza. Ingeniero Topógrafo. Ingeniero Topográfico.

Juan Manuel Valencia Correa. Analista Sistemas Información Geográfica. Ingeniero Topográfico.

Mario Andrés Soto Valencia, Topógrafo. Ingeniero Topográfico.

Alejandro Estrada Bedón. Ingeniero de Logística, CATE. Ingeniero Agroindustrial, M.Sc.

Efraín Camilo Muñoz Montenegro. Ingeniero Mecánico Cosecha. Ingeniero Mecánico.

Programa de Procesos de Fábrica

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

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

Sara del Carmen Pereddo Vidal. Química. Química.

Kimberly Gutiérrez Castellanos. Química. Química.

Sylvana Posso Hernández. Química. Química.

José Sebastián Soto Girón. Químico. Químico.

Esteban Omar Benavides Hidalgo. Químico. Químico.

Sebastian Mercado Guerrero. Químico. Químico.

Juan Gabriel Rodríguez Sarasty. Ingeniero Químico. Ingeniero Químico.

David Palacios García. Ingeniero Químico. Ingeniero Químico.

Joan Sebastian Luna Martínez. Ingeniero Químico. Ingeniero Químico

Andrea Agudelo Cifuentes. Ingeniera Química. Ingeniera Química.

Lina Marcela Arévalo Hurtado. Ingeniera Química. Ingeniera Química.

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

Gloria Carolina Prieto Correal. Microbióloga. Microbióloga Industrial.

Juanita Sierra Becerra. Microbióloga. Microbióloga Industrial.

Juan Sebastian Saltaren Bouzas. Ingeniero Mecánico. Ingeniero Mecánico, M.Sc.

Andrés Felipe Ospina Patiño. Ingeniero Mecánico. Ingeniero Mecánico

Julian Esteban Lucuara Medina. Ingeniero Mecánico. Ingeniero Mecánico.

Julian David Montes Posso. Ingeniero Mecánico. Ingeniero Mecánico.

William Alexander Ojeda Muñoz. Ingeniero Mecánico. Ingeniero Mecánico.

Juan Manuel Armero Viveros. Ingeniero Electrónico. Ingeniero Electrónico, M.Sc.

Julio Antonio Calpa Pantoja. Ingeniero Electrónico. Ingeniero Electrónico.

Jhon Tierradentro Muñoz. Ingeniero Electrónico. Ingeniero Electrónico.

Bryan Esteban Munera Castañeda. Ingeniero Ambiental. Ingeniero Sanitario y Ambiental.

Continúa

Continuación. Personal profesional (al 31 de diciembre de 2019).

Servicio de Análisis Económico y Estadístico

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

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

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

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

Servicio de Cooperación Técnica y Transferencia de Tecnología

Fernando Villegas Trujillo. Jefe SCTT. Ingeniero Agrícola, M.Sc.

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 Grupos Transferencia de Tecnología. Ingeniera Agrónoma.

María Claudia Pizarro Esguerra. Ingeniera Agrónoma. Ingeniera Agrónoma.

Liliana Jiménez Lozano. Ingeniera Agrónoma Grupos Transferencia de Tecnología. Ingeniera Agrónoma.

Sandra Lorena Alarcón Muriel. Ingeniera Agrícola. Ingeniera Agrícola.

Melissa Rondon Arango, Ingeniera Agrónoma. Ingeniera Agrónoma.

Andrea Carolina Campiño Blanco. Diseñadora. Diseñadora de Comunicación Visual.

Servicio de Tecnología Informática

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

José Luis Rivas Viedman. Ingeniero de Sistemas. Ingeniero de Sistemas, M.Sc.

Harold Alexander Gallardo Muñoz. Ingeniero de Sistemas. Ingeniero de Sistemas.

William Berrio Martínez. Ingeniero de Sistemas. Ingeniero de Sistemas.

Cristian Iván Rojas Valencia, Ingeniero de Sistemas. Ingeniero de Sistemas.

Julián Eduardo Antia Castaño. Ingeniero de Redes y Telecomunicaciones. Ingeniero Electrónico y Telecomunicaciones.

Mauricio Peña Parra. Ingeniero de Redes. Ingeniero Electrónico.

Servicio de Información y Documentación

Adriana Arenas Calderón. Jefe Servicio Información y Documentación. Bibliotecóloga, M.Sc.

Diana Marcela Posada Zapata. Biblioteca Digital. Bibliotecóloga.

Superintendencia de la Estación Experimental

Luis Eduardo González Buriticá. Superintendente. Ingeniero Agrícola, M.Sc.

Referencias

- Zhang J, Zhang X, Tang H, Zhang Q, Hua X, Ma X, Zhu F, Jones T, Zhu X, Bowers J, Wai CM, et al. 2018. Allele-defined genome of the autopolyploid sugarcane *Saccharum spontaneum* L. *Nature genetics*. Nov;50(11):1565.
- Jan Lewandrowski, Jeffrey Rosenfeld, Diana Pape, Tommy Hendrickson, Kirsten Jaglo & Katrin Moffroid (2019) The greenhouse gas benefits of corn ethanol – assessing recent evidence, *Biofuels*, DOI: 10.1080/17597269.2018.1546488

Acrónimos, siglas y abreviaturas

Instituciones y grupos

Agrosavia: Corporación colombiana de investigación agropecuaria

AOAC: Association of Official Analytical Chemists
Calidris: Asociación para el Estudio y la Conservación de las Aves en Colombia

CIAT: Centro de Investigación de Agricultura Tropical

Cipav: Centro de Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria

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

COLCIENCIAS: Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación

EESA: Estación Experimental San Antonio

GTT: Grupos de Transferencia de Tecnología

FDA: Food and Drug Administration
Fedepanela: Federación Nacional de Productores De Panela

ICA: Instituto Colombiano Agropecuario

Icumsa: International Commission for Uniform Methods of Sugar Analysis

ISSCT: International Society of Sugar Cane Technologist

JGI: Joint Genome Institute

ONI: Índice Oceánico de El Niño

NAO: Oscilación del Atlántico Norte

PDO: Oscilación Decadal del Pacífico

SENA: Servicio Nacional de Aprendizaje

SIN: Sistema Interconectado Nacional

Umata: Unidades Municipales de Asistencia Técnica

Variedades de caña de azúcar

CC: Cenicaña Colombia

PR: Puerto Rico

RB: República de Brasil

MZC: Mayagüez

SP: Sao Paulo

V: Venezuela

Varios

AEPS: Agricultura específica por sitio

BH: Balance hídrico

Bt: *Bacillus thuringiensis*

CEa: Conductividad eléctrica aparente

EACD: Etanol anhidro combustible desnaturalizado

GJ: Gigajoule

GSSI: Geophysical Survey Systems, Inc

SAM: Selección Asistida por Marcadores Moleculares

PEA: Pruebas de Eficacia Agronómica

RAC: Residuo agrícola de cosecha

RTK: *Real Time Kinematic*, RTK (navegación cinética satelital en tiempo real)

SNP: *Single Nucleotide Polymorphism* (marcadores polimorfismo de un solo nucleótido)

SWAT: *Soil and Water Assessment Tool*

Z.A.: Zona agroecológica

Publicación Cenicaña

Comité editorial

Adriana Arenas Calderón
Fernando Villegas Trujillo
Javier Alí Carbonell González
Miguel Ángel López
Freddy Fernando Garcés
Nicolás Javier Gil Zapata
Victoria Eugenia Carrillo Camacho
Margarita María Rodríguez

Producción editorial

Servicio de Cooperación Técnica y Transferencia de Tecnología

Coordinación editorial

Margarita María Rodríguez

Diagramación

Alcira Arias Villegas

Carátula

Andrea Campiño Blanco

Fotografías

Natalia Fernanda Alarcón Pulstar: 19
Andrea Campiño Blanco: 28 - 53 - 62 - 83
Julio Durán: 8 - 10 - 12 - 14 - 16 - 30 - 46 - 52 - 64 - 74 - 75 - 76 - 82 - 83 - 88
Melissa Rondón: 18
María Claudia Pizarro: 49 - 55 - 57
Bryan Múnera: 29
Banco de imágenes: 32 - 33 - 37 - 38 - 42 - 45 - 54 - 55 - 57 - 60 - 77 - 79 - 80 - 86
Cortesía Ingenio Manuelita: foto contraportada, arriba

Preprensa e impresión

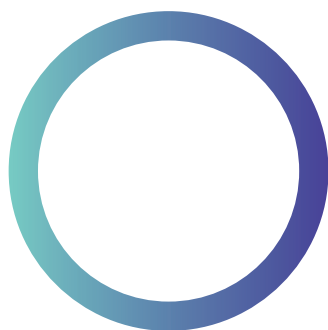
Se terminó de imprimir el 2 de marzo de 2020
en Ingeniería Gráfica S.A. (Cali, Colombia)

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



PUBLICIDAD EXIGIDA POR:
Servicios Postales Nacionales S.A.



www.cenicana.org



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



Tarifa Postal Reducida Servicios Postales Nacional S.A
No 2019-130.4-72, vence 31 de dic. 2020