

Ognos
1977-2017





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

Informe Anual 2017 / Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia. CENICAÑA.

- Cali: Cenicaña, 2018.

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. Agronomía. 9. Procesos de Fábrica. 10. Servicio de Análisis Económico y Estadístico. 11. Servicio de Cooperación Técnica y Transferencia de Tecnología.
- 12. Servicio de Tecnología Informática. 13. Servicio de Información y Documentación.
- 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.





## Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia

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.

### 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.

## 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.

#### Junta Directiva 2017 - 2018

César Augusto Arango Isaza **Presidente** 

> Einar Anderson Acuña Secretario

Principales	Suplentes
Juan José Lülle Suárez	Gonzalo Antonio Ortiz Aristizábal
Representante	Presidente
Incauca S.A.	Incauca S.A.
<b>Djalma Teixeira De Lima Filho</b>	<b>Gustavo Adolfo Barona Torres</b>
Presidente	Gerente AgroRiocas
Riopaila-Castilla S.A.	Riopaila-Castilla S.A.
Mauricio Iragorri Rizo	Julio Alberto Bernal Ramírez
Gerente general	Asistente Gerencia General
Ingenio Mayagüez S.A.	Ingenio Mayagüez S.A.
Rodrigo Alberto Belalcázar Hernández Gerente general Manuelita S.A.	<b>Paula Tatiana Uribe Jaramillo</b> Gerente de Campo Manuelita S.A.
Germán Jaramillo Villegas	Camilo Arturo Jaramillo Marulanda
Asesor directivo	Gerente general
Ingenio La Cabaña S.A.	Ingenio María Luisa S.A.
Andrés Rebolledo Cobo	<b>Jaime Vargas López</b>
Gerente general	Gerente general
Ingenio Pichichí S.A.	Ingenio Carmelita S.A.
<b>César Augusto Arango Isaza</b>	Vicente Borrero Calero
Gerente general	Gerente general
Ingenio Risaralda S.A.	Ingenio Providencia S.A.
Juan Carlos Mira Pontón	Claudia Ximena Calero Cifuentes
Presidente	Directora Gestión Social y Ambiental
Asocaña	Asocaña
Rodrigo Villegas Tascón	<b>Bernardo Silva Castro</b>
Representante de los cultivadores	Representante de los cultivadores
afiliados a Asocaña	afiliados a Asocaña
Carlos Hernando Molina Durán	Carlos Hernando Azcárate Tascón
Presidente Junta Directiva	Representante Junta Directiva
Procaña	Procaña
<b>Guido Mauricio López Ochoa</b>	<b>Juan Manuel Salcedo Cabal</b>
Representante Junta Directiva	Vicepresidente Junta Directiva
Procaña	Procaña
Santiago Fernández Vallejo	Humberto Emilio Ramírez Arango
Azucari	Azucari

#### Comité de la Junta

Comité de Programas

Presidente

Jaime Vargas López

Gerente general
Ingenio Carmelita S.A.

#### Comités de Investigación

#### Comité de Campo

Presidente

#### Paula Tatiana Uribe Jaramillo

Gerente de Campo Manuelita S.A.

#### Comité de Cosecha

Presidente

#### Álvaro Gómez González

Gerente de Campo Ingenio Pichichí S.A.

#### Comité de Fábrica

Presidente

#### **Diego Cuadros Riascos**

Director Operación y Mantenimiento Ingenio Providencia S.A.

#### Personal directivo Cenicaña 2017

#### Álvaro Amaya Estévez

Director general

#### Einar Anderson Acuña

Director administrativo

#### Fredy Fernando Garcés Obando

Director

Programa de Variedades

#### Jorge Ignacio Victoria Kafure

Asesor

Programa de Variedades

#### Javier Alí Carbonell González

Director

Programa de Agronomía

#### Nicolás Javier Gil Zapata

Director

Programa de Procesos de Fábrica

#### Einar Anderson Acuña

Jefe encargado

Servicio de Análisis Económico y Estadístico

#### Camilo H. Isaacs Echeverri

Jefe

Servicio de Cooperación Técnica y Transferencia de Tecnología

#### Jaime Hernán Caicedo Ángel

Jefe

Servicio de Tecnología Informática

#### Adriana Arenas Calderón

Jefe

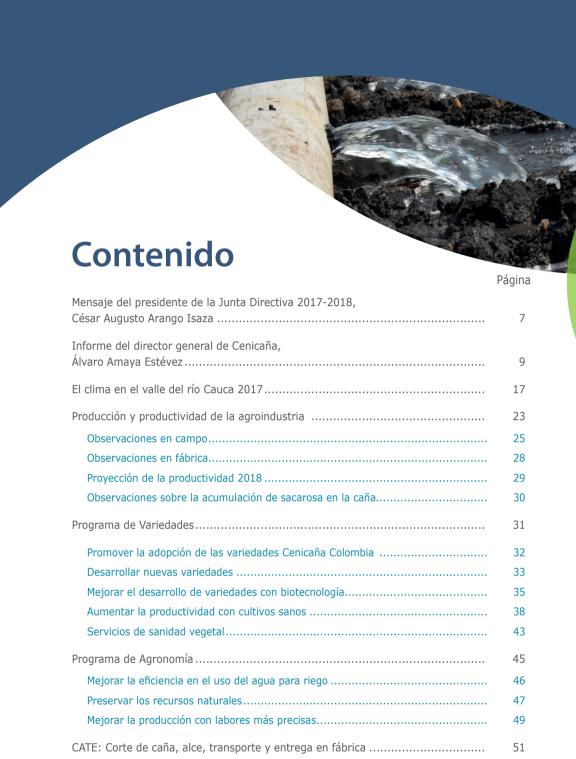
Servicio de Información y Documentación

#### Luis Eduardo González Buriticá

Superintendente

Superintendencia de la Estación Experimental





Mejorar la eficiencia en la cosecha y el transporte de caña.....

Innovar con tecnologías de menor impacto ambiental .....

52

53

	Pagina
Programa de Procesos de Fábrica	55
Mejorar la eficiencia en la producción de azúcar	56
Mejorar la eficiencia en la cogeneración de energía	59
Mejorar la eficiencia en la producción de etanol	59
Innovar para la diversificación	60
Implementar acciones que contribuyan a la sostenibilidad	61
Servicios de laboratorio	62
Servicio de Análisis Económico y Estadístico	63
Buscar alternativas para una agroindustria más competitiva	64
Analizar condiciones para mejorar la productividad y la rentabilidad	65
Apoyar con información las decisiones de la agroindustria y	
la investigación científica	69
Servicio de Cooperación Técnica y Transferencia de Tecnología	71
Conocer el mercado para promover la innovación tecnológica	72
Impulsar la adopción de prácticas sostenibles	74
Validar con cultivadores e ingenios las ventajas del enfoque AEPS	75
Divulgar para promover la innovación	78
Servicio de Tecnología Informática	81
Garantizar la calidad de los datos de las redes de la agroindustria	82
Desarrollar nuevas herramientas para ser más sostenibles y eficientes	83
Servicio de Información y Documentación de la Caña de Azúcar	84
Ofrecer información actualizada a la agroindustria	85
Proteger la producción intelectual de la agroindustria	85
Anexo	87
Apéndice	103
Referencias	114
Acrónimos, siglas y abreviaturas	115





## Cenicaña: una fortaleza y una oportunidad para el clúster del azúcar

César Augusto Arango Isaza

El 2017 dejó no pocos sinsabores y muchas inquietudes, producto de la desaceleración de la economía y factores climáticos adversos que impactaron la sacarosa en forma drástica desde marzo de 2016.

No obstante, la productividad en toneladas de caña por hectárea se incrementó de forma sustancial y dejó un inventario de caña que prolongó las edades de corte a más de 15 meses en promedio. Esta situación ha sido explicada en detalle por Cenicaña que, además, ha planteado recomendaciones de orden técnico para atenuar los efectos negativos en el clúster.

El Centro de Investigación tiene un paquete de buenas prácticas con el objetivo de mejorar la competitividad del sector agroindustrial de la caña, y es de suma prioridad su adopción para coadyuvar al fortalecimiento operacional en campo, cosecha y fábrica, y así enfrentar la inestabilidad de los precios logrando costos razonables que permitan competir en un mercado globalizado.

Por supuesto, es necesario seguir investigando, haciendo énfasis en variedades de

mejor sacarosa, que es la base estratégica del negocio del azúcar y sus derivados; pero con los actuales costos de la caña como materia prima no será fácil aumentar la presencia en el mercado nacional e internacional. Hoy los competidores de las grandes ligas actúan con firmeza en estos escenarios. Es una realidad que no se puede ignorar; al contrario, debe llamar a la acción y a la búsqueda de alternativas para contrarrestar los efectos de la baja sacarosa y del alto tonelaje en los resultados económicos de la agroindustria el último año.

Es fundamental mejorar la eficiencia en todas las actividades relacionadas con el campo; revisar con diligencia los procesos de cosecha y fábrica e investigar en tecnologías rentables para lograr la excelencia operacional.

El negocio del azúcar se basa en costos eficientes y, en ese contexto, Cenicaña es una fortaleza para apoyar a los actores del clúster de forma integral. Sus lineamientos de corto, mediano y largo plazo fueron diseñados para contribuir a un clúster de la caña competitivo y rentable.

El Centro de Investigación también es una oportunidad para incursionar en nuevos proyectos de diversificación, para profundizar en la generación de energía y en la producción de etanol y sus derivados, incluida la sucroquímica en el mediano-largo plazo.

Cenicaña, en sus 40 años, siempre con el aval y participación de los ingenios y cultivadores de caña del país, ha hecho importantes aportes a la productividad y la sostenibilidad de la agroindustria. Se ha consolidado como un punto de convergencia de todos los actores de la cadena y ha sido ejemplo de un trabajo en equipo que se traduce en desarrollo para Colombia y el mundo.

Hoy la meta principal es darle continuidad a la investigación que realizamos desde hace cuatro décadas. De acuerdo con Cenicaña, por cada peso invertido en el Centro de Investigación en el periodo 2004-2010 el sector ha tenido una utilidad de 2.81 pesos por las variedades CC cosechadas en ese lapso. Lo anterior significa que la inversión de ingenios y cultivadores retornó con creces y que podemos seguir creciendo juntos.

#### César Augusto Arango Isaza

Presidente de la Junta Directiva de Cenicaña





# Cenicaña: 40 años haciendo ciencia para el progreso

Álvaro Amaya Estévez

En este informe resalto, en primera instancia, el compromiso de la agroindustria colombiana de la caña en la fundación, financiación y desarrollo de un Centro de Investigación para la producción de caña, su proceso industrial y la sostenibilidad de la industria y la región.

Posteriormente destaco los resultados de productividad del sector y los factores que más la impactaron en el año, así como los avances de investigación y transferencia de tecnología logrados en el 2017.

## Un esfuerzo conjunto que cumple cuatro décadas

En 1977 la agroindustria creó a Cenicaña para proyectar su sostenibilidad y competitividad. Hoy, 40 años después, los resultados obtenidos por el Centro, con la participación de ingenios y cultivadores, ofrecen beneficios tangibles para el sector y su entorno, y es modelo para otras agroindustrias de Colombia y el mundo.

El éxito de este modelo se fundamenta en la inversión que voluntariamente hacen ingenios y cultivadores. Sin embargo, el compromiso ha ido más allá de lo financiero. Se complementa con la integración de ingenios y cultivadores alrededor del desarrollo tecnológico, la definición conjunta de prioridades, el seguimiento a los resultados de investigación, el rigor científico y la interacción permanente con nuestros clientes, a través de la transferencia de tecnología y la capacitación.

Pero no todo es ciencia y saber. El ser, las personas, son el motor para integrar visiones, compartir conocimientos y dinamizar desarrollos que contribuyan a alcanzar las metas propuestas. Por ello, aprovechar las capacidades de las personas y fortalecerlas ha sido relevante en estas cuatro décadas y lo seguirá siendo para el futuro.

Este esfuerzo conjunto ha contribuido a mejorar de manera significativa la productividad de la agroindustria y a reducir costos con tecnologías de producción limpia, que demandan menos recursos naturales e insumos sintéticos.

Para seguir siendo una agroindustria competitiva en el corto plazo es necesario aprovechar más los desarrollos de Cenicaña en variedades, manejo agronómico y procesos de cosecha, transporte y fábrica; para el mediano y largo plazo la investigación requerirá de nuevos conocimientos y más herramientas tecnológicas y será fundamental fortalecer la visión integral entre ingenios y cultivadores, lo cual beneficiará sin duda al Centro.

En el futuro el uso de la caña para la producción de azúcar será cada vez menor; se proyecta su utilización para la generación de energía, la producción de etanol y productos de mayor valor como flavonoides, bioplásticos o metabolitos con usos farmacéuticos. Definitivamente la caña de azúcar es una planta vegetal con alta competitividad en relación con otros cultivos.

En esa dirección ya se tienen algunos desarrollos en curso, cuyos resultados se verán en el mediano y largo plazo. Eso quiere decir que la agroindustria cuenta con un Centro de Investigación proyectado hacia el futuro.

Si bien, Cenicaña debe mantener el control de los pilares estratégicos de la investigación del sector, para su dinámica y ejecución debe apoyarse de las contribuciones de centros similares y universidades en diferentes lugares del planeta. De esta manera se complementa el saber propio con los desarrollos de otros, condición indispensable en un mundo globalizado.

Sin duda, la caña de azúcar es un verdadero tesoro cuya valoración será mayor con la acción conjunta de todos y el Centro de Investigación está comprometido en ese propósito.

#### Entorno y productividad

El clima de los dos últimos años influyó en los indicadores del sector para el 2017: la precipitación, factor fundamental para la producción de caña y sacarosa, presentó anomalías respecto a los valores climatológicos históricos, incidiendo significativamente en mayor producción de caña y menor sacarosa. La precipitación fue de 1586 mm, 27% más a la observada en 2016 y 25% mayor a la media climatológica.

También en 2016, las anomalías de la precipitación, respecto a la información histórica, en los meses de abril, mayo y septiembre y octubre, afectaron los resultados de la industria en el 2017. Estas condiciones limitaron la cosecha de 18,000 hectáreas e incidieron en mayores edades (14.2 meses vs 12.7 en 2016), mayor crecimiento y mayor tonelaje de caña por hectárea (133 vs 117 en 2016). El rendimiento (10.8%) fue similar al del 2016 (10.7%), pero 0.7 - 0.8 puntos por debajo del promedio en los años anteriores al 2016.

Los avances de investigación han contribuido a afrontar lo adverso del clima y a seguir siendo sostenibles. Así, a pesar del clima y a una menor área cosechada, se produjeron 29,900 toneladas más de azúcar (equivalente al valor total generado por la caña destinada a la producción de azúcar y etanol) y se obtuvo más azúcar por la vía de tonelaje de caña que por sacarosa. Lo anterior, además de incidir en los indicadores económicos de la agroindustria, ilustra la necesidad del balance que debe existir entre tonelaje de caña y sacarosa para el enfoque del negocio y orienta las prioridades de la investigación de Cenicaña.

Durante el año el Centro actualizó a la agroindustria sobre los factores que afectan la sacarosa tanto en campo, cosecha y fábrica y se recomendaron acciones de corto y mediano plazo relacionadas con las variedades, el uso de los insumos, el manejo de la maduración y la reducción de las pérdidas de sacarosa:

- Una producción de azúcar más rentable se obtiene con variedades que combinen la producción de caña y sacarosa. Desde el punto de vista biológico, al obtener mayor biomasa se sacrifica sacarosa, por lo tanto es necesario mantener un balance para lograr un gana - gana entre ingenios y cultivadores. Dichas variedades existen y están en proceso de multiplicación.
- En el campo el exceso de agua y de fertilización nitrogenada en la fase de crecimiento y maduración inducen a un mayor consumo de energía por parte de la planta, la cual es tomada por ésta de la sacarosa que almacena en los tallos.



- El uso de maduradores para incrementar la sacarosa en la fase final del cultivo debe ser diferencial y acorde con la biomasa, la edad, el corte y el nivel de humedad disponible.
- Los tiempos que transcurren desde la cosecha hasta la molienda impactan negativamente la sacarosa. La cuantificación de la sacarosa en el campo y su monitoreo hasta llegar a la fábrica es fundamental para identificar mejoras en los procesos de cosecha, transporte y entrega de la caña a fábrica.
- Cenicaña desarrolló un protocolo de muestreo en campo para determinar la sacarosa (% caña en la mata) y evaluar la sacarosa que ingresa a los molinos. El sector avanzó en su implementación y se aspira para 2018 tener una línea base de la sacarosa en el campo y el monitoreo de la misma hasta la molienda en todos los ingenios.

Si bien, las tecnologías para responder a las necesidades de la agroindustria están disponibles, con un mayor nivel de adopción ofrecerán más beneficios; pero el camino a seguir no depende exclusivamente de la tecnología, sino de las decisiones que tomen los ingenios y cultivadores respecto al enfoque de su sistema de producción, en un escenario donde ambos obtengan los mejores beneficios.

#### Variedades de caña

Actualmente, el área sembrada con variedades producidas por el Centro de Investigación asciende a 227,907 hectáreas, que corresponde al 93% del área total de la agroindustria de la caña. El 80% del área está sembrada con cuatro variedades Cenicaña Colombia (CC) y en menor escala hay opciones varietales con similar o mejor rentabilidad, las cuales están en proceso de multiplicación. Hoy, existen hasta diez variedades sembradas a nivel comercial en áreas mayores a 1000 ha, el doble de variedades de lo que existía hace 25 años.

Estas variedades son de adaptación a ambientes específicos y su producción es un balance entre caña y sacarosa. Con ellas la agroindustria tiene diferentes opciones varietales para las condiciones agroecológicas del valle del río Cauca y, ante la necesidad de obtener una mejor rentabilidad, tiene la oportunidad de sembrarlas de acuerdo con el enfoque de Agricultura específica por sitio (AEPS) y validar así los resultados experimentales.

Para el ambiente húmedo se desarrolló la variedad CC 01-1940, cuyos resultados experimentales superan en TCH a la variedad CC 85-92 con contenidos de sacarosa similares o superiores en algunas zonas agroecológicas. Su alta producción de caña ha generado expansión en su siembra y por ello, a finales del 2017 ocupaba 79,000 ha (32% del área sembrada).

Los resultados comerciales de los tres primeros cortes cosechados de esta variedad en el 2017 en los ambientes húmedo, semiseco y piedemonte mostraron superioridad de producción de caña frente a CC 85-92. El rendimiento (%) en los ambientes húmedo y semiseco fue similar a CC 85-92, mientras que en piedemonte este indicador fue mayor que con CC 85-92.

Este año la sacarosa bajó para todas las variedades a costa de un mayor TCH. Es de esperar que las condiciones climáticas de los próximos años sean más favorables para la concentración de sacarosa, pero es necesario tener en cuenta las recomendaciones y tecnologías mencionadas anteriormente en el análisis del entorno y la productividad para lograr un balance entre TCH y rendimiento sin afectar la producción.

Cenicaña recomienda la siembra de nuevas variedades que compitan con CC 85-92 y CC 01-1940, puesto que la diversidad varietal reduce el riesgo de enfermedades y plagas. Por esa razón hoy impulsa en los ingenios el establecimiento de semilleros fundación y básico.

En producciones de caña y sacarosa mayores o similares a estas dos variedades se destacan diferentes opciones: para el ambiente húmedo sobresalen CC 06-489, CC 09-874, CC 10-450; en ambiente semiseco, CC 05-430, CC 09-535 y CC 05-231; y en piedemonte, CC 00-3257, CC 04-1029 y CC 03-1029. Todas ellas se encuentran en multiplicación en semilleros de los ingenios.

Con el objetivo de incrementar la producción de plantas para multiplicación el Centro de Investigación evalúa el sistema de multiplicación *in vitro* con inmersión temporal y el uso de biorreactores. Los resultados iniciales indican que no sólo es posible incrementar la tasa de multiplicación *in vitro* de 1:6 a 1:26, sino que el costo de producción por plántula se reduce en 60%.

El potencial de cualquier variedad se expresa en cultivos libres de enfermedades o plagas. El uso de semilla sana, el monitoreo permanente de las plantaciones y el diagnóstico en el laboratorio son mecanismos que permiten mantener baja la incidencia de enfermedades. De acuerdo con las evaluaciones fitosanitarias realizadas en el 2017, 83% de los clones de selección para multiplicación presentó resistencia a las royas café y naranja, mosaico y carbón. En plantaciones comerciales y de semilleros la incidencia de raquitismo de la soca y escaldadura de la hoja fue menor al 0.25% y en virus de la hoja amarilla pasó del 9.6% al 8%.

En cuanto a las plagas la presencia de nuevas especies de *Diatraea* condujo a su establecimiento en zonas donde generalmente se tenía control de los barrenadores tradicionales *D. sacharallis* y *D. indigenella* y se identificó que algunos controladores biológicos (taquínidos) no actúan eficientemente en *D. tabernella* y *D. busckella*. Por lo anterior se recomienda complementar el uso de taquinidos con otras especies como *Trichogramma exiguum* y *Cotesia flavipes*.

Una investigación demostró que las franjas vegetales con arvenses son hospederos de insectos benéficos como los taquínidos, permitiendo su multiplicación natural y conservación. A este trabajo se suma la caracterización de especies de arvenses asociadas al cultivo de la caña y que Cenicaña publicó en el 2017.

En cuanto a biología molecular los avances se concentraron en la búsqueda de genes de interés y el uso de metodologías para encontrar marcadores moleculares. De esta manera se busca mejorar la precisión en la selección de clones para reducir el tiempo en la selección de las nuevas variedades.

En el transcurso del año se identificaron tres marcadores moleculares relacionados con la sacarosa y se caracterizó una metodología para proseguir con su validación en clones y otras variedades del banco de germoplasma, diferentes a aquellas en donde fueron identificados. Esto confirmará su impacto para la caracterización de variedades de alta sacarosa

#### Manejo agronómico

Aprovechar las ventajas de las nuevas variedades de caña implica el conocimiento de factores que inciden en la interacción suelo - planta - clima, lo cual define el manejo agronómico del cultivo con enfoque AEPS.

En ese sentido, en el 2017 Cenicaña amplió su conocimiento sobre el movimiento del agua en el suelo, lo que contribuirá a un mejor uso de este recurso por parte de la planta; se hizo una caracterización hidrofísica de las diez consociaciones de suelos más representativas del área dedicada al cultivo de la caña en la región; y se inició la validación del monitoreo de humedad y potencial mátrico del suelo con tensiómetros y sensores especiales para tal fin. Con la información generada será posible definir la implementación de estos equipos a nivel comercial y estructurar la logística de apoyo por parte del Centro de Investigación a ingenios y cultivadores.

Se desarrolló una aplicación para monitorear el estado hídrico de los suelos para la programación y control del riego y se obtuvo



información de la evapotranspiración (ETc) en las variedades CC 01-1940 y CC 93-4418, lo cual servirá para precisar el balance hídrico. La ETc diaria de CC 01-1940 fue 27% menor que la de CC 93-4418, lo que sugiere una mayor capacidad de la primera para el uso eficiente del agua.

La protección y conservación de las cuencas es vital para asegurar la disponibilidad del recurso hídrico. Por esa razón, adicional al avance en el desarrollo de tecnologías para el uso eficiente de éste, Cenicaña continuó monitoreando el caudal y los sedimentos de una cuenca como parte de uno de los proyectos de la Fundación Agua por la Vida y la Sostenibilidad, liderado por Asocaña. Luego de tres años de monitoreo los flujos base de la cuenca se han mantenido estables en temporadas secas, lo cual es un indicativo de regulación hídrica.

Adicional a la investigación relacionada con el agua, se siguió ganando conocimiento respecto al suelo y su manejo: un estudio realizado mostró que en suelos arcillosos el carbono (C) lábil (componente primario de la nutrición de la planta) es mayor que en suelos de textura franca y se asimila mejor en presencia de residuos de cosecha; lo contrario se observó para el nitrógeno (N) lábil, particularmente en ausencia de residuos.

Este resultado es de trascendencia para evaluar el balance que debe existir entre C y N en el suelo, para conocer el efecto de los residuos de cosecha sobre las propiedades físicas, químicas y microbiológicas de los suelos y determinar los suelos y sistemas de cosecha en los que el retiro de residuos con fines industriales puede ser más flexible. También se completó la experimentación que define los requerimientos óptimos de los elementos mayores y menores en las variedades CC 01-1940 y CC 93-4418.

Para que el cultivo responda mejor a las prácticas agronómicas es indispensable una mayor precisión; para ello Cenicaña validó el uso de drones en la georreferenciación de líneas de surcado, tecnología que evita

el tránsito de tractores por los surcos y permite una mayor cobertura de área en menor tiempo, lo que significa disminución de costos, impacto ambiental y riesgo de compactación de los suelos.

El macroproyecto CATE (Corte, Alce, Transporte y Entrega de la caña en la fábrica) continuó mostrando resultados en cuanto a la reducción de los costos del transporte de la caña y mejora de la logística de la cosecha.

Al 2017 el 82% de los frentes de cosecha mecanizada utilizaba vagones de autovolteo, los costos del transporte con vagones de mínimo peso se habían reducido en 9%; los costos por mejoramiento de los ciclos de transporte y cosecha, el 3%; y en la cosecha mecánica los costos de cadeneo se redujeron en 1%.

Otro resultado del macroproyecto fue el diseño de la ingeniería básica para la construcción de vagones más livianos y de mayor capacidad de carga. A medida que se reemplazan los vagones existentes su uso se ha incrementado. En 2017 representó el 31% de la flota de transporte.

En la cosecha mecanizada el mantenimiento de la maquinaria es fundamental dadas las condiciones de cosecha durante todo el año. Por esa razón, Cenicaña realizó un diagnóstico de fallas y costos en una cosechadora prototipo y propuso un plan de mejora que proyecta la vida útil de la misma.

A pesar del incremento de la cosecha mecánica en la agroindustria (60% en 2017) hay áreas del valle del río Cauca sembradas con caña en las que no es factible utilizar este tipo de sistema por las condiciones del terreno y el clima. Para dichas condiciones y por iniciativa de un ingenio, el Centro de Investigación lidera el desarrollo de un mecanismo de corte de tallos largos con discos adaptado a la alzadora convencional, con el objetivo de mejorar la densidad de carga en los vagones de transporte y reducir los costos por este concepto. Desde el punto de vista de la ingeniería los resultados son promisorios y actualmente el mecanismo se encuentra en fase de prueba de campo.

#### Procesos de fábrica

Entre los hechos más relevantes del 2017 en la investigación de Cenicaña para hacer más eficiente la producción de azúcar en las fábricas se destaca la mejora en la recuperación de sacarosa en las etapas de cristalización, clarificación y evaporación gracias a la implementación de diferentes estrategias. Con ellas un ingenio piloto logró una reducción de 0.8 kg en la sacarosa perdida en miel final por tonelada de caña; otro ingenio redujo las pérdidas de sacarosa en 30% aproximadamente al disminuir la variabilidad del pH y un tercer ingenio redujo en 0.04% la pérdida térmica de sacarosa en los evaporadores al controlar el nivel del Brix.

Respecto a los procesos de clarificación se empezaron a evaluar tecnologías decolorantes que, en comparación con las tecnologías tradicionales, pueden ofrecer una mayor viabilidad técnico-económica; y en cuanto a la acción microbiana asociada al proceso para la producción de azúcar y etanol se avanzó en la caracterización de bacterias y levaduras generadoras de metabolitos causantes de deterioro.

En las investigaciones para mejorar la eficiencia en la cogeneración de energía y avanzar hacia la diversificación de la agroindustria también se obtuvieron importantes resultados como reducir en 10% las pérdidas de sacarosa en bagazo, gracias a un modelo de imbibición que estima las toneladas de fibra procesadas para aplicar el agua de imbibición adecuada; también se desarrolló una metodología para simular la combustión de combustibles sólidos y mejorar la eficiencia de las calderas y se evaluaron diferentes pretratamientos fisicoquímicos para obtener sustratos con altos contenidos de azúcares fermentables paraproducir etanol u otros compuestos.

El compromiso del sector por la sostenibilidad también se reflejó en la investigación realizada este año con el desarrollo e implementación de herramientas de confiabilidad para la gestión del mantenimiento y la puesta en marcha de acciones para hacer un uso eficiente del agua en el proceso sucroenergético que, a su vez, contribuyen a reducir en más del 70% las pérdidas de sacarosa a través del vapor.

Una forma de evaluar la sostenibilidad de la agroindustria es el impacto ambiental en la huella de carbono generada por los procesos de campo e industriales. En este sentido se apoyó a los ingenios en la determinación de la huella de carbono para la producción de etanol y azúcar en las fábricas duales. Los resultados obtenidos muestran una agroindustria por debajo los valores de referencia exigidos por la normatividad colombiana.

#### Transferencia de tecnología

Las tecnologías con enfoque AEPS se han venido implementado gradualmente en el sector y se identifican oportunidades de mayor aprovechamiento. Así se evidenció en la encuesta que este año aplicó Cenicaña con la colaboración de los ingenios para conocer los niveles de adopción de las tecnologías, especialmente de manejo del agua, en las fincas de manejo directo de los ingenios y de los proveedores.

Según la encuesta, los sistemas de riego más utilizados son superficie o bocas (44%) y ventanas (40%). El uso de cañones está en el 8%, mientras que el riego por goteo, la microaspersión (manguera perforada), el pivote y el caudal reducido tienen porcentajes de adopción inferiores al 3%.

Sin embargo, además de las tecnologías de riego es necesario medir el agua utilizada desde la fuente hasta el volumen que utiliza la planta. Para eso, el Centro de Investigación ha generado herramientas para la gestión y medición en los momentos adecuados del riego, que tienen el potencial de economizar agua hasta un 40% - 50%.

Respecto a la adopción de variedades, la información del censo varietal a diciembre de 2017 indica que 82% del área sembrada está



concentrada en cinco variedades, CC 85-92 (34.8%), CC 01-1940 (32.5%), CC 93-4418 (12.2%), SP 71-6949 (1.7%) y CC 01-1228 (1.7%).

La tendencia es sembrar aquellas variedades productoras de caña sacrificando concentración de sacarosa, lo cual incide en la adopción de alternativas varietales de mayor producción de azúcar por la vía de sacarosa.

Cenicaña recomienda darle una oportunidad a otras opciones varietales y para ello propuso una estrategia de adopción que, entre otras acciones, impulsa en los ingenios la multiplicación y establecimiento de semilleros con las nuevas variedades.

Con el propósito de promover la adopción de éstas y otras tecnologías el Centro de Investigación también fortaleció su gestión e infraestructura para la capacitación de ingenios y cultivadores. La puesta en marcha del Centro de Capacitación de la Agroindustria de la Caña, con un programa de capacitación en diez tecnologías fue un logro importante que proyecta convertirse en un apoyo fundamental del sector para la innovación tecnológica.

Como complemento al desarrollo de competencias que se realiza desde la capacitación se inició un programa de asistencia técnica basado en la identificación de los potenciales productivos de las fincas de la agroindustria y de los factores limitantes y reductores de cada unidad productiva. En el 2017 con el apoyo de los asistentes técnicos de los ingenios se realizó el diagnóstico al 22% de las fincas.

En la gestión por la adopción tecnológica también es fundamental la validación del manejo agronómico con enfoque AEPS y compararlo con el manejo convencional. Un análisis de 18 ambientes de evaluación demostró que sembrar la variedad en función de la zona agroecológica incrementó la utilidad en 9% para el proveedor de caña (\$/ ha) y en 13% para el ingenio (\$/ta), fertilizar con manejo AEPS permitió un 8% de mayor rentabilidad para el proveedor, los costos del

riego con el manejo AEPS se redujeron hasta 7% y su rentabilidad aumentó hasta el 6% respecto al convencional.

Detrás de la investigación y gestión hay servicios especializados que prestan su apoyo con metodologías, estudios, desarrollos tecnológicos, insumos documentales y más. Gracias a ellos, hoy la agroindustria dispone de una visión estadística y económica objetiva, dispone de diferentes redes de información como la Red Meteorológica Automatizada (RMA), la Red PM10 para monitorear la calidad del aire y la Red RTK; y más de 40,300 documentos registrados y disponibles para consulta bibliográfica.

#### Recurso humano

A diciembre del 2017 Cenicaña contaba con una planta de 98 personas a nivel profesional, de los cuales catorce tienen doctorado; veintitrés, maestría; y 61 son profesionales con pregrado. Durante el mismo año participaron en la investigación nueve estudiantes de diferentes disciplinas y universidades.

A finales de 2017 fue designado como nuevo director del Programa de Variedades el Dr. Fredy Fernando Garcés, ingeniero agrónomo de la Universidad Nacional de Colombia, con maestría y doctorado de la Universidad de Louisiana, EE.UU.

El Dr. Garcés reemplaza al Dr. Jorge Ignacio Victoria, quien se retira por jubilación luego de 36 años de labores en las áreas de Fitopatología y en la dirección del Programa de Variedades. Cenicaña agradece al Dr. Victoria su contribución como investigador y como Director del programa de Variedades para lograr los avances en la sanidad del cultivo y en los resultados que hacen de Cenicaña un líder en la investigación de caña en el mundo.

#### Álvaro Amaya Estévez, Ph.D.

Director general de Cenicaña







#### Condiciones en el océano Pacífico tropical

En agosto de 2016 se inició en el oceáno Pacífico tropical un fenómeno La Niña, cuya intensidad a la postre fue débil y que terminó en diciembre del mismo año. Como consecuencia de este fenómeno, 2017 se inició con aguas superficiales frías en dicha cuenca oceánica.

Durante el primer trimestre de este año se migró a condiciones normales y, durante el segundo trimestre, a un moderado y breve calentamiento (+0.4°C) dentro del rango de condiciones normales. Es de anotar que entre los meses de febrero y marzo en el océano Pacífico oriental, frente a las costas de Perú y Ecuador, se presentó un fenómeno El Niño Costero, extremadamente fuerte, el mayor del que se tenga conocimiento en los últimos 150 años (**Figura 1C - marzo**).

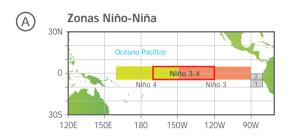
Durante el tercer trimestre se dio un descenso de la temperatura superficial del mar que generó anomalías negativas de ésta y llevó a la aparición de condiciones Niña en octubre.

Vale la pena resaltar que, de consolidarse un fenómeno La Niña en febrero de 2018, 2017 sería el único año que desde 1990 presenta la secuencia condiciones normales (nueve meses) — fenómeno La Niña (tres meses).

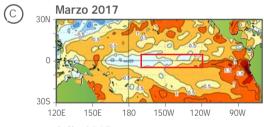
En la **Figura 1** se observan las zonas Niño-Niña para el seguimiento y estudio de estos fenómenos (**Figura 1A**), la evolución durante 2017 de la anomalía de la temperatura superficial del mar o Índice Oceánico de El Niño (ONI) (**Figura 1B**), así como las condiciones térmicas de la superficie del océano Pacífico tropical para tres meses de 2017 en particular, en la zona Niño 3.4 (**Figura 1C**), área del océano Pacífico que más afecta los patrones climáticos a escala mundial en presencia de los fenómenos El Niño y La Niña.

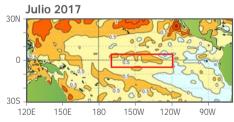
#### Figura 1.

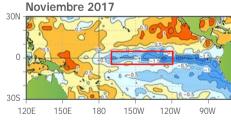
Evolución de la anomalía de la temperatura superficial del mar (°C) en el océano Pacífico tropical durante 2017.











Anomalía de la temperatura superficial del mar (°C)

-3 -2 -1 -0.5 0 0.5 1 2 3

Fuente: NOAA

#### Variabilidad climática en el valle del río Cauca

La variabilidad climática en el valle del río Cauca durante 2017 estuvo muy marcada y se registraron cambios bruscos de las diferentes variables climatológicas entre unos meses y otros.

#### **Temperaturas**

Se registró un primer trimestre frío, seguido de un segundo trimestre de condición térmica normal, que dio paso a un tercer trimestre cálido. El año cerró el cuarto trimestre con calentamiento moderado, a pesar de las condiciones frías que en ese periodo ya presentaba el océano Pacífico tropical.

Del segundo al cuarto trimestre del año las temperaturas mínima media y media del aire (temperatura ambiente) estuvieron en el rango de normalidad, con excepción de agosto, cuando la temperatura media alcanzó a estar 0.7°C por encima de lo habitual. Durante ese mismo periodo la temperatura máxima media y la oscilación media diaria de temperatura presentaron predominantemente valores entre altos y muy altos.

#### Radiación solar y evaporación

Durante el segundo trimestre estas dos variables registraron valores muy cercanos a sus respectivas medias climatológicas, mientras que durante el tercer y cuarto trimestres las mismas variables mostraron valores entre normales y altos respecto a las medias multianuales. Octubre fue la excepción, puesto que ambas variables tuvieron valores muy bajos (94% y 92%, respectivamente) en comparación con los habituales.

## Humedad relativa, precipitación y número de días con lluvia

Durante el segundo, tercer y cuarto trimestres del año la humedad relativa del aire tuvo valores muy cercanos a las medias multianuales (entre 2% por debajo y 2% por encima).



En los cuatro trimestres del año la precipitación y el número de días con precipitación mostraron una notoria variabilidad intermensual (Cuadros 1, 2 y 3. Figuras 2, 3 y 4).

¿Requiere información meteorológica o climatológica? La encuentra en: www.cenicana.org/clima\_/

Cuadro 1.

Condiciones climáticas en el valle del río Cauca. Resumen de valores medios y extremos. Años 2015, 2016 y 2017 *versus* año climatológico periodo 1994-2017.

Variable		Semestre 1			Semestre 2				Año			
climatológica	Clima	2015	2016	2017	Clima	2015	2016	2017	Clima	2015	2016	2017
Temperatura mínima absoluta (°C)	11.8	14.3	15.3	11.8	11.3	13.7	11.3	13.4	11.3	13.7	11.3	11.8
Temperatura mínima media (°C)	19.0	19.1	19.8	18.7	18.6	19.0	18.5	18.7	18.8	19.0	19.2	18.7
Temperatura media (°C)	23.3	23.9	24.4	23.2	23.1	24.3	23.3	23.5	23.2	24.1	23.8	23.3
Temperatura máxima media (°C)	29.9	30.9	31.5	30.1	29.9	31.7	30.4	30.6	29.9	31.3	30.9	30.4
Temperatura máxima absoluta (°C)	39.2	37.5	37.3	38.2	39.2	37.1	37.9	36.4	39.2	37.5	37.9	38.2
Oscilación media diaria de temperatura (°C)	10.8	11.8	11.7	11.5	11.2	12.7	11.8	11.9	11.0	12.2	11.7	11.7
Radiación solar media diaria [cal/(cm²xdía)]	409	418	423	406	411	421	413	419	410	420	418	412
Evaporación (mm)	797	852	870	795	837	914	856	863	1656	1766	1725	1657
Humedad relativa media (%)	81	76	77	81	79	74	78	79	80	75	77	80
Precipitación (mm)	677	553	618	899	573	379	638	689	1250	931	1256	1587
Días con precipitación (No.)	91	71	81	102	86	60	94	90	177	131	175	192

Fuente: RMA, Cenicaña.

#### Cuadro 2.

Condiciones climáticas valle del río Cauca. Resumen de valores medios y extremos, años 2010 a 2017 *versus* año climatológico 1994-2017.

		Año										
Variable climatológica	Año Clima	2010 (Niño- Normal- Niña)	2011 (Niña- Normal- Niña)	2012 (Niña- Normal)	2013 (Normal)	2014 (Normal- Niño)	2015 (Niño)	2016 (Niño- Normal- Niña)	2017 (Normal- Niña)			
Temperatura mínima absoluta (°C)	11.3	14.1	13.5	13.3	14.0	12.9	13.7	11.3	11.8			
Temperatura mínima media (°C)	18.8	19.0	18.5	18.7	18.9	18.8	19.0	19.2	18.7			
Temperatura media (°C)	23.2	23.1	22.8	23.3	23.3	23.4	24.1	23.8	23.3			
Temperatura máxima media (°C)	29.9	29.6	29.4	30.1	30.1	30.5	31.3	30.9	30.4			
Temperatura máxima absoluta (°C)	39.2	37.8	35.8	36.5	33.9	37.3	37.5	37.9	38.2			
Oscilación media diaria de temperatura (°C)	11.0	10.6	10.8	11.4	11.1	11.6	12.2	11.7	11.7			
Radiación solar media diaria [cal/(cm²xdía)]	410	389	394	406	399	408	420	418	412			
Evaporación (mm)	1656	1556	1573	1689	1621	1678	1766	1725	1657			
Humedad relativa media (%)	80	81	80	77	78	77	75	77	80			
Precipitación (mm)	1250	1654	1636	1200	1166	1224	931	1256	1587			
Días con precipitación (No.)	177	201	204	166	169	174	131	175	192			

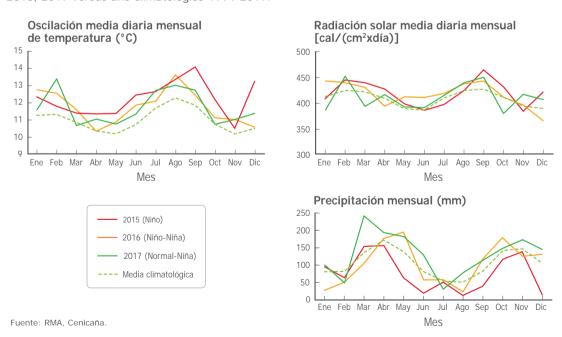
Fuente: RMA, Cenicaña.

Cuadro 3.Resumen de anomalías de variables climáticas. Promedio valle del río Cauca. 2017.

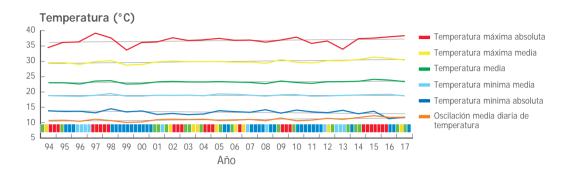
Condición Niño-Normal-Niña						Me	ses							Trime	estres		Seme	estres	Año
Condicion Nino-Normal-Nina	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	T-1	T-2	T-3	T-4	S-1	S-2	AHO
Índice Oceánico El Niño (ONI)	-0.3	-0.1	0.1	0.3	0.4	0.4	0.1	-0.2	-0.4	-0.7	-0.9	-1.0	-0.1	0.4	-0.2	-0.9	0.2	-0.6	-0.2
Interpretación anomalías climáticas:	Muy f	fuerte	Fue	erte	Mode	erado	Niño	débil	Nor	mal	Niña	débil	Mod	erada	Fue	erte	Muy t	uerte	
Variable climática						Me	ses							Trime	estres		Seme	estres	A = -
variable climatica	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	T-1	T-2	T-3	T-4	S-1	S-2	Año
Temp. mínima media (°C)	-0.7	-1.1	-0.4	0.1	-0.2	-0.1	0.1	-0.3	0.2	0.2	0.1	0.0	-0.7	-0.1	0.0	0.1	-0.4	0.1	-0.2
Temp. media (°C)	-0.6	0.0	-0.7	0.4	0.0	0.0	0.7	0.1	0.4	0.3	0.4	0.2	-0.4	0.1	0.4	0.3	-0.2	0.4	0.1
Temp. máxima media (°C)	-0.5	1.0	-0.6	0.6	0.0	0.4	1.0	0.3	0.6	0.2	1.0	0.6	0.0	0.3	0.6	0.6	0.2	0.6	0.4
Oscilación de temp. (°C)	0.2	2.2	-0.1	0.7	0.6	0.5	1.0	0.7	0.7	0.1	0.7	0.6	0.8	0.6	0.8	0.5	0.7	0.6	0.7
Radiación solar (%)	94	107	94	101	101	101	101	103	104	94	105	104	98	101	103	101	100	102	101
Evaporación (%)	94	111	92	103	102	101	102	103	104	92	107	106	98	102	103	102	100	103	102
Interpretación anomalías climáticas:	Extren	n. alto	Muy	alto	Al	to	Nor	mal	Ва	ajo	Muy	bajo	Extrer	n. bajo					
						Me	ses							Trime	estres		Seme	estres	
Variable climática	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	T-1	T-2	T-3	T-4	S-1	S-2	Año
Humedad relativa (%)	2	-3	3	0	2	2	-2	0	0	2	0	0	1	1	-1	1	1	0	1
Precipitación (%)	127	62	191	115	127	166	63	139	138	105	117	135	127	136	113	120	131	116	124
Días con precipitación (%)	131	72	138	91	107	132	67	118	117	97	104	108	113	110	101	103	112	102	107
Interpretación anomalías climáticas:	Extren	n. bajo	Muy	bajo	Ва	ijo	Nor	mal	Al	lto	Muy	alto	Extrer	n. alto					

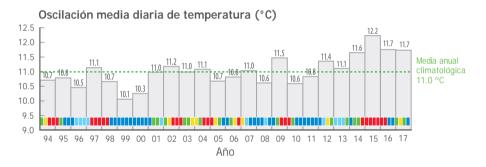
Fuente: RMA, Cenicaña.

**Figura 2.**Valores medios mensuales de tres variables atmosféricas para el valle del río Cauca. Años 2015, 2016, 2017 *versus* año climatológico 1994-2017.

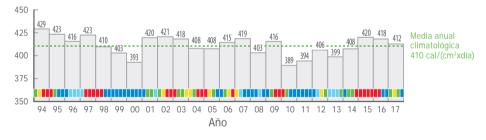


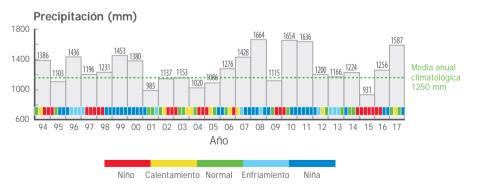
**Figura 3.**Valores medios y extremos anuales de variables atmosféricas del valle del río Cauca. Años 1994-2017 *versus* eventos El Niño - La Niña.





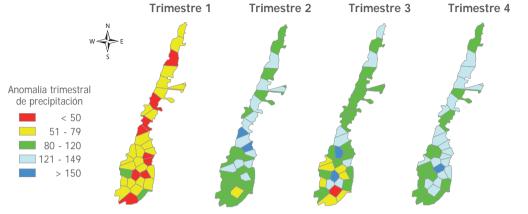
#### Radiación solar media diaria [cal/(cm2xdía)]





Fuente: RMA, Cenicaña.

**Figura 4.**Anomalía trimestral de la precipitación en las estaciones de la Red Meteorológica Automatizada en 2017 respecto a los valores medios climatológicos del periodo 1994-2017.



#### Fuente: RMA, Cenicaña.

#### **Primer trimestre 2017**

El comportamiento de las variables climáticas durante el primer trimestre del 2017 fue totalmente atípico y merece un análisis aparte:

En marzo aumentaron las lluvias y, en consecuencia, este mes hizo parte de la temporada de lluvias altas del primer semestre del año. Por este mismo hecho, esta temporada no sólo fue intensa sino extensa, pues se prologó tres meses, uno más de los dos meses tradicionales (abril y mayo).

En enero y marzo se presentó un efecto igual al de un fenómeno La Niña sobre el patrón climático del valle del río Cauca. Para enero podría explicarse como un efecto rezagado de La Niña que tuvo lugar entre agosto y diciembre del 2016; mientras que para marzo se podría relacionar al efecto del Niño costero ya mencionado.

El patrón climático del valle del río Cauca en el mes de febrero presentó un efecto igual al que normalmente ejerce un fenómeno El Niño, pero, en este caso, fue mucho más fuerte, con anomalías de la temperatura máxima media y de la oscilación media diaria de temperatura que sobrepasaron sus valores medios multianuales o climatológicos en 1.0°C y 2.2°C respectivamente.

#### 2017 en la historia del clima

Por datos obtenidos a través de la Red Meteorológica Automatizada de la agroindustria colombiana de la caña de azúcar, operada por Cenicaña, 2017 se puede catalogar como el año con:

- La segunda menor temperatura mínima absoluta anual (11.8°C).
- La quinta mayor temperatura máxima media anual (30.4°C).
- La quinta mayor temperatura máxima absoluta anual (38.2°C).
- La tercera mayor oscilación media diaria anual de temperatura (11.7°C).
- La cuarta mayor precipitación anual (1587 mm).

Anexo I. Comparativo multianual del clima en el valle del río Cauca. 1994-2017. Páginas 88-89.







El análisis descriptivo y comparativo de indicadores de la agroindustria colombiana de la caña de azúcar en 2016 y 2017 se basa en los datos reportados por doce ingenios del valle del río Cauca: Carmelita, Incauca, La Cabaña, María Luisa, Manuelita, Mayagüez, Pichichí, Providencia, Riopaila-Castilla (dos plantas), Risaralda y Sancarlos.

La información corresponde a la productividad del cultivo en tierras con manejo directo de los ingenios y en tierras de proveedores. Incluye indicadores de: campo, acerca del área cosechada y el cultivo; fábrica, en relación con la producción de azúcar y etanol y la cogeneración de energía eléctrica; y clima, con referencia a las medias anuales y multianuales de las variables principales en las zonas productoras (**Cuadro 4**).

El área cosechada y el número de suertes cosechadas se redujeron en aproximadamente 9% en 2017 con respecto al año anterior, mientras la caña molida y el azúcar producido se incrementaron en 3.1% y 1.2%. Las diferencias entre años se atribuyen al incremento de 13.2% en las toneladas de caña por hectárea (TCH) que se tradujo en un incremento de 11.6% en las toneladas de azúcar por hectárea (TAH), aun cuando el rendimiento comercial se redujo de 10.92% a 10.75% entre un año y el otro.

Cuadro 4. Indicadores de productividad de la agroindustria colombiana de la caña, 2016-2017.

		Trime	stres 2017	Enero-[	Diciembre	Diferencia	
Indicador	Primero	Segundo	Tercero	Cuarto	2016	2017	2017-2016 % - °C
Área neta sembrada en caña (ha)					238,204	243,232	2.1
Campo (datos de doce ingenios) 1							
Área cosechada (ha)	42,550	34,819	52,065	43,848	191,293	173,282	-9.4
Número de suertes cosechadas	6207	5508	7621	6369	28,289	25,705	-9.1
Edad de corte (meses)	13.5	13.7	14.5	14.5	12.7	14.1	10.4
Número de corte	5.0	5.1	4.9	5.1	5.0	5.0	0.4
Toneladas de caña por hectárea (TCH)	132.4	132.7	134.1	132.3	117.5	132.9	13.2
Toneladas de caña por hectárea-mes (TCHM)	9.9	9.8	9.5	9.2	9.3	9.6	3.4
Toneladas de azúcar por hectárea (TAH)	14.0	13.7	14.5	14.2	12.7	14.2	11.6
Toneladas de azúcar por hectárea-mes (TAHM)	1.05	1.02	1.03	0.99	1.00	1.02	2.1
Rendimiento comercial (%) <sup>2</sup>	10.72	10.36	10.96	10.83	10.92	10.75	-1.6
Fábrica (datos de doce ingenios) 1							
Toneladas totales de caña molida 3	5,846,655	4,852,970	7,106,517	6,140,596	23,221,931	23,946,738	3.1
Toneladas totales de azúcar producido <sup>4</sup>	623,471	502,158	781,478	672,545	2,549,716	2,579,652	1.2
Rendimiento real en base a 99.7% Pol <sup>5</sup>	10.72	10.36	10.96	10.83	10.92	10.75	-1.6
Fibra % caña	14.88	15.38	14.57	15.45	14.85	15.03	1.2
Sacarosa aparente % caña	12.24	11.94	12.57	12.42	12.50	12.32	-1.5
Pérdidas de sacarosa en bagazo % sacarosa caña	2.87	3.86	3.74	4.01	3.88	3.62	-6.6
Pérdidas de sacarosa en cachaza % sacarosa caña	0.61	0.72	0.59	0.72	0.57	0.66	16.0
Pérdidas de sacarosa indeterminadas % sacarosa caña	1.50	2.11	1.41	1.72	1.47	1.65	12.7
Pérdidas de sacarosa en miel final % sacarosa caña	6.81	6.76	7.41	6.78	6.67	6.97	4.5
Litros de etanol (miles)					433,835	364,800	-15.9
Energía eléctrica generada (MWh) <sup>6</sup>					1,417,633	1,487,160	4.9
Energía eléctrica vendida (MWh) <sup>6</sup>	170,333	129,859	150,636	140,888	591,717	576,272	-2.6
Clima (datos de 34 estaciones RMA) 7							
Precipitación (mm)	391	506	225	464	1250	1586	26.9
Oscilación media diaria de la temperatura (°C)	11.9	11.0	12.7	11.0	11.8	11.7	-1.0
Temperatura mínima (°C)	18.4	19.0	18.5	18.9	19.2	18.7	-2.7
Radiación solar media diaria (cal/cm²xdía)	412	400	433	401	418	412	-1.5
Condición climática externa	Normal	Normal	Normal	Niña	Niño-Niña	Normal	

- Ingenios: Carmelita, Incauca, La Cabaña, María Luisa, Manuelita, Mayagüez, Pichichí, Providencia, Riopaila-Castilla (dos plantas), Risaralda y Sancarlos. Las cifras de fábrica corresponden a promedios ponderados con respecto a las toneladas totales de caña molida reportadas por el Sistema de Intercambio de Información Estandarizada Interingenios.
- 2. Rendimiento comercial: Porcentaje (%) de azúcar (en peso) recuperado por tonelada de caña molida. Resultado promedio ponderado por las toneladas totales de caña molida.
- 3. 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).
- 4. 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.
- 5. Rendimiento real: Porcentaje (%) de azúcar neto (en peso) obtenido por tonelada de caña molida, en donde el azúcar neto corresponde al azúcar elaborado y empacado más la diferencia de los inventarios anterior y actual del azúcar de los materiales en proceso en el período considerado (mieles, masas, magmas, meladuras y jugos). Este índice convierte todos los tipos de azúcares a una misma base de contenido de Pol 99.7º, el cual corresponde al tipo de azúcar de mayor producción en el sector, el azúcar blanco.
- Datos reportados por XM S.A. ESP, operadora del Sistema Interconectado Nacional (SIN) y administradora del mercado de energía en Colombia.
- 7. RMA: Red Meteorológica Automatizada de la agroindustria colombiana de la caña de azúcar

Valores medios multianuales 1994-2017	Precipitación (mm)	Oscilación media diaria de la temperatura (°C)	Temperatura mínima media (°C)
Primer trimestre	295	11.2	19.0
Segundo trimestre	384	10.4	19.1
Tercer trimestre	187	12.0	18.5
Cuarto trimestre	386	10.5	18.8



#### Observaciones de campo

Desde el punto de vista climatológico, el 2017 fue catalogado por la NOAA (*National Oceanic and Atmospheric Administration*) como un año normal. Aunque en octubre, noviembre y diciembre las anomalías de la temperatura superficial del mar (TSM) en la región 3.4 fueron menores a -0.5°C, no se declaró la presencia de La Niña porque se requieren cinco meses seguidos de TSM por debajo de -0.5°C para hacerlo.

No obstante lo acontecido en el océano Pacífico tropical y aunque en el valle del río Cauca las temperaturas se mantuvieron cercanas a los valores históricos, la precipitación promedio anual fue alta en las zonas azucareras; se puede decir que el 2017 fue mucho más lluvioso que un año promedio en el valle del río Cauca.

La **Figura 5** muestra cómo las precipitaciones de septiembre, octubre y diciembre de 2016 estuvieron por encima de sus valores históricos en 38 mm (60%), 39 mm (32%) y 25 mm (34%), lo cual coincidió con La Niña de los últimos cinco meses del año. En 2017 se observa la anomalía de la lluvia en marzo: 108 mm o 91% de la media climatológica, en un mes que no es el más lluvioso de la primera temporada de lluvias; tal abundancia de

precipitación fue la causante de varios comportamientos de la productividad en 2017. A esta condición se sumaron las anomalías de abril, mayo y junio. Así, abril y mayo fueron más lluviosos de lo normal y marzo y junio estuvieron muy por encima de sus valores históricos, lo que causó un alto nivel de humedad en los suelos del valle del río Cauca que influenció el área cosechada, las toneladas molidas, el rendimiento comercial, el TCH y la edad de cosecha del cultivo.

Las condiciones climáticas de 2016 favorecieron el incremento del TCH en el valle del río Cauca y, en el segundo semestre, por el exceso de lluvias, influyeron en la reducción del rendimiento; esto causó que la edad de cosecha comenzara a incrementarse (**Figuras 6 y 7**).

En 2017 muchas suertes no pudieron ser cosechadas por el incremento de la humedad del suelo que causó el exceso de las lluvias. En mayo, el área cosechada se redujo a niveles históricos (**Figura 8**) y la edad de cosecha creció. Los registros del mes de mayo de 2017 señalan que cerca de 8000 hectáreas cosechadas a 13.3 meses de edad alcanzaron 130 TCH y 10.2% de rendimiento comercial en azúcar. Los indicadores en más de 173,000 hectáreas cosechadas en 2017 fueron: 14.1 meses, 133 TCH y 10.75% de rendimiento comercial.

**Figura 5.**Anomalía de precipitación mensual, 2016-2017.

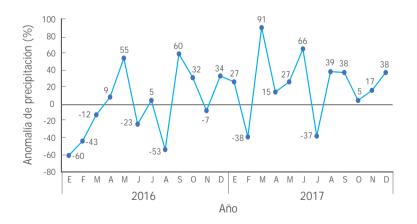
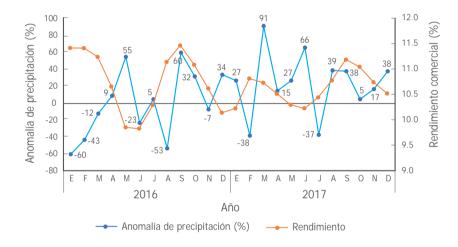


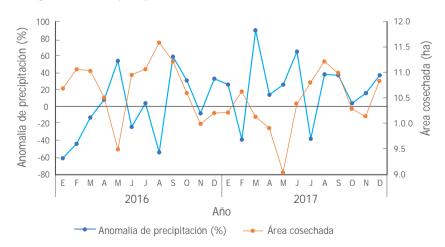
Figura 6.
Toneladas de caña por hectárea (TCH) y edad de cosecha, 2016-2017.



**Figura 7.**Rendimiento comercial y anomalía de precipitación mensual, 2016-2017.



**Figura 8.** Área cosechada y anomalía de precipitación mensual, 2016-2017.



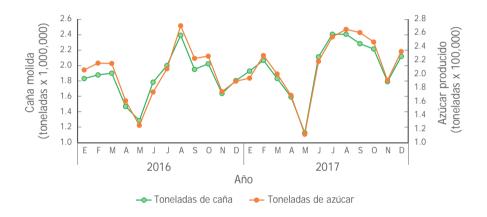
No obstante los indicadores anteriores, la alta productividad en TCH hizo que la producción de la agroindustria, es decir la caña molida y el azúcar producido, se incrementara con respecto a 2016 (**Figura 9**).

El comportamiento de la productividad descrito para todo el valle del río Cauca se mantuvo en los tres ambientes de selección de variedades de caña, definidos por el Centro de Investigación para el desarrollo de

las nuevas variedades CC: húmedo, piedemonte y semiseco (**Cuadro 5**).

Finalmente, la participación de las variedades en el área cosechada varió de un año a otro (**Figura 10**). El 82% del área cosechada en 2017 correspondió a CC 85-92, CC 01-1940 y CC 93-4418. Con respecto a 2016, la única variedad que incrementó significativamente su área fue CC 01-1940, en 8%.

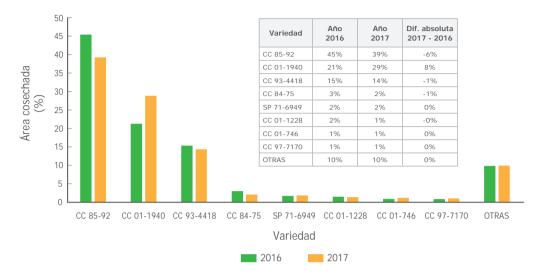
**Figura 9.**Caña molida y azúcar producido, 2016-2017.



Cuadro 5.
Productividad por ambiente, 2016-2017.

Indicador	Ambiente hú	medo 态	Ambiente piec	demonte 🙈	Ambiente semiseco 🛖		
	2016	2017	2016	2017	2016	2017	
TCH	115.3	129.5	98.9	119.5	122.0	137.1	
Rto. (%)	10.8	10.7	10.9	10.9	10.9	10.7	
TAH	12.4	13.9	10.8	13.0	13.3	14.7	
TCHM	9.2	9.4	7.7	8.5	9.6	10.0	
TAHM	0.99	1.00	0.84	0.93	1.05	1.07	
Edad (meses)	12.7	14.1	12.9	14.3	12.8	13.9	
Corte (No.)	4.8	5.0	4.3	4.2	5.3	5.3	

Figura 10.
Participación de variedades de caña en el área cosechada, 2016-2017.



#### Observaciones de fábrica

Como consecuencia del incremento de más de 15 toneladas en el indicador TCH en 2017 con respecto al 2016, la caña molida aumentó en 724,807 toneladas y contribuyó al incremento del azúcar producido en 29,936 toneladas (incluidos el azúcar crudo equivalente y las mieles que se destinan a la producción de etanol). El análisis indica que la molienda del primer semestre del 2017 fue inferior en cerca de 87,000 toneladas con respecto al mismo periodo del año anterior, mientras que en el segundo semestre superó en 812,000 toneladas los valores del 2016 (Cuadro 5).

Al aumentar la acumulación de biomasa de la caña en el campo, el rendimiento real en fábrica (99.7% Pol) disminuyó en 1.6%, pasando de 10.92% a 10.75% y manteniendo la tendencia observada desde abril de 2016. Por su parte, la producción de etanol se redujo en 69 millones de litros en 2017, situación asociada, entre otros factores, a las importaciones de etanol. La cogeneración de energía eléctrica se incrementó en 4.9%, pero su venta disminuyó en 2.6% con respecto al 2016; del total generado, el 40.7% se entregó al Sistema Interconectado Nacional (SIN).

La sacarosa aparente % caña que entró a las fábricas disminuyó en 0.18 unidades porcentuales en 2017, para un valor promedio anual de 12.32%. Como consecuencia de las anomalías positivas de la precipitación en 2017, la fibra industrial % caña (incluye los sólidos insolubles en jugo diluido) se incrementó de 14.85% a 15.03%, mientras la eficiencia de recuperación de sacarosa en la fábrica se mantuvo prácticamente constante, pasando de 86.99% en 2016 a 86.96% en 2017.

En relación con las pérdidas de sacarosa % sacarosa en caña, el último año disminuyeron las pérdidas en bagazo y aumentaron las pérdidas en cachaza y las indeterminadas, lo cual se observó en el segundo trimestre y en el cuarto, cuando la precipitación fue entre normal, alta y muy alta y propició mayor cantidad de sólidos insolubles en la caña y más contaminación microbiana en materiales del proceso por los excesos de humedad.

Anexo II. Productividad de variedades Cenicaña Colombia (CC) en 2017. Página 90.



#### Proyección de la productividad\*

2018

#### Clima pronosticado según la NOAA:

Primer semestre: condición La Niña Segundo semestre: condición Normal

A continuación se presenta la proyección de la productividad para 2018 de acuerdo al escenario más probable, determinado por un modelo completo que incluye la dinámica entre área cosechada, toneladas de caña molidas, edad y productividad.

Según el clima proyectado para 2018, la caña que aún no se ha cosechado y la productividad actual, se espera que la edad de cosecha en 2018 no baje de 14 meses. De acuerdo a esto y a la condición climática del año pasado (se estarán cosechando suertes que tuvieron exceso de agua en su fase inicial de crecimiento) el TCH puede reducirse hasta 124 toneladas de caña por hectárea.

En cuanto al rendimiento, se espera un comportamiento similar al de 2017.

En términos generales, si se mantiene una edad de cosecha alrededor de los 14 meses es posible que el TCH esté alrededor de 130 toneladas y el rendimiento tenga un comportamiento muy similar al 2017.

Estas proyecciones de largo plazo tienen una incertidumbre asociada mayor que las de corto plazo y dependen del comportamiento del clima como lo estableció la NOAA.

#### Proyección de TCH y rendimiento para 2018



\* La proyección se realiza con base en modelos temporales con funciones de intervención.

#### Observaciones sobre la acumulación de sacarosa en la caña

La caña produce sacarosa durante todo su ciclo de vida pero consume gran parte de ella en la formación y crecimiento de tallos, hojas y raíces; sólo después de los 10 meses de edad, cuando entra a la etapa de maduración y el ritmo de crecimiento de los tallos disminuye, el balance entre producción y gasto deja un excedente de sacarosa que se acumula hasta el momento de la cosecha.

Para mantener una producción estable de sacarosa es fundamental conocer el efecto de la variación climática en el crecimiento, desarrollo y producción del cultivo. Este conocimiento es útil para ajustar el manejo agronómico en relación con el consumo de agua de las variedades de caña, la nutrición con nitrógeno y la maduración inducida, a fin de moderar las variaciones drásticas de la producción por efecto del clima.

AGUA: la eficiencia en el uso del agua está dada por la cantidad de CO<sub>2</sub> que ingresa a la hoja con respecto a la cantidad de agua que sale de ella en forma de vapor. Dependiendo de las condiciones ambientales, la variedad CC 01-1940 requiere entre 1200 mm y 1500 mm de agua en 12 meses para producir alta biomasa, de modo que es más eficiente en el uso del agua que otras variedades. Para favorecer la acumulación de sacarosa en la etapa de maduración es conveniente que el cultivo esté bajo déficit de humedad y no se debe aplicar riego que estimule el crecimiento y por consiguiente el gasto de sacarosa.

NUTRICIÓN: la eficiencia de uso de los nutrimentos se basa en la capacidad de producir biomasa a partir de los elementos disponibles en la solución del suelo. No se debe aplicar más de las cantidades de nutrimentos requeridas de acuerdo con los análisis de suelo y de tejido foliar.

MADURACIÓN: la eficiencia del madurador está dada por la capacidad para regular el crecimiento de los tallos en la fase de maduración y favorecer la acumulación de sacarosa sin afectar la producción de caña. Las dosis dependen de la variedad, el peso de la biomasa y la humedad disponible entre la aplicación y la cosecha. Por su alta resistencia y biomasa, la CC 01-1940 requiere dosis más altas de madurador que otras variedades. El madurador permite incrementar la producción de azúcar entre 5 y 6 kg por cada tonelada de caña molida.



#### Agricultura Específica por Sitio (AEPS)

Desde el año 2000 Cenicaña aporta al desarrollo del enfoque de AEPS en el valle del río Cauca facilitando la adopción de prácticas sostenibles en las fincas productoras de caña mediante la investigación y la validación de tecnología, la oferta de servicios de información en web y la capacitación de productores y usuarios finales.



La etiqueta identifica los avances de 2017 en materia de AEPS, los cuales se presentan a lo largo de este informe en las páginas: 37, 46, 49, 75, 79 y 82.





#### **MISIÓN**

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

Cenicaña obtiene variedades de caña que se adaptan a las necesidades de la agroindustria de hoy y del futuro. Para lograrlo, la investigación no sólo debe ser permanente, sino probar nuevas tecnologías, integrar diferentes áreas de la ciencia y ajustarse a las necesidades del mercado.

En ese sentido, a continuación se presentan los principales avances del 2017 en aras de obtener variedades que mejoren la productividad y rentabilidad de la agroindustria.

Uno de los aportes más significativos para apoyar el desarrollo de las nuevas variedades Cenicaña Colombia fue el diseño de una estrategia que impulse su adopción y aumente rápidamente su área de siembra. Esta estrategia empezó con la instalación de experimentos en tres ingenios y la implementación de tecnologías para aumentar la producción de semilla y garantizar la disponibilidad de ésta.

Se presentan también los resultados más significativos de tres pruebas regionales para cada ambiente de selección y los avances más destacados respecto al uso de la biotecnología para mejorar dicha selección. En ese sentido, se resalta la validación de tecnologías para la identificación de marcadores moleculares y los primeros pasos para la construcción del genoma de la variedad CC 01-1940.

En cuanto a sanidad vegetal en las siguientes páginas se resumen los principales hallazgos de la evaluación fitosanitaria a las variedades en proceso de selección, los resultados de la implementación de los sistemas de inmersión temporal para agilizar la multiplicación de semilla y las observaciones realizadas al seguimiento del barrenador del tallo *Diatraea spp.* en el valle del río Cauca y el país y a la acción de los taquínidos y otras alternativas de control biológico como *Trichogramma exiguum y Cotesia flavipes*.

## Promover la adopción de las variedades CC

#### Nueva estrategia por etapas

Cenicaña diseñó y puso en marcha una estrategia para impulsar la adopción de nuevas variedades CC y aumentar su área de siembra en menor tiempo. La estrategia consiste en evaluar las variedades sobresalientes de las pruebas regionales en cuatro etapas y de manera conjunta con los ingenios.

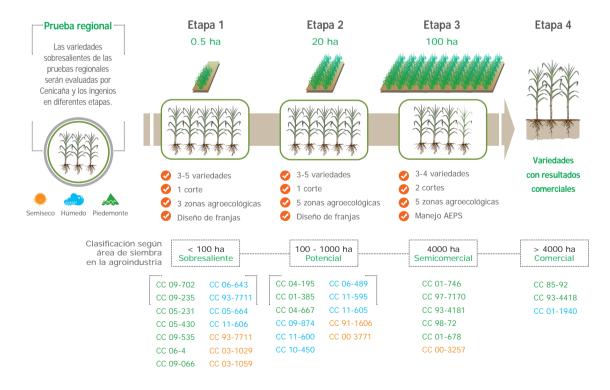
En la primera etapa se escogen entre tres y cinco variedades sobresalientes; cada una de ellas, de acuerdo con sus condiciones agroecológicas, es sembrada por el ingenio en media hectárea y comparada con las variedades testigos (CC 85-92 y/o CC 01-1940). Aquellas variedades que superen en productividad a los testigos continuarán a la segunda etapa en 20 hectáreas cada una,

sembrando siempre los testigos de la zona. Posteriormente, las variedades que se destaquen frente a las comerciales pasarán a la tercera etapa, con áreas de siembra de 100 hectáreas; en esta tercera fase se hará manejo de AEPS y prueba de fábrica para ver su adaptación comercial.

De esta manera, la agroindustria de la caña dispondrá de suficientes datos semicomerciales y comerciales para hacer análisis económicos y estadísticos que respalden las decisiones de renovación o las proyecciones de productividad del sector.

Esta estrategia fue presentada a todos los ingenios (Figura 11), a los cuales se distribuyó semilla de las variedades sobresalientes y potenciales, y con tres de ellos (Mayagüez, Carmelita, Riopaila-Castilla [Planta Castilla]) se iniciaron experimentos en las diferentes etapas aprovechando la semilla disponible.

**Figura 11.**Esquema de la estrategia de adopción y multiplicación de las variedades CC que están actualmente en etapas de adopción.





Actualmente Cenicaña identifica las fuentes de semilla sana para incrementar las principales variedades de acuerdo con los tres ambientes de selección. En el **Cuadro 6** se observa el listado de variedades, área sembrada y proyecciones de multiplicación para el 2018. Estas variedades serán entregadas a los ingenios para establecer lotes para producción de semilla básica.

Adicionalmente, hay un grupo de variedades que son propagadas por cultivo in vitro para usarlas en la siembra de semilleros sanos tipo fundación. Las variedades en proceso de limpieza son: CC 91-1606, CC 93-7711, CC 00-3771, CC 01-385, CC 04-195, CC 04-667, CC 05-430, CC 05-231, CC 05-664, CC 06-643, CC 06-489, CC 06-4, CC 09-066, CC 09-535, CC 09-235, CC 09-874, CC 10-450 y CC 11-600.

Las variedades CC 11-600, CC 05-430 y CC 09-235 se encuentran en experimentación en inmersión temporal (**ver página 39**).

## Desarrollar nuevas variedades de caña

#### Ambiente semiseco

Prueba regional, series 2004-2009. La evaluación de trece variedades y seis testigos continuó con el análisis combinado a través de ingenios (siete plantillas y tres socas). Los experimentos se realizan en cinco zonas agroecológicas (11H0 – 11H1 – 11H3 – 6H1 – 5H3), con el manejo agronómico sugerido por Cenicaña con base en el análisis de suelos y los riegos fueron programados a partir del balance hídrico. La cosecha se realizó entre los 12.6 y 16.3 meses después de la siembra (MDS). Las medias del experimento y de dos testigos fueron:

- Sacarosa (% caña) 14.8%, CC 85-92 (14.4%) y CC 01-1940 (14.6%).
- TCH 166, CC 85-92 ( TCH 157) y CC 01-1940 (TCH 173).
- TSH 24.5, CC 85-92 (TSH 22.5) y CC 01-1940 (TSH 25.4).

Cuadro 6.

Variedades sembradas en el semillero básico de Cenicaña para ser multiplicadas y entregadas a los ingenios en la etapa 1 y 2 de la estrategia de adopción.

	Variedades	Junio-septiemb (2017)	re	Enero-m (2018	A partir de junio (2018)	
Ambiente	sobresalientes o potenciales < 100 ha 100-1000 ha	Siembra y aplicación de inductores de resistencia a enfermedades (surcos)	Área (m²)	Total de yemas a extraer	Plántulas a producir	Plantas/ingenio
	CC 06-489	13	2047	136,500	100,000	10,000
	CC 09-874	13	2087	130,000	100,000	10,000
Húmedo	CC 10-450	16	2760	185,000	120,000	10,000
	CC 11-600	18	3430	220,000	120,000	10,000
	CC 05-430	10	1350	90,000	50,000	10,000
Semiseco	CC 09-535	10	1350	90,000	50,000	10,000
	CC 09-066	14	1950	90,000	50,000	10,000
<u> </u>	CC 93-7711	10	1350	90,000	50,000	10,000
Piedemonte	CC 91-1606	8	1080	64,000	35,000	10,000
	CC 00-3771	8	1080	64,000	35,000	10,000

El análisis combinado mostró diferencias estadísticas altamente significativas entre las variedades, ingenios y en la interacción variedad por ingenio. Los coeficientes de variación fueron bajos (entre 5.4% y 10.70%). La presencia y significancia estadística de la interacción variedad por ingenio sugiere que las variedades deben ser sembradas en zonas agroecológicas específicas y no se debe generalizar su siembra, lo cual reafirma el enfoque de Agricultura específica por sitio (AEPS) promovido por Cenicaña.

Las variedades CC 05-430, CC 05-231 y CC 09-535 mostraron valores altos de TSH tanto por la vía de sacarosa (% caña) como de TCH, produciendo entre 22% y 31% más TSH; entre 6% y 8% más de sacarosa (% caña), y entre 15% y 20% más TCH.

Por la vía de producción de toneladas de caña por hectárea se destacan las variedades CC 05-230, CC 09-066 y CC 09-702, las cuales produjeron entre 13% y 25% más TCH que CC 85-92 y entre 15% y 22% más TSH. Sacarosa % caña fue igual a CC 85-92.

La variedad CC 05-516 mostró alto contenido de sacarosa (% caña) (14% más que CC 85-92), pero su producción de toneladas de caña fue bajo.

De ese grupo de variedades se destaca CC 05-430 por ser el primer híbrido comercial producido a partir de dos líneas con un ciclo de autopolinización (CC 93-7716 como madre y la CC 93-71136 como padre, derivadas de PR 61-632 y Mex 64-1487, respectivamente); este logro significa un avance en el uso de las metodologías de mejoramiento genético.

Estado III, series 2010 y 2011. El ensayo lo conforman 48 variedades (cinco de la serie 2010; 38, de 2011; y cinco testigos comerciales), está ubicado en tres zonas agroecológicas (11H0 – 11H1 – 5H3) y a diciembre de 2017 se habían cosechado cuatro plantillas y una soca entre 12.3 y 15.3 meses después de la siembra. Las medias del experimento y dos testigos fueron:

• Sacarosa (% caña) 14.0%, CC 85-92 (13.7%) y CC 01-1940 (13.9%).

- TCH 148, CC 85-92 (TCH 136) y CC 01-1940 (TCH 162).
- TSH 20.5, CC 85-92 (TSH 18.5) y CC 01-1940 (TSH 22.3).

El análisis combinado a través de cinco localidades (cuatro plantillas y una soca) mostró diferencias entre variedades y localidades para las variables sacarosa % caña, TCH, TAH y TSH.

En la variable sacarosa (% caña) se destacaron las variedades CC 11-0240, CC 11-0302, CC 11-0414, CC 10-102 y CC 11-0196 por producir entre 22% y 10% más sacarosa que CC 85-92 y entre 21% y 8% más que CC 01-1940. Respecto a CC 85-92, por esta vía, la variedad CC 11-0240 permitió 17% más de ingresos, seguida de CC 11-0414 (11.9%), aunque sus tonelajes fueron iguales.

En TCH se destacaron las variedades CC 11-0026, CC 11-0249, CC 11-0210, CC 10-123, CC 11-0129, CC 11-0320, CC 11-0136 y CC 11-0067, las cuales produjeron entre 66% y 25% más toneladas de caña que CC 85-92, y entre 5% y 39% más que CC 01-1940. Respecto a CC 85-92 la variedad CC 11-0249 permite 10% más de ingresos por la vía del TCH, aunque la sacarosa % caña fue igual.

En la variable TSH hay que resaltar los resultados de las variedades CC 11-0249, CC 11-0136, CC 10-123, CC 11-210, CC 11-0320 y CC 11-0346, que produjeron ente 52% y 26% más toneladas de sacarosa que CC 85-92 y entre 26% y 10% más que CC 01-1940.

Las variedades CC 11-0136 (14%), CC 11-0346 (10.8%), CC 11-0403 (10.4%), CC 11-0433 (9.3%) y CC 11-0320 (9.2%) permiten mejor rentabilidad tanto por la ruta de la sacarosa y TCH.

Con respecto a la variedad CC 01-1940 por la vía de sacarosa, la variedad CC 11-0240 permitió 9.6% más de ingresos, seguida de CC 11-0414 (5.0%). Por la vía de TCH se destaca CC 11-0249, que permite 3.3% más de ingresos, también CC 10-123 (2.4%) y CC 11-0320 (2.5%), aunque la sacarosa % caña fue igual al testigo.



La variedad CC 11-0136 (7%) fue superior al testigo tanto por la ruta de sacarosa y el tonelaje, mientras CC 11-0346 (4%) y CC 11-0433 (3.0%) permiten mejor rentabilidad por la ruta de la sacarosa con tonelaje igual al testigo.

#### Ambiente húmedo

Prueba regional, series 2003-2006. El ensayo se realiza con siete variedades y tres testigos ubicados en las zonas agroecológicas 5H5, 6H1 y 10H5. Se realizó la cosecha de la plantilla y la primera soca, y las edades de cosecha estuvieron entre 11.4 y 15.0 meses. Las medias del experimento y de dos testigos fueron:

- Sacarosa (% caña) 14.7%, CC 85-92 (14.3%), CC 01-1940 (15.15%)
- TCH 150.1, CC 85-92 (TCH 154),
   CC 01-1940 (TCH 167.8)
- TSH 22.1, CC 85-92 (TSH 22.0), CC 01-1940 (TSH 25.4)

Se encontraron diferencias entre las variedades evaluadas y los testigos comerciales, y entre los ambientes de evaluación para todas las variables relacionadas con productividad. Los coeficientes de variación fueron bajos, alcanzando valores entre 7.3% y 12.7% para sacarosa (% caña) y TCH.

En la variable sacarosa (% caña) se destacó la variedad CC 06-648, que produjo 3.8% más sacarosa que el testigo. Ninguna de las variedades superó a CC 01-1940 para TCH, sin embargo se destacaron las variedades CC 05-664, CC 03-469 y CC 06-643. En TSH sobresalieron las variedades CC 03-469, CC 06-643 y CC 05-664, las cuales fueron estadísticamente iguales al testigo.

#### Ambiente de piedemonte

**Prueba regional, serie 2003.** El experimento se realiza con ocho variedades y cuatro testigos, en las zonas agroecológicas 22H0, 26H1, 28H3, 29H0 y 2H1. Las medias del experimento y de dos testigos fueron:

 Sacarosa (% caña) 14.6%, CC 85-92 (14.9%), CC 01-1940 (14.4%).

- TCH 103, CC 85-92 (TCH 107), CC 01-1940 (TCH 121).
- TSH 15.0, CC 85-92 (TSH 15.8), CC 01-1940 (TSH 17.5).

En sacarosa (% caña) sobresalieron las variedades CC 03-1029 (15.1%) y CC 03-1059 (15.0%), aunque fueron estadísticamente iguales al testigo CC 85-92. Respecto a TCH las variedades CC 03-1062 (106 TCH), CC 03-1059 (104 TCH) y CC 03-1050 (102 TCH), tuvieron valores ligeramente superiores CC 85-92, pero estadísticamente no se observaron diferencias. Las variedades CC 03-1059 y CC 03-1029 sobresalieron en TSH, pero estadísticamente no tuvieron diferencia con el testigo comercial.

# Mejorar el desarrollo de variedades con biotecnología

#### Validación de marcadores moleculares

En la búsqueda de herramientas biotecnológicas que complementen el proceso de mejoramiento genético de variedades, Cenicaña trabaja en la identificación de marcadores moleculares SNP (Single Nucleotide Polymorphisms) que permitan predecir características de interés agronómico para el cultivo de la caña. En 2016, con tecnologías de secuenciación de ADN, se identificaron marcadores moleculares SNP asociados a la producción de sacarosa y un grupo altamente polimórfico que servirá para diferenciar 220 genotipos de caña de azúcar y que tienen potencial para diferenciar todos los individuos del banco de germoplasma de Cenicaña. Luego de la identificación se deben validar los resultados previamente observados mediante una tecnología diferente a la secuenciación del ADN.

En 2017 Cenicaña comenzó dicha validación con 17 de los marcadores identificados (tres relacionados con la producción de sacarosa y 14 altamente polimórficos).

Para esta primera fase de validación se compararon dos tecnologías de análisis

directo: EP1 y Kompetitive Allele Specific PCR (KASP), de las compañías Fluidigm y LGC. Con la primera tecnología se reprodujeron los resultados previamente identificados de cinco marcadores SNP, mientras que KASP no logró reproducir ningún marcador. Este resultado permitió concluir que la tecnología Fluidigm es más eficiente para un cultivo genéticamente complejo como la caña de azúcar y, por lo tanto, se seguirá utilizando para validar estos cinco marcadores en una población diferente a los 220 genotipos.

# Avances en la construcción del genoma de CC 01-1940

Cenicaña avanzó en la secuenciación y ensamblaje del genoma de la variedad CC 01-1940 para conocer en detalle su contenido genético: número de genes, clasificación y distribución. Para ello se utilizaron las tecnologías de secuenciación Illumina, que se caracteriza por producir secuencias cortas de ADN; y PacBio, que produce secuencias largas. Cada conjunto de secuencias ha sido utilizado de manera independiente para realizar los primeros ensamblajes del genoma utilizando el ensamblador Canu (Koren, et al. 2016) y Falcon (Chin, et al. 2016). La herramienta Abbys (Simpson, et al. 2009) se utilizó sólo para secuencias cortas (Illumina)

Los resultados de la secuenciación fueron comparados entre sí y con un ensamblaje de la variedad brasilera SP 80-3280 (Riaño-Pachón and Mattiello 2017), liberado recientemente por el Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais. El ensamblaje realizado en Cenicaña con los datos PacBio y el ensamblador Canu logró secuencias más grandes (contigs) que las alcanzadas con las otras tecnologías y en menor cantidad, lo que sugiere mayor continuidad del genoma (Cuadro 7).

Si bien los análisis realizados aún son insuficientes para determinar el número de genes y su localización, a partir de esta información se podrá conocer la organización y estructura del genoma de la caña, especialmente de los híbridos modernos que se usan de manera comercial.

Cenicaña continuará con la producción de más secuencias PacBio de CC 01-1940 para avanzar en la construcción de su genoma, que servirá además como referencia para identificar marcadores moleculares SNP y complementar los estudios del proyecto asociación genotipo – fenotipo. Es de resaltar que, debido a la ausencia de un genoma de la caña de azúcar, actualmente la identificación de marcadores moleculares SNP se realiza con el genoma del sorgo (*Sorghum bicolor*), especie cercana evolutivamente.

#### Cuadro 7.

Resultados del proceso de ensamblaje para la variedad CC 01-1940, utilizando las lecturas cortas de Illumina y las lecturas largas de PacBio. En la quinta columna se presentan los datos estadísticos del ensamblaje generado por CNPEM en Brasil.

Variables		CNPEM		
Herramienta de ensamblaje	Abbys	Falcon	Canu	Canu
Tecnología de secuenciación	Illumina	PacBio	PacBio	Synthetic Long Reads
Variedad	CC 01-1940	CC 01-1940	CC 01-1940	SP 80-3280
Datos disponibles	107.2 Gpb*	45.2Gpb	45.2Gpb	390Gpb
Número de contigs	552,571	21,713	17,672	190,697
Tamaño total del ensamblaje	522 Mbp**	480 Mpb	642 Mpb	1167 Mpb
Mediana de los Contigs	951	34,296	42,300	8451

Giga pares de bases.



<sup>\*\*</sup> Mega pares de bases.

#### Nuevas herramientas bioinformáticas

Gran parte de las herramientas bioinformáticas de investigación disponibles han sido desarrolladas para organismos diploides, cuyos genomas tienen un nivel de complejidad menor al de plantas poliploides, como la caña de azúcar, Cenicaña creó un algoritmo que permite establecer de manera más precisa las relaciones de parentesco entre los diferentes miembros del género *Saccharum* conocimiento fundamental para avanzar hacia un esquema de mejoramiento asistido por marcadores.

La utilidad de este algoritmo se evaluó calculando las distancias genéticas de los 220 genotipos de caña de azúcar secuenciados para realizar los estudios del proyecto asociación genotipo-fenotipo, datos que se compararon con los resultados de herramientas bioinformáticas clásicas, como TASSEL (Bradbury, et al. 2007), desarrollada para organismos diploides.

Con el algoritmo desarrollado en Cenicaña se estableció un grupo conformado por la especie *S. spontaneum* y otro grupo de las especies *S. barberi, S. sinense* y *S. officinarum*. Esto difiere con el agrupamiento generado con TASSEL, donde todas las especies se mantuvieron en un mismo grupo. El algoritmo también logró una mejor separación de híbridos desarrollados en Colombia, Puerto Rico, Brasil, Estados Unidos y Australia, y estableció un grupo de individuos pertenecientes al género *Erianthus*, que mostró una separación más pronunciada respecto al resto de individuos.

Con el algoritmo se identificó que las similitudes genéticas entre todos los individuos son mayores que las reportadas hasta el momento, lo que surgiere que los índices de diversidad publicados por diferentes autores están sobre estimados y, por lo tanto, se requieren mayores esfuerzos para ampliar la base genética del cultivo.

### **AEPS**

#### Sistema de recomendación de variedades

Durante el 2017 Cenicaña mejoró el Sistema de recomendación de variedades y continuó socializándolo entre ingenios y proveedores. El Sistema es un aplicativo basado en la productividad según la consociación del suelo con el cual se afina la selección de variedades a nivel de suerte.

Esta herramienta fue desarrollada por Cenicaña con datos de todos los campos de la agroindustria sembrados y cosechados con la variedad CC 85-92 en el valle del río Cauca entre 2008 y 2017. La información se distribuyó según los ambientes semiseco, húmedo y piedemonte y se realizó un análisis de agrupamiento según las toneladas de caña por hectárea mes (TAHM) y su rendimiento, conformándose diferentes grupos de consociaciones con características de productividad similares.

Para asociar la productividad de distintas variedades a momentos determinados, el aplicativo toma periodos de clima procurando incluir efectos por La Niña y El Niño.

De esta manera, de manera dinámica y en tiempo real, la agroindustria puede conocer y comparar las cuatro variedades con mayor área cosechada en cada grupo y que supere en productividad (TAHM y rendimiento) a la variedad testigo.

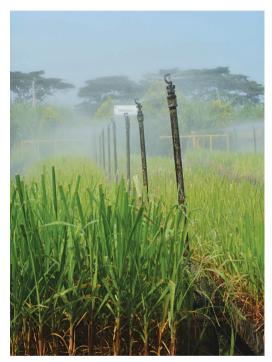
Debido a la gran cantidad de datos que almacena este programa, resultado de la investigación de Cenicaña, este año se incorporó un aplicativo para dispositivos móviles, que permite el registro en campo del inventario de flores para los cruzamientos. Adicionalmente, se evaluaron las bases de datos que servirán de soporte al proyecto de selección asistida por marcadores para incorporarlas al Sistema.

Informe Anual 2017

# Aumentar la productividad con cultivos sanos

### Evaluación fitosanitaria para selección de variedades

El manejo de las enfermedades en el cultivo de la caña comienza con la selección y siembra de variedades resistentes, de ahí la importancia de la evaluación fitosanitaria durante todo el proceso de desarrollo varietal.





Riego en el área de terrazas del servicio de multiplicación y propagación de variedades (arriba). Profesional de Cenicaña inspeccionando en campo enfermedades de caña.

En ese sentido, durante el 2017 se evaluaron 115,745 plántulas/variedades en terrazas y en diferentes estados de selección para los tres ambientes. Del total de materiales evaluados 11.3% se eliminó por susceptibilidad a roya café; 1.8%, por susceptibilidad a roya naranja; 3.8%, a mosaico; y 0.02%, a carbón. El 83.3% de las plántulas/variedades presentó resistencia a roya café, roya naranja, mosaico y carbón.

## Ensayos para agilizar la multiplicación de semilla

Con el fin de aumentar la tasa de multiplicación de semilla sana obtenida a partir del sistema convencional se implementó una estrategia cuyos primeros ensayos mostraron resultados que, incluso, facilitarían el establecimiento de semilleros fundación sanos, puesto que disminuirían los costos por planta obtenida.

La estrategia consiste en incluir sistemas de inmersión temporal (SIT), tipo RITA® y biorreactores en las etapas de elongación y multiplicación del cultivo *in vitro* (**Figura 12**), para lo cual se realizaron dos bioensayos en la variedad CC 01-1940.

Los experimentos mostraron que con el sistema de inmersión temporal aumentó el número de brotes (11 brotes en cinco frascos tipo compota) y con los biorreactores se obtuvo una tasa cuatro veces mayor respecto a los testigos (183 brotes en un solo frasco) y una mejor calidad de los explantes. Además, con el biorreactor disminuyó el volumen del medio utilizado por explante (8.7 ml) respecto a lo utilizado en el sistema convencional (13.6 ml). Teniendo en cuenta los medios de cultivo, insumos, jornales, servicios y depreciación de equipos, al analizar el costo de cada planta producida por el sistema convencional frente a las producidas con los biorreactores se obtuvo una reducción de 60.2%. Actualmente se está validando el sistema con otras variedades para escalar la producción de plántulas a partir del segundo semestre del 2018.



### Figura 12.

Flujo del proceso de multiplicación  $in\ vitro$  con los sistemas de inmersión temporal tipo RITA $^{\circ}$  y biorreactores.

#### Termoterapia y extracción de meristemos









#### Establecimiento







Recipiente de inmersión temporal automática RITA® (CIRAD)

#### Multiplicación







Biorreactor (BIT) (CENICAÑA)

#### Enraizamiento



Frascos de 250 ml 10 plantas/frasco

#### Endurecimiento



Informe Anual 2017

# Ampliación del banco de germoplasma

El permanente intercambio de germoplasma ha sido fundamental para contar con fuentes de genes adicionales para el proceso de mejoramiento de la caña, puesto que el 70% de las variedades introducidas son empleadas en los cruzamientos locales.

Como fruto del convenio de intercambio con RIDESA, Brasil, en la Estación de Cuarentena Cerrada - ICA (Mosquera, Cundinamarca) se sembraron las variedades RB 82-5336, RB 83-5054, RB 83-5089, RB 84-5210, RB 85-5036, RB 85-5511 y RB 92-5345. También se importaron de México 448.5 gramos de semilla sexual de cruzamientos biparentales de la generación 2016. Una muestra de esta semilla se sembró en el invernadero de Cuarentena ICA - Estación Experimental de Cenicaña (San Antonio de los Caballeros, Florida) para revisión por parte de la autoridad gubernamental.

# Seguimiento a *Diatraea* y sus parasitoides en el valle del río Cauca

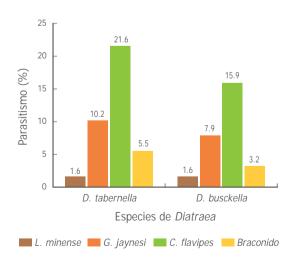
En el 2017 se detectó una reducción en la tendencia de incremento del daño causado por *Diatraea* en los ingenios Sancarlos y Risaralda. En el primer ingenio el porcentaje de entrenudos barrenados se sostuvo entre 3% y 5%, mientras que en el segundo se situó entre 5% y 7%; sin embargo, los esfuerzos deben continuar puesto que la acción del control biológico requiere de tiempo.

A finales del 2016 en la zona centro – sur se presentaron altos niveles de daño (entre 8% y 11%) por poblaciones de *Diatraea saccharalis*, principalmente; sin embargo, luego de ajustar los planes de manejo para esta especie a comienzos del 2017 se registró un descenso en los niveles de daño (entre 5% y 7%). Por su parte, en la zona sur los niveles de daño se mantuvieron bajos, pero se empezaron a formar focos producto de altas poblaciones de *D. saccharalis* y de la colonización de *D. busckella*.

Por otra parte, el ingenio Risaralda realizó un diagnóstico del estado de los barrenadores en sus áreas de influencia (distribución y nivel poblacional) para analizar los programas de control. Según lo observado, la avispa Cotesia flavipes superó a los taquinidos Lydella minense y Genea jaynesi en parasitismo y se constituye en el principal enemigo natural de la plaga en la zona norte (Figura 13). La presencia y establecimiento de C. flavipes está influenciado por las liberaciones comerciales que implementó el ingenio en toda la zona norte de la región, contribuyendo con el manejo de la plaga, y con la acción del complejo de enemigos naturales que se disponen para tal fin.

Respecto a los niveles de parasitismo según la especie de *Diatraea*, en *D. tabernella* se encontraron bajos niveles de parasitismo por *L. minense*, lo cual ha sido constante desde el hallazgo de esta especie en la región; sin embargo *G. jaynesi* presenta potencial en el parasitismo que causa sobre las diferentes especies de la plaga. Se proyecta que este taquínido pueda incrementarse a partir del trabajo de conservación de las áreas de refugio.

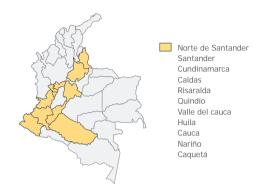
**Figura 13.**Parasitismo de larvas de *Diatraea* en 52 suertes del ingenio Risaralda (n= 651 larvas). 2017.



#### Identificación de Diatraea y sus parasitoides en zonas productoras de caña

Cenicaña inició un trabajo de reconocimiento de especies de *Diatraea* y sus parasitoides en once departamentos, puesto que a nivel de país no existe información actualizada sobre la presencia y distribución de las diferentes especies de la plaga y sus enemigos naturales.

Con los primeros resultados se estableció que *D. busckella* está presente en el mayor número de departamentos, mientras que *D. saccharalis*, *D. indigenella* y *D. tabernella* están distribuidas en diferentes zonas del país. Además, se encontraron nuevos registros para el país en el departamento del Caquetá con las especies *D. centrella*, y *D. albicrinella*, y se halló una nueva especie para la ciencia que está en proceso de determinación por parte de un taxónomo especializado.



Por otra parte, se encontraron cinco tipos de parasitoides de larvas, *Billaea* sp., *Lydella* sp., *Genea* sp. (Diptera: Tachinidae), *Cotesia flavipes* y un Braconido por identificar. Este trabajo aporta información fundamental para la elaboración de estrategias de manejo de la plaga.

# Avances de investigación alrededor del control biológico

El uso de parasitoides como los taquínidos *Lydella minense* y *Billaea claripalpis* ha sido fundamental en el control de los barrenadores *Diatraea* en el valle del río Cauca. Sin embargo, tras el hallazgo de *D. tabernella* y *D. busckella* se ha observado una reducción de los parasitismos y el incremento del daño por la plaga.

Con el objetivo de determinar si existe algún tipo de resistencia de estos barrenadores a los parasitoides, Cenicaña inoculó larvas de las cuatro especies presentes en la región (D. tabernella, D. busckella, D. indigenella y D. saccharalis) con cresas de L. minense y B. claripalpis para observar diferencias en la eficacia biológica de los taquínidos dependiendo de su hospedante.

Se halló que independiente del parasitoide el porcentaje de larvas parasitadas fue más bajo en *D. tabernella* y *D. busckella* comparado con *D. saccharalis* y *D. indigenella*. Así mismo, *L. minense* disminuyó la cantidad de puparios por larva cuando parasitaron a *D. tabernella* y *D. busckella*.

Lo anterior plantea la necesidad de combinar alternativas de control como *Trichogramma exiguum* y *Cotesia flavipes*, con el fin de superar la ineficiencia de los otros controladores en el campo, pero sin descartar el uso de los taquínidos que siguen siendo eficientes en el manejo de las otras dos especies del complejo *Diatraea*.

Por otro lado, una evaluación a franjas vegetales en áreas de producción de caña mostró efectos positivos sobre la abundancia tanto de taquínidos como de otros insectos benéficos, lo que lo hace viable como estrategia de control biológico por conservación (estímulo al control biológico natural) para la regulación de los barrenadores.

Para la evaluación se establecieron seis franjas de vegetación (50 m) a lo largo del valle del río Cauca con cuatro especies de arvenses atractivas para taquínidos, algunas establecidas a partir de vivero; se comparó con una franja desprovista de vegetación como control y se realizaron muestreos de abundancia mediante la aplicación de un atrayente (miel diluida) sobre las áreas de observación. Se encontraron diferencias significativas con mayores abundancias para las franjas vegetales en la población de insectos depredadores, parasitoides en general, individuos de la familia taquínidae y particularmente en individuos de *Genea* spp (Figura 14).

Este resultado demuestra la importancia de la conservación de refugios vegetales para contribuir a la regulación de las poblaciones de la plaga.

## Seguimiento del salivazo *Mahanarva bipars* al norte del valle del río Cauca

En el 2017 se confirmó la presencia de la especie *Mahanarva bipars* en lotes de caña de azúcar del norte del valle del río Cauca, en cercanías al municipio de Viterbo, en Caldas. Su detección se constituye el primer registro

de esta especie para la región (en el año 2004 se registró por primera vez en el territorio colombiano atacando cultivos de caña panelera en Guática, Risaralda) y representa una amenaza a la productividad de la agroindustria. Con la colaboración del ICA, en septiembre se emitió una alerta fitosanitaria y se iniciaron labores de divulgación en los diferentes ingenios y agricultores.

Cenicaña planteó un plan de trabajo a corto plazo (detección y erradicación) y mediano plazo que comprende la validación de investigaciones realizadas previamente en condiciones de caña panelera y prioriza la implementación de alternativas de control biológico.

El esquema de trabajo a corto plazo contempla el uso de insecticidas químicos como medida inicial de choque para su erradicación y/o contención y recomienda no usar semilla de los campos con presencia de la plaga, utilizar trampas pegajosas amarillas para verificar su presencia en la zona, manejar arvenses de hoja angosta que sirvan de refugio para la plaga y establecer planes de limpieza para los equipos y maquinaria utilizada en la zona de infestación.

**Figura 14.**Observación de individuos de *Genea jaynesi* en franjas vegetales donde se preservaron las arvenses.



### Servicios de sanidad vegetal\*



#### Diagnóstico de enfermedades

- Se evaluaron muestras provenientes de 4539 hectáreas, entre semilleros y lotes comerciales, para un total de 8407 análisis para raquitismo de la soca (RSD), escaldadura de la hoja (LSD), virus de la hoja amarilla (SCYLV), virus del mosaico (SCMV) y virus baciliforme (SCBV).
- 5265 análisis correspondieron a solicitudes externas de ingenios, proveedores y entidades en convenio; y 3142, a solicitudes internas de Cenicaña como apoyo a investigaciones y servicios.
- Los ingenios que más enviaron muestras fueron, en su orden: Providencia, Riopaila-Castilla (La Paila), Manuelita, Sancarlos, Risaralda y Mayagüez. Las variedades más evaluadas según el área fueron CC 01-1940, CC 85-92, CC 93-4418, CC 97-7170, CC 00-3257, CC 01-678 y CC 98-72.
- Incidencia en lotes comerciales:

RSD: 0.38% - LSD: 0.14% - SCYLV: 7%

Incidencia en semilleros:

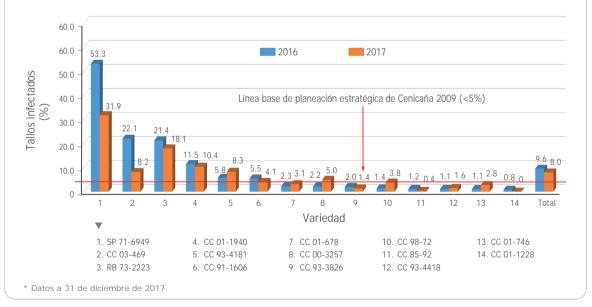
RSD: 0.5% - LSD: 0.3% - SCYLV: 8.6%.

Con respecto a 2016 se observó una disminución de incidencia de RSD y SCYLV y un leve incremento para LSD.

• Las variedades SP 71-6949 y RB 73-2223 mostraron altos niveles de incidencia del virus de la hoja amarilla, seguida de CC 00-3771 y CC 01-1940; sin embargo, se observaron disminuciones de incidencia de la hoja amarilla del 2016 al 2017 (**Figuras 15**).

Figura 15.

Incidencia del virus de la hoja amarilla (SCYLV) en las principales variedades evaluadas por el Servicio de Diagnóstico de Enfermedades. 2017.



Informe Anual 2017

### Servicios de sanidad vegetal\*



#### Inspección fitopatológica en campo y laboratorio

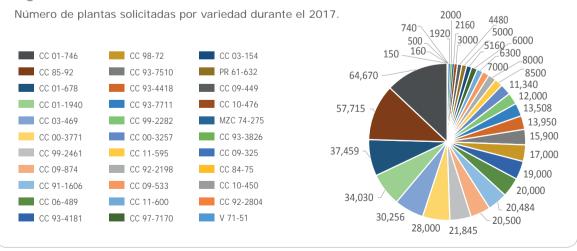
- Inspecciones: 23 haciendas correspondientes a aproximadamente 326 hectáreas, con edades entre 3 y 13 meses y entre 0 y 12 cortes.
- Variedades más evaluadas: CC 01-1940, CC 85-92, CC 01-678, CC 93-4181, CC 01-746, CC 93-4418, SP 71-6949, CC 99-2461, CC 00-3771, CC 91-1606, CC 84-75, CC 98-72, CC 01-678, CC 97-7565, CC 09-066, CC 97-7170, CC 04-195, CC 08-22, CC 09-235, CC 09-702, CC 06-4, CC 09-368, CC 09-535 y CC 09-066.
- Observaciones: respecto a roya café se encontró alta severidad en las variedades CC 85-92 y SP 71-6949, por lo que ya se consideran susceptibles a la enfermedad; las variedades CC 98-72, CC 08-22 y CC 09-235 mostraron baja severidad. En roya naranja se observó alta severidad en CC 97-7565 y RB 73-2223 y baja severidad en CC 01-678, CC 01-746, CC 99-2461, CC 09-066, CC 09-235, CC 09-702 y CC 09-535. Respecto a carbón se halló baja incidencia en CC 01-1940, CC 91-1606 y CC 97-7170.



#### Multiplicación y propagación de variedades

En el 2017 fueron solicitadas 498,727 plantas de diferentes variedades, de las cuales se entregaron 437,000 a ingenios (Carmelita, Riopaila-Castilla Agrícola e industrial, Manuelita, Mayagüez, Pichichí, Risaralda y Sancarlos), proveedores (Hacienda san José S. A, La Palestina S.A., CIAT, Inversiones Alvalena S.A. e INESA), entidades en convenio (Universidad de Caldas-BEKDAU) y experimentación. Se entregaron plantas de 33 variedades, entre las que sobresalen CC 00-3257, CC 00-3771, CC 01-1940, CC 01-678, CC 01-746, CC 03-154, CC 03-469, CC 06-489, CC 09-325, CC 09-449, CC 09-533, CC 09-874, CC 10-450, CC 10-476, CC 11-600, CC 11-595, CC 84-75, CC 85-92, CC 91-1606, CC 92-2198, CC 92-2804, CC 93-3826, CC 93-4181, CC 93-4418, CC 93-7510, CC 93-7711, CC 97-7170, CC 98-72, CC 99-2282, CC 99-2461, MZC 74-275, PR 61-632, V 71-51 (Figura 16).









### **MISIÓN**

Mejorar la productividad, la rentabilidad y la calidad de la caña de azúcar mediante el desarrollo de tecnología requerida para el manejo del cultivo, preservando los recursos naturales.

Hoy la agroindustria debe enfrentar los desafíos que imponen el cambio climático y la variabilidad climática y al mismo tiempo ser productiva y rentable.

Para ello no es suficiente estudiar en detalle la planta; es necesario ampliar el conocimiento al suelo y al ambiente y a la relación de éstos con la planta, para así proponer prácticas agronómicas con enfoque de Agricultura específica por sitio.

En las siguientes páginas se presentan algunos avances de lo realizado en el 2017 para cuidar y hacer un uso responsable del recurso hídrico, como la construcción de una base de datos de propiedades hidroedáficas de los principales suelos del valle del río Cauca y la determinación de la evapotranspiración de la variedad CC 01-1940. Estos dos proyectos de investigación permitirán hacer un manejo más eficiente del agua en el cultivo.

También se muestran los resultados de dos estudios que contribuirán a la conservación de las cuencas y los suelos de la región: el monitoreo hidrológico realizado en la subcuenca Aguaclara, que ya completa datos de tres años de seguimiento; y un experimento sobre el impacto de los residuos de cosecha en la calidad de la materia orgánica de los suelos.

En el transcurso del año también se trabajó en la evaluación de tecnologías como la georreferenciación de las líneas de surcado para guiar los equipos con pilotos automáticos y se determinaron los contenidos óptimos de nutrimentos para una variedad de caña. Todas estas investigaciones están encaminadas a mejorar la precisión de diferentes labores y, por consiguiente, a aumentar la productividad de la agroindustria.

Si bien en las siguientes páginas se presentan sólo algunos avances de investigación para el manejo del cultivo, por su carácter transversal la información relacionada con el clima y los desarrollos tecnológicos que se integran a redes de comunicaciones está disponible en diferentes capítulos a lo largo del Informe.

# Mejorar le eficiencia en el uso del agua para riego



### Avanza la construcción de una base de datos de propiedades hidroedáficas

Cenicaña continuó con la construcción de la base de datos de propiedades físicas e hidráulicas de los suelos más representativos del valle del río Cauca sembrados con caña, proyecto iniciado en el 2016. En el transcurso del 2017 se avanzó en diez consociaciones de suelos, que representan 38% del área de la agroindustria (**Cuadro 8**).

#### Cuadro 8.

Consociaciones de suelos representativos del valle del río Cauca incluidos en la base de datos de propiedades físicas e hidráulicas, 2017.

Consociaciones de suelos	Subgrupo
Ballesteros	Typic Endoaquerts
Burrigá	Typic Endoaquerts
Corintians	Typic Haplusterts
Nuevo Pichichí	Typic Haplusterts
Cantarina	Pachic Vertic Haplustolls
Florida	Entic Haplustolls
Galpón	Typic Calciusterts
Juanchito	Vertic Endoaquepts
Ricaurte	Vertic Haplustolls
Río Paila	Fluventic haplustolls

# Validación de tecnologías para un mayor control sobre el riego

En el 2017 Cenicaña instaló en seis predios de la agroindustria el sistema desarrollado en el 2016 para monitorear de manera continua y mediante sensores la humedad y la tensión del agua en el suelo. De esta manera se inició la fase de validación de la tecnología.

Paralelamente, este año se desarrolló un aplicativo para ver, en tiempo real y a través de diferentes dispositivos (celular, tableta o computador), el estado hídrico del suelo. El aplicativo es complementario al sistema de monitoreo. Las dos tecnologías serán fundamentales para tener un control de la programación de los riegos en el cultivo de la caña. Una vez concluya la validación y se analicen los resultados obtenidos se iniciará un proceso de transferencia tecnológica con ingenios y cultivadores.

El Centro de Investigación también empezó la construcción de sistemas económicos de medición del caudal del agua que garanticen la calidad y la precisión de los datos y registren, de manera automática, el caudal de operación y el volumen total de agua consumido.

### Determinación de la evapotranspiración de CC 01-1940

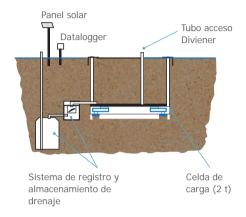
Mediante los métodos de lisímetros de pesaje y balance de agua en el suelo (Figura 17) se determinó la evapotranspiración (ETc) de la variedad CC 01-1940 en plantilla. Por el método del balance durante un periodo de 13 meses la ETc total fue de 1240 mm y la ETc media diaria de 3,29 mm/día; por el método de los lisímetros los valores fueron más altos debido al efecto de una mayor evaporación del agua acumulada en la superficie del suelo y en el dosel del cultivo. Con este método la ETc total fue de 1590 mm y la ETc media diaria de 4.22 mm/día. Con respecto a la variedad CC 93-4418 (5.35 mm/día, en lisímetros de pesaje), la evapotranspiración de CC 01-1940 fue menor.

Estos resultados se incorporarán al programa del balance hídrico. El experimento continuará para determinar la evapotranspiración en el próximo ciclo de cultivo (soca).

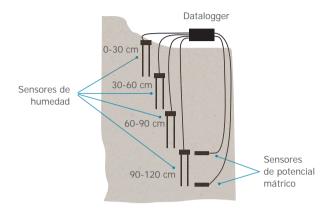


**Figura 17.**Métodos utilizados para la determinación de la ETc de la caña de azúcar.

### Método de lisímetros de pesaje



### Método de balance de agua con sensores de humedad y potencial mátrico



#### >> Ventajas:

- Ofrece mediciones con alto grado de precisión.
- Permite mediciones en suelos alterados.

#### >> Desventajas:

- Alto costo.
- Los equipos requieren mantenimiento permanente y durante éste se interrumpe el ciclo del cultivo.
- Puede ser afectado por altas precipitaciones (inundaciones).
- Su uso se limita a pocas repeticiones.

#### >> Ventajas:

- Permite mediciones con poca alteración del suelo.
- Requiere poco mantenimiento.
- Las mediciones se pueden realizar de manera continua durante varios ciclos del cultivo.
- No requiere instalaciones especiales.

#### >> Desventajas:

- Para una buena precisión se requieren varias repeticiones debido a la variabilidad de los suelos
- Alto costo de los equipos.

# Preservar los recursos naturales

#### Monitoreo en las cuencas

En el 2017 se completaron tres años de recolección de datos en la subcuenca Aguaclara, cuenca del río Bolo, donde se miden caudales, sedimentos, precipitación y otras variables con el fin de evaluar el impacto de las acciones de conservación que ejecuta la Fundación Fondo de Agua por la Vida y la Sostenibilidad (FAPVS). Los datos obtenidos en este periodo muestran que los flujos base de esta cuenca piloto se han mantenido estables en temporadas secas, considerándose un indicador de regulación hídrica.

Para estimar los cambios en los rendimientos de agua de la cuenca piloto y la producción de sedimentos este año se empezó a utilizar el modelo hidrológico SWAT (*Soil and Water Assessment Tool*), para lo cual se recolectan datos de hidrología, edafología, cobertura vegetal e infraestructura hidráulica de la zona y

se elabora un modelo digital del terreno. En la aplicación del modelo se incluirán escenarios de uso de la tierra, conservación en la parte alta y variabilidad climática.

La forma de capturar la información y su nivel de detalle, a través de estaciones equipadas con sensores y con una frecuencia continua de 15 minutos, han generado interés tanto de entidades locales e internacionales, como la Universidad Humboldt (Alemania); Unesco-IHE, a través del programa DUPC2; la iniciativa ClimateWise de las universidades de Stanford y Minnesota (EE.UU) y la Universidad de Sao Paulo (Brasil), entre otras, con las cuales se establecieron convenios de cooperación técnica y económica para validar y calibrar modelos hidrológicos con datos particulares de las condiciones andinas.

La información obtenida en el monitoreo y la validación internacional será un respaldo técnico para el diseño de planes de uso y manejo del recurso hídrico, puesto que hoy los modelos hidrológicos son utilizados por las entidades gubernamentales para emitir reglamentaciones y/o concesiones de agua en cuencas no instrumentadas.

# Mediciones de materia orgánica para apoyar investigaciones

Con el propósito de precisar el efecto de los residuos de la cosecha en las propiedades físicas, químicas y microbiológicas del suelo, Cenicaña implementó una metodología que determina el carbono (C) lábil y C lento o pasivo de la materia orgánica (MO), lo que permitirá incluirlos como variables en sus investigaciones.

El método convencional estima la MO por el porcentaje de C orgánico contenido en una muestra de suelo. Sin embargo, el C orgánico total está compuesto por C lento y el C lábil, que puede separarse y determinarse con la metodología de oxidación con permanganato de potasio.

El C lento resulta de la acumulación de sustancias orgánicas, su tiempo de vida en el suelo puede estar entre los 25 y 1000 años (representa el 95% del C total) y es responsable de la estructura del suelo y de actividades de intercambio iónico; por su parte, el C lábil o activo tiene un tiempo de vida en el suelo de aproximadamente 1.5 años (representa 5% o menos del C total), a partir de él los microorganismos realizan la mineralización, proceso responsable de su disponibilidad para las plantas. Entre los nutrimentos mineralizados se incluye el nitrógeno (N) lábil, por lo tanto, su disponibilidad en la MO del suelo depende del proceso de mineralización del C lábil.

A partir de la metodología de oxidación con permanganato de potasio, Cenicaña determinó y comparó el C lábil y el N lábil de un área con diferentes cantidades de residuos de cosecha de caña y a distintas profundidades.

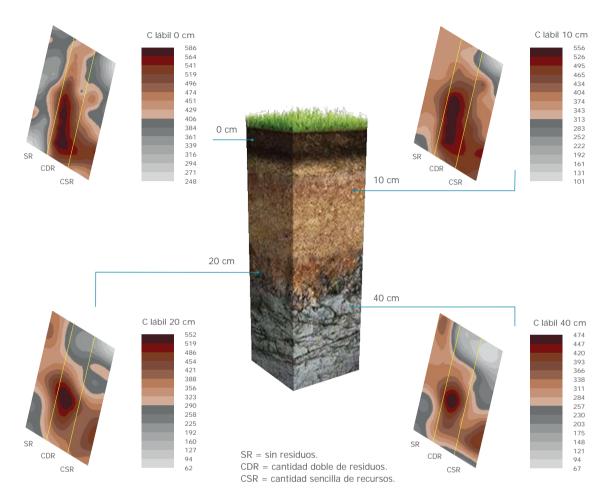
El estudio demostró que en suelos de textura arcillosa y franco-arenosa el retiro de los residuos de cosecha produjo una disminución del C lábil en todas las profundidades, influenciada por la textura y la cantidad de residuos. En suelos de textura más arcillosa la disminución de C lábil causada por el retiro de los residuos de cosecha fue menor que en el suelo con textura más franca. En el área con el doble de residuos de cosecha se observó un incremento del C lábil en todas las profundidades, pero el incremento se hizo más notorio en el área con mayor contenido de arcilla.

También se observó un comportamiento diferente del N lábil. En el área donde se retiran los residuos de cosecha los valores de N lábil fueron mayores, lo que hace suponer que al retirarlos se elimina una gran fuente de C lento, lo que balancea la relación C/N y se incrementa la mineralización de los residuos, produciendo un mayor contenido de N lábil o mineralizable (Figura 18).



Figura 18.

Distribución espacial de C lábil (mg/kg suelo) a cuatro profundidades en el experimento de manejo de residuos de cosecha. 2017.



# Mejorar la producción con labores más precisas



# Determinación de contenidos óptimos de nutrimentos

Con el objetivo de mejorar el manejo nutricional y la productividad de las variedades CC, Cenicaña determinó los contenidos óptimos de nutrimentos en el tejido foliar de CC 01-1940 y CC 93-4418, a los 3 y 6 meses de edad (**Cuadro 9**).

Si bien, los contenidos óptimos de los nutrimentos son una herramienta para el manejo del cultivo con enfoque AEPS, lograr una alta productividad no depende solamente de la fertilización. El manejo eficiente del agua (riego y drenaje), el diseño de campo, la nivelación del terreno, la selección adecuada de la variedad, semilla sana y labores oportunas y de calidad, entre otras, son fundamentales para garantizar una alta productividad.

Asimismo, la determinación de los contenidos óptimos no sustituye el uso de análisis

**Cuadro 9.**Contenido foliar óptimo de nutrimentos para las variedades CC 01-1940 y CC 93-4418 a los 3 y 6 meses después de la siembra.

Nutrimento -		CC 01	-1940	CC 93-4418		
		3 meses	6 meses	3 meses	6 meses	
	N	1.94	1.96	2.00	1.75	
	Р	0.24	0.25	0.25	0.20	
Elementos	К	1.56	1.71	1.40	1.40	
mayores (%)	Ca	0.33	0.36	0.37	0.44	
	Mg	0.21	0.21	0.26	0.35	
	S	0.16	0.16	-	-	
	Fe	133.40	103.56	114.00	105.00	
Elementos	Mn	47.84	40.64	40.00	48.00	
menores	Cu	5.66	6.40	6.10	5.70	
(mg/kg)	Zn	23.60	13.72	20.40	15.30	
	В	2.25	1.82	2.10	3.35	

de suelos y foliares. Mediante el análisis del tejido foliar (se debe tomar hacia los 6 meses de edad del cultivo de la caña), se puede observar qué tanto de lo aplicado al suelo fue asimilado por la planta, lo que permite evaluar la eficiencia del esquema de fertilización en el ciclo de cultivo o para ajustar el programa de fertilización del próximo ciclo, en caso de ser necesario.

## Drones para la georreferenciación de líneas de surcado

Con el propósito de ofrecer un respaldo técnico a cultivadores e ingenios en el uso de nuevas tecnologías en las labores de mecanización del cultivo, en el 2017 Cenicaña validó la georreferenciación de las líneas de surcado para guiar pilotos automáticos.

Para la validación se utilizaron líneas de surcado digitalizadas desde foto-mosaicos obtenidos con un dron, en un lote con un cultivo de 1.5 meses de edad. El 77.5% de las posiciones de las líneas obtenidas con imáge-

nes presentaron un error menor a 0.0254 m, precisión estándar que se obtiene al usar tractores que emplearon RTK (**Figura 19**).

**Figura 19.**Comparación de líneas de surcado digitalizadas desde foto-mosaicos obtenidos con un dron.







### **MISIÓN**

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

En el 2017 el proyecto Corte de caña, alce, transporte y entrega en fábrica (CATE) continuó con el seguimiento a la operación de la cosecha en la agroindustria, insumo fundamental para evaluar la eficiencia de esta labor del cultivo y adoptar medidas correctivas o implementar acciones de mejora.

En ese sentido, uno de los temas objeto de estudio este año fue el mantenimiento de las cosechadoras y su impacto en la operación. El estudio identificó prácticas que extienden la vida útil de estos equipos; asimismo, se avanzó en el desarrollo de un mecanismo de corte adaptado a la alzadora. Todas estas acciones, sin duda, contribuirán a mejorar la eficiencia de la cosecha y el transporte de caña.

El proyecto CATE continuó con la caracterización de la flota de cosecha y transporte de la agroindustria, que mostró un avance en la adopción de tecnologías promovidas por Cenicaña, como los vagones de autovolteo, lo que se traduce en más acciones innovadoras y responsables con el medio ambiente.

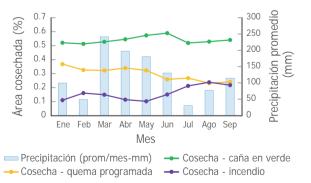
# Mejorar la eficiencia en la cosecha y transporte de caña

## Seguimiento de la operación de cosecha del sector

Con el objetivo de identificar el comportamiento de la operación de la cosecha en la agroindustria, durante el 2017 se realizó un seguimiento mensual del área cosechada, discriminada por modalidad y tiempo de permanencia en los ingenios. La información entre enero y septiembre de doce ingenios mostró:

- Área cosechada: 127,757 hectáreas, lo que representa un promedio mensual de 14,195 hectáreas. Con respecto al promedio mensual, en mayo se presentó una reducción del 52% como consecuencia del aumento de las lluvias entre marzo y mayo y/o paradas de las fábricas por mantenimiento.
- En los meses posteriores a mayo hubo un incremento del porcentaje de caña cosechada por quemas no programadas (incendios), reportándose el mes de agosto con un 22% del total del área cosechada (Figura 20). Esta condición generó un mayor deterioro de la sacarosa por el alto tiempo de permanencia de la caña.

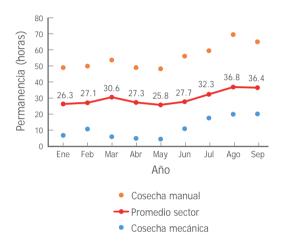
Figura 20. Área (ha) cosechada por modalidad de cosecha durante el período enero-septiembre de 2017.



 Durante el período junio - septiembre se observó un aumento de las horas de permanencia de la caña entre la quema, corte y llegada a los patios (Figura 21).

Figura 21.

Tiempos (hr) de permanencia por tipo de cosecha durante el período enero - septiembre de 2017.



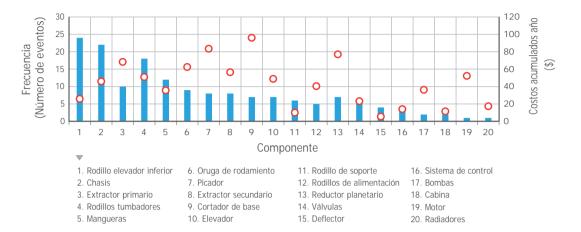
# Estudios sobre mantenimiento de equipos

Si bien los daños y costos de reparación de las máquinas empleadas en la cosecha dependen del mantenimiento preventivo, de la experiencia de operadores y mecánicos y las horas de la máquina y marca, Cenicaña realizó un diagnóstico de fallas y costos en una cosechadora con el objetivo de mejorar la eficiencia y rentabilidad de las labores de corte mecánico

El diagnóstico realizado en una cosechadora con 12,375 horas de uso mostró que una de las piezas con alto costo de reparación y frecuencia de daño relativamente baja fueron los reductores planetarios de la oruga (Figura 22); asimismo se identificó que el deterioro prematuro de los rodamientos y la entrada de suelo hacia el interior del reductor son las principales causas de la falla.



**Figura 22**. Diagnóstico de fallas y costo de mantenimiento anuales por componente en una cosechadora con 12,375 horas. No incluye costos de consumibles (combustible, lubricantes, cuchillas etc). 2017.



A través de la aplicación de análisis FMECA (Failure modes, effects and criticality analisys) se identificó la solución del problema a través de tres acciones:

- Aumentar la confiabilidad del sistema con alternativas de diseños disponibles en el mercado local.
- Implementar técnicas de mantenimiento como el análisis espectral del lubricante.
- 3. Disminuir la entrada de partículas.

Con estas acciones se espera extender la vida útil a aproximadamente 15,000 horas y superar las 8000 horas de operación que han alcanzado los reductores originales en las condiciones del cultivo en el valle del río Cauca.

# Avances en construcción de mecanismo de corte adaptado a la alzadora

Cenicaña continuó el proceso de construcción de un mecanismo de corte de caña larga adaptado a la alzadora de caña, con el fin de mejorar la densidad de carga en los vagones de transporte y así disminuir el costo de la tonelada de caña transportada. En el transcurso del año se consolidaron los planos definitivos del prototipo, se mejoró el sistema de refrigeración de la alzadora de caña donde se instala el mecanismo, se realizó un seguimiento al desempeño estructural de la alzadora y se realizaron pruebas de control en vacío del mecanismo para garantizar que cada uno de los movimientos del corte operen de acuerdo con lo diseñado.

Finalizando el 2017 comenzó la fase de prueba de campo del mecanismo, que tendrá una duración de tres meses y aportará datos para realizar mejoras al sistema y análisis económicos.

# Innovar con tecnologías de menor impacto ambiental

# Caracterización de la flota de cosecha y transporte

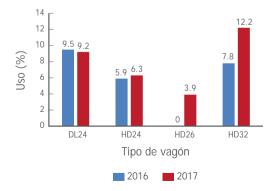
La caracterización de la flota de cosecha y transporte de los ingenios durante el 2017 permitió identificar la evolución de la adopción de los vagones de autovolteo y de transporte de mínimo peso (DL 24000, HD 24000, HD 26000 y HD 32000), tecnologías promovi-

das por Cenicaña e impulsadas por algunos ingenios porque contribuyen a reducir la compactación de los suelos y la generación de emisiones. La información recolectada en doce ingenios mostró lo siguiente:

- Existen 67 frentes de cosecha con capacidad potencial para cosechar 87,150 toneladas de caña por día, de las cuales el 63% (54,904) se cosechó mecánicamente. Con respecto al año 2016 se presentó un aumento del 6% de la cosecha mecánica.
- El 82% de los frentes de cosecha mecánica utilizó vagones de autovolteo y 18% realiza cadeneo con vagones de transporte tipo HD 12000 y HD 20000.
- De los 2411 vagones reportados, los más utilizados para el transporte de la caña fueron: Descarga alta (HD) 12000 (36%), HD 20000 (25%) y Descarga lateral (DL) 24000 (9%).
- Los vagones de transporte de mínimo peso tipo DL 24000, HD 24000, HD 26000 y HD 32000, que en el 2016 representaban el 24% de la flota, aumentaron su participación al 31% en el 2017 (Figura 23). Este incremento está asociado al mayor uso de vagones tipo HD 26000 y HD 32000.

Figura 23.

Distribución porcentual del uso de diferentes tipos de vagones de transporte de caña durante los años 2016 y 2017.



Con el objetivo de identificar relaciones entre la operación de la cosecha y la molienda Cenicaña realizó un análisis sobre la estabilidad de las operaciones del proceso CATE.

Para el análisis se relacionó la capacidad de cosecha con el promedio diario de caña molida en un ingenio en particular, durante el período 2014-2017 (47 meses). Los resultados fueron los siguientes:

- Solo en el mes de julio de 2014, agosto de 2015 y julio de 2016 el proceso CATE operó en su máxima capacidad (Figura 24), lo que evidencia la necesidad de mejorar la logística de la cosecha para entregar de manera oportuna la materia prima en las fábricas de acuerdo con su demanda.
- En abril del 2017 el CATE operó en el 52% de su capacidad. Este valor fue la máxima disminución durante el período de análisis y se asoció al efecto de la primera temporada de lluvias de ese año o a paros de mantenimiento de la fábrica.

La construcción de nuevas vías azucareras, la actualización de los equipos de cosecha, vagones y transporte y la capacitación permanente del personal vinculado a los procesos de cosecha son fundamentales para mejorar la oportunidad en la entrega a las fábricas.

Figura 24.

Comportamiento de la caña molida (tonelada de caña/día) y la capacidad potencial de cosecha (tonelada de caña/día) de un ingenio.







### **MISIÓN**

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

El Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia es protagonista de primer orden en la permanente evolución de la agroindustria hacia un mercado globalizado y cada vez más competitivo.

De ahí la importancia de la investigación para mejorar las eficiencias en la producción de azúcar y etanol y la cogeneración de energía en las fábricas y para identificar y avanzar en propuestas de valor agregado encaminadas hacia la diversificación y la sostenibilidad.

En las siguientes páginas se describen los principales resultados de las investigaciones realizadas en todas estas líneas de acción del plan estratégico institucional. En ese sentido, se destacan la determinación de un modelo para estimar el contenido de sacarosa entre corte y molienda, la implementación de herramientas que contribuyen a la reducción de sacarosa durante la cristalización y la evaluación de tecnologías para remover el color en los jugos de caña. Algunas de estas tecnologías ya han pasado a fase de validación con resultados destacados.

Cenicaña también continuó ampliando su conocimiento para reducir el impacto de los microorganismos en los procesos fabriles, investigaciones que además de conducir a mejoras en la producción de azúcar aportan a los procesos fermentativos asociados a la producción de etanol, y se enfocó, además, en evaluar la combustión de las calderas, con el objetivo de identificar alternativas para una operación completa.

Finalmente se presentan los avances en la evaluación de tratamientos para obtener más azúcares fermentables de los polímeros presentes en los residuos agrícolas de cosecha, en el desarrollo de herramientas para mejorar la gestión de mantenimiento de las plantas en el establecimiento de indicadores ambientales y en el inventario de gases de efecto invernadero. Todo lo anterior, en el camino trazado por Cenicaña para contribuir a la diversificación y sostenibilidad de la agroindustria.

# Mejorar la eficiencia en la producción de azúcar

### Modelo para estimar el contenido de sacarosa entre corte y molienda

Cenicaña estableció un modelo que permite estimar las pérdidas de sacarosa entre corte y molienda, lo cual facilita la identificación de las prácticas que generan mayores pérdidas de sacarosa de acuerdo a los sistemas de cosecha, los tiempos de permanencia y la materia extraña asociada a cada escenario.

Este modelo permite que, a partir de los datos de sacarosa (% caña) ingresando a la fábrica y la información de la cosecha, se pueda conocer la sacarosa en campo y establecer el escenario de cosecha que más pérdidas generó durante el mes.

Actualmente este modelo se está utilizando a escala experimental en cinco ingenios y se proyecta realizar verificaciones experimentales en las etapas comprendidas entre corte y molienda para comparar con la información suministrada por el mismo.

#### Evaluación de prácticas operativas

Con el objetivo de evaluar el impacto de diferentes prácticas operativas en la recuperación de sacarosa durante el proceso de cristalización, Cenicaña adaptó herramientas analíticas y de control estadístico para diagnosticar la estabilidad de los indicadores de calidad.

La implementación de éstas en un ingenio piloto permitió identificar las prácticas que más impactaron el proceso a su favor, tales como la preparación de la semilla y de los materiales que ingresan a los tachos, el continuo seguimiento de los cocimientos y el mantenimiento puntual de las mallas de centrifugas de C.

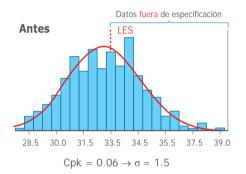
Con estas prácticas operativas el ingenio aumentó su índice de capacidad de proceso (Cpk), que pasó de 0.06 a 0.81 como indicador de mitigación de la variabilidad del proceso,

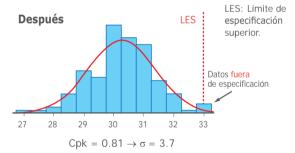
lo que representó una reducción de 0.8 kg en la sacarosa perdida en miel final por tonelada de caña y una mejora en calidad, al pasar de 1.5 a 3.7 sigma (σ) (**Figura 25**).

Durante el 2018 Cenicaña promoverá en más ingenios la adopción de estas herramientas como estrategia de control de los procesos de las plantas de azúcar.

Figura 25.

Pureza de miel final antes y después de implementación de prácticas operativas. 2017.





# Estrategias para disminuir las pérdidas de sacarosa

Cenicaña implementó una estrategia desarrollada en 2016, que mejora el control de pH en la clarificación de los jugos, lo que contribuirá a la reducción de las pérdidas indeterminadas de sacarosa durante la producción de azúcar.

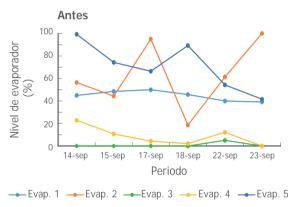
La estrategia fue implementada en un ingenio piloto en donde se redujo la variabilidad del pH y las pérdidas indeterminadas asociadas a un control inadecuado del pH pasaron de estar entre 75-120 g/t de caña a 65 g/t de caña.

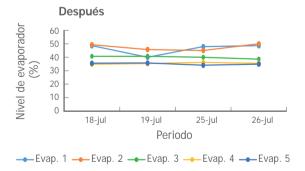


Otra fuente de pérdidas indeterminadas de sacarosa es la descomposición térmica en evaporadores, ocasionada por la falta de control de los niveles en los rangos adecuados (30 – 45% evaporador Roberts) para alcanzar el Brix objetivo.

En un ingenio piloto se implementó la estrategia de control que regula el Brix del último evaporador con la válvula de salida y el nivel en cada evaporador con la válvula de entrada de jugo, y se identificó una reducción de la pérdida térmica de sacarosa, que pasó de 0.12 ± 0.1% a 0.08 ± 0.02% (Figura 26).

**Figura 26.**Respuesta de la estrategia de control de pH implementada en un ingenio piloto. 2017.





Gracias a los resultados obtenidos con la implementación de las dos estrategias para disminuir las pérdidas de sacarosa, Cenicaña empezó a promover su adopción en otros ingenios de la agroindustria.

## Tecnologías para la remoción de color

Se avanzó en la evaluación de tecnologías para remover el color en los jugos de caña, por efecto de las variedades y del incremento de la materia extraña en cañas cosechadas mecánicamente.

Para la evaluación se tuvieron en cuenta tecnologías decolorantes que ofrecieran una mayor viabilidad técnico-económica respecto a la sulfitación gaseosa, tecnología tradicionalmente usada en los ingenios.

- Carbón activado en polvo: logró una reducción de color entre 20% 94%; sin embargo, es necesario evaluar una alternativa adicional para remover completamente el carbón residual que queda suspendido en el jugo.
- Peróxido de hidrógeno y reactivo Fenton: se lograron reducciones de 33% y 40%, respectivamente, comparadas con la reducción de 18%-28% obtenida con la clarificación convencional (Figura 27). Se evidenció, sin embargo, que la aplicación de peróxido puede reducir hasta 0.7 unidades el pH del jugo.

Figura 27.

Efecto de diferentes tecnologías decolorantes sobre el color del jugo de caña. 2017.



 Aditivos clarificantes con principios activos de poliacrilamida catiónica y/o policloruro de aluminio: los resultados mostraron que tres de los productos evaluados resultaron ser decolorantes efectivos con remociones de color entre 30% - 65% según la dosis aplicada, con el beneficio adicional de aumentar la remoción de turbiedad en el proceso de clarificación.

El paso a seguir será evaluar las tecnologías gaseosas (carbonatación y ozonización) a escala de laboratorio y finalizar con la evaluación de las tecnologías promisorias a escala piloto para cuantificar la remoción de color y de compuestos colorantes de cada una de ellas.

## Identificación de microorganismos asociados al proceso

En la búsqueda de alternativas para mejorar la eficiencia en la producción de azúcar, durante 2017 Cenicaña continuó ampliando su conocimiento sobre los microorganismos asociados al proceso.

A partir de técnicas de secuenciamiento de genes se identificaron cepas representativas de bacterias ácido lácticas contaminantes de mieles y mostos, que corresponden a las especies *Leuconostoc lactis y Enterococcus* spp.

Se proyecta generar conocimiento sobre las especies de bacterias y levaduras más representativas presentes en los principales materiales del procesamiento de la caña, para avanzar hacia alternativas que contribuyan a reducir su impacto en el proceso.

De otro lado es importante recordar que en el año 2016 el Centro de Investigación avanzó en la cuantificación de metabolitos durante el proceso de fermentación en la producción de etanol. A partir de esta cuantificación, en el 2017 se identificaron focos de contaminación microbiológica en el tándem de molienda de un ingenio piloto.

Con la concentración de metabolitos en los jugos y el simulador de procesos sucro-energéticos desarrollado por Cenicaña, Ceniprof, se realizaron balances de masa que reportaron que *Leuconostoc mesenteroides* es la bacteria más representativa en los jugos de caña y produce el manitol en una relación 1:1 con respecto a la sacarosa. Con esta relación será posible estimar las pérdidas de sacarosa asociadas a la presencia de este metabolito (**Figura 28**).

**Figura 28.**Cultivo en agar MRS de bacterias productoras de exopolisacárido.



## Adopción del modelo de imbibición en línea

Cenicaña ha desarrollado herramientas que mejoran y estabilizan el desempeño de la extracción en los molinos, entre ellas el modelo de imbibición en línea, que estima las toneladas de fibra procesadas para aplicar la cantidad de agua de imbibición adecuada. Actualmente, este modelo está implementado en el 55% de la caña molida.

En el año 2017 un ingenio del sector adoptó el modelo de imbibición en línea obteniendo beneficios en desempeño de extracción, estabilidad, capacidad del proceso y menor cantidad de agua aplicada por tonelada de caña, lo que se traduce en un ahorro de bagazo.



Un comparativo de los resultados utilizando el modelo y sin él durante cinco meses mostró un incremento en extracción de 0.16 unidades porcentuales (**Cuadro 10**) y mejor indicador de capacidad de proceso, lo que significa una mayor estabilidad para superar lo valores mínimos esperados de extracción (96.5%). Adicionalmente, el ingenio reportó un ahorro de 2405 toneladas de agua, equivalente a 489 toneladas de bagazo.

#### Cuadro 10.

Comparativo de indicadores de proceso en un ingenio piloto utilizando la estrategia de imbibición en línea y sin ella. 2017.

Indicador de proceso	Sin estrategia de control	Con estrategia de control
Extracción sacarosa (%)	96.68	96.84
Pérdidas sacarosa en bagazo (% caña)	0.44	0.40
Índice de capacidad (Cpk)	0.55	0.49
Desviación estándar	0.11	0.26

# Mejorar la eficiencia en la cogeneración de energía

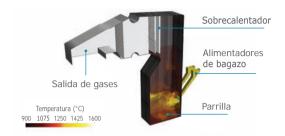
# Simulación del proceso de combustión en calderas

De acuerdo con evaluaciones realizadas por Cenicaña, las mayores pérdidas en la eficiencia de las calderas de las fábricas están asociadas al proceso de combustión (humedad del combustible, humedad en la reacción y combustible inquemado).

Con el propósito de examinar las características de la combustión en el hogar de la caldera con diferentes mezclas de combustibles y proponer mejoras para una combustión completa, se desarrolló una metodología para simular la reacción de los combustibles sólidos durante la combustión, y así observar la distribución de las temperaturas y especies químicas formadas en el hogar de la caldera (Figura 29).

#### Figura 29.

Perfil de temperaturas en el hogar de la caldera, obtenido con Dinámica Computacional de Fluidos. 2017.



La metodología se aplicó a la caldera de un ingenio piloto que emplea una mezcla de 70% bagazo y 30% carbón y permitió identificar que la combustión del bagazo se da mayoritariamente en suspensión, como consecuencia del mayor contenido de material volatil que posee frente al carbón.

La investigación continuará con evaluaciones en diferentes condiciones de operación como cambios en la mezcla de combustibles y en la distribución del aire de la caldera.

### Mejorar la eficiencia en la producción de etanol

## Herramientas para el desempeño de la fermentación

En todas las destilerías de la agroindustria Cenicaña implementó la herramienta balance de azúcares con el propósito de identificar el destino que toman los azúcares fermentables, que no se convierten en etanol en la producción de alcohol carburante.

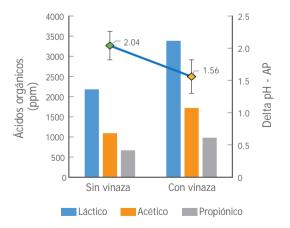
Esta herramienta (ajustada en las plantas de alcohol que emplean miel B y vinaza como materia prima) identificó que 21% de los azúcares que no se convierte a etanol se desvía hacia la producción de glicerol por la levadura; 18% se dirige hacia la producción de ácidos orgánicos como láctico, acético y propiónico, generados por contaminación bacteriana; y 48% se desvía hacia la producción de biomasa y otros metabolitos no identificados hasta el momento.

También se identificó que 13% de los azúcares fermentables que se alimentan al proceso fermentativo se pierden en forma de azúcares fermentables residuales (azúcares que no fueron consumidos) encontrando concentraciones de hasta 0.7% de éstos en el vino. Una de las razones por las que se dan estas altas concentraciones es la baja actividad metabólica de la levadura en el proceso fermentativo.

La actividad metabólica o vitalidad es un parámetro de calidad de las levaduras que se puede asociar a la capacidad de comportarse eficientemente en el proceso fermentativo. Para realizar esta estimación, Cenicaña adoptó de la industria vinícola la metodología del poder de acidificación y se identificó que la recirculación de vinaza al proceso fermentativo impacta de forma negativa la vitalidad de la levadura por la alta concentración de metabolitos (Figura 30).

Se proyecta implementar la medición de actividad metabólica de la levadura como parámetro de control en el proceso fermentativo, además de evaluar estrategias para disminuir el impacto de los factores de estrés que afectan este parámetro.

Figura 30. Evaluación de la actividad metabólica de la levadura con y sin vinaza utilizando la metodología del poder de acidificación.



### Innovar para la diversificación

### Evaluación de tratamientos para transformar polímeros en azúcares fermentables

Los residuos agrícolas de cosecha (RAC) están compuestos principalmente de tres tipos de polímeros: celulosa, hemicelulosa y lignina, que mediante procesos bioquímicos se transforman para obtener materiales con altos contenidos de azúcares fermentables y producir etanol u otros compuestos (Figura 31).

Para maximizar la hidrólisis de la celulosa y obtener hidrolizados con alto contenido de azúcares fermentables, en el 2017 el Centro de Investigación evaluó un pretratamiento consistente en combinaciones organolsolv y ácido sulfúrico que removió el contenido de lignina hasta en un 50%, logrando un sustrato con alto contenido de celulosa (mayor 70%).

La investigación continuará con la definición de mejores condiciones para la hidrólisis de este sustrato pretratado y así obtener una mayor concentración de azúcares fermentables.

Por otra parte, en el 2017 Cenicaña continuó participando del proyecto *Nuevos modelos de negocio para las empresas de la Iniciativa Clúster de Bioenergía del valle geográfico del río Cauca*, liderado por la Cámara de Comercio de Cali y ejecutado por la Universidad Nacional, sede Palmira, y la firma consultora Price Waterhouse, con cofinanciación de Innpulsa.

En el marco de éste el Centro de Investigación participó en la georreferenciación de biomasa cañera en el valle geográfico del río Cauca y el desarrollo de investigación aplicada, caracterización físico-química y pruebas piloto de densificación de RAC, que demostraron el potencial de los residuos en la diversificación de la agroindustria.



Figura 31.

Esquema para la obtención de los azúcares simples a partir de RAC.

### Polímeros presentes en los residuos agrícolas de cosecha (RAC)



#### Procesos bioquímicos

^

Pretratamiento



La estructura de los polímeros se fracciona para dar vía libre a las enzimas que los sintetizan Hidrólisis enzimática



Los polímeros son liberados en forma de azúcares simples (glucosa y xilosa).

# Implementar acciones que contribuyan a la sostenibilidad

### Desarrollo de herramientas de confiabilidad para la gestión del mantenimiento

Se diseñó una herramienta para calcular el tiempo promedio entre fallas (MTBF) y tiempo medio para reparar (MTTR) en el área de preparación de caña, con lo cual la agroindustria avanza hacia la adopción de indicadores globales de gestión de mantenimiento, enfocados en la eficiencia general de los equipos (OEE).

La implementación de la herramienta en dos ingenios pilotos permitió reducir los tiempos de reparación de un molino de 36 a 24 horas, y reconocer qué equipos requieren una condición o una frecuencia de mantenimiento diferente.

Por otra parte, en diferentes ingenios se rediseñaron equipos tras la utilización de la metodología de análisis de causa raíz (RCA) y análisis de modos de falla y criticidad (FMECA), lo que evidenció un aumento en la confiabilidad de la metodología.

# Uso eficiente del agua en el proceso sucroenergético

Con el propósito de implementar acciones efectivas para disminuir la contaminación del agua en el proceso sucroenergético, Cenicaña realizó un seguimiento a la operación de los evaporadores en un ingenio piloto y halló que el control de variables puede reducir significativamente los arrastres de azúcares hacia la fase de vapor, en donde podrían contaminar el agua del sistema de inyección y rechazo.

La contaminación del agua de este sistema reduce la posibilidad de reusarla, lo cual incrementa los costos asociados a labores de mantenimiento de equipos, limpieza de componentes, disposición de residuos líquidos y la cantidad de agua de fuentes externas utilizada como reposición.

Según la investigación, al disminuir del 50% al 40% el nivel de los materiales procesados en el evaporador de último efecto se redujo en más del 70% la cantidad de la sacarosa perdida a través del vapor. Esta medida además de controlar los arrastres de azúcar contribuye a la reducción de las pérdidas de sacarosa.

Sin un adecuado control, los eventos acumulativos de contaminación del vapor pueden representar elevados consumos de agua en labores de limpieza y reposición en una piscina de enfriamiento.

En un ingenio piloto se calculó que el volumen adicional consumido para reposición de

Informe Anual 2017

agua puede ser hasta de 0.34 m³/t de caña, equivalente al 30% del indicador de captación en los ingenios del sector. Ese mismo volumen debe ser dispuesto como vertimiento, por lo cual habrá una afectación del sistema de tratamiento de aguas residuales por la necesidad de depuración de carga orgánica adicional.

## Inventario de gases de efecto invernadero

La huella de carbono, además de ser un indicador de impacto ambiental, es una ventaja competitiva para la producción de etanol anhidro combustible en Colombia. Con el apoyo de Cenicaña, se consolidó y adoptó una herramienta para la construcción del inventa-

rio de gases de efecto invernadero (GEI) de la agroindustria y calcular la huella de carbono del etanol, siguiendo los lineamientos de la norma ISO 14064-1

El cálculo de la huella de carbono del etanol responde a la necesidad de cumplir con los límites establecidos por el Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible, en la Resolución 1962 de 2017.

En el ejercicio de la construcción de la línea base para el año 2016 el promedio ponderado de la huella de carbono para el etanol anhidro combustible desnaturalizado producido en Colombia es de 567 kgCO<sub>2eq</sub>/m³EtOH, con un máximo de 651 y un mínimo de 472 kgCO<sub>2eq</sub>/m³EtOH.

#### Servicios de laboratorio \*



#### **ANÁLISIS DE SUELOS Y TEJIDO FOLIAR**



#### ANÁLISIS DE CROMATOGRAFÍA

### 2818 muestras procesadas:

- 1699 de suelos (57.3% solicitudes de donantes y 42.7% análisis internos para la investigación).
- 1119 de tejido foliar (16.3% solicitudes de donantes y 83.7% análisis internos para la investigación).

### 4287 muestras procesadas:

- 2662 correspondieron a análisis de azúcares como sacarosa, glucosa, fructosa y glicerol.
- 1625, a ácidos orgánicos como indicadores de deterioro y contaminación en procesos de fermentación y en pérdidas de sacarosa.



#### **ANÁLISIS DE CALIDAD DE CAÑA\*\***

**19,433** muestras de caña procesadas, de las cuales 14,123 fueron Ceni-AD y 5310 correspondieron a análisis directo (tallos) y análisis de azúcares reductores.

- \* Información a 31 de diciembre de 2017.
- \*\* Análisis internos.





### **MISIÓN**

Proporcionar información en términos probabilísticos y metodologías de análisis económico y estadístico para apoyar la toma de decisiones en investigación y producción, con el fin de contribuir al desarrollo del sector azucarero colombiano y mejorar la eficiencia técnica y productiva, la rentabilidad y la competitividad de los procesos agroindustriales.

El compromiso institucional de contribuir a la competitividad y sostenibilidad de la agroindustria incluye la búsqueda de herramientas o alternativas para realizar análisis objetivos y tomar decisiones adecuadas.

En ese sentido, en el transcurso del 2017 Cenicaña se enfocó en diseñar una propuesta para realizar muestreos de manera aleatoria, lo que reduce la incertidumbre de los muestreos al azar y permite estimar con mayor exactitud y precisión indicadores de productividad.

La propuesta ha sido socializada con la agroindustria y está a disposición del sector para estimar toneladas de caña, concentración de sacarosa en tallos y la incidencia del virus de la hoja amarilla.

A continuación también se presentan los resultados de un análisis que estima el efecto de factores como la variedad, el corte y el clima, entre otros, en el rendimiento para cada ambiente del valle del río Cauca; y de un análisis comparativo entre variedades Cenicaña Colombia.

### Buscar alternativas para una agroindustria más competitiva

# Nueva propuesta para estimar parámetros de productividad y sanidad

Cenicaña diseñó protocolos de muestreo para estimar indicadores de productividad y sanidad con mayor exactitud y precisión, lo que contribuirá a mejorar la toma de decisiones en campo y fábrica por parte de ingenios y cultivadores.

Los protocolos se basan en un muestreo que garantiza el carácter aleatorio de la muestra para que ésta sea altamente representativa de la población de estudio. Dadas las características del cultivo de la caña de azúcar (gran cantidad de tallos en una suerte), la agroindustria hace estimativos a partir de muestreos al azar.

El muestreo aleatorio propuesto por el Centro de Investigación consiste en individualizar las unidades de la muestra (tallos) para lo cual deben estar identificadas en grupos de mayor jerarquía (o etapas). En el caso de las suertes de caña, las etapas son el surco, secciones de diez metros dentro de surco y metros lineales dentro de las secciones de diez metros. En cada metro lineal existen entre ocho y catorce tallos de caña de azúcar, lo que permite una selección aleatoria de éstos y la conformación de una muestra representativa.

Con el fin de ofrecer una herramienta para la agroindustria, Cenicaña determinó el número óptimo de tallos y la forma de selección de la muestra representativa para estimar las toneladas de caña, la concentración de sacarosa en tallos y la incidencia del virus de la hoja amarilla en una suerte en un momento dado y así disminuir la incertidumbre de los muestreos realizados al azar. En el caso específico de la estimación de sacarosa, el diseño de muestreo multi-etápico permitirá cuantificar en el campo y con alta precisión las

pérdidas entre el campo y la fábrica debidas al corte de caña, alce, transporte y entrega en fábrica.

Para definir el número de tallos para cada caso fue necesario realizar un muestreo piloto y determinar la etapa en la que se presenta mayor y menor variabilidad de los parámetros de interés. En términos porcentuales se presenta a continuación la variabilidad de TCH, sacarosa e incidencia de virus de la hoja amarilla hallados en el muestreo piloto (Cuadro 11).

#### Cuadro 11.

Porcentaje de variación del TCH, la sacarosa y la incidencia del virus de la hoja amarilla dentro de cada etapa del muestreo piloto aleatorio. 2017.

Variable	Etapa	Porcentaje de variación (%)
	Surco	11
TCH	Sección de 10 m	6
	Tallos	83
	Surco	7
Sacarosa	Sección de 10 m	24
en tallos	Sección de 1 m	18
	Tallos	50
	Surco	0
Incidencia	Sección de 10 m	8
de SCYLV	Sección de 2 m	13
	Tallos	78

En todos los casos se encontró que la mayor variación se encuentra entre los tallos de una misma sección de un metro (al interior de la cepa), consistente con el hecho de que allí puede haber tallos primarios, secundarios y terciarios que difieren en su edad, momento de crecimiento y desarrollo.

Los protocolos de muestreo aleatorio multi-etápico pueden ser aplicados a cualquier caso particular y pueden ser consultados con el Servicio de Análisis Económico y Estadístico, de Cenicaña.



### Analizar condiciones para mejorar la productividad y rentabilidad

# Estimación del efecto de algunos factores en el rendimiento por ambientes

En el 2017 Cenicaña realizó un análisis estadístico con el propósito de explicar los factores que más afectan el rendimiento del cultivo de acuerdo con el ambiente.

Para ello, con datos de información comercial desde 2010 a 2017, se cuantificó el efecto que tienen sobre este indicador de productividad factores como el clima, la variedad, el tipo y sistema de cosecha, la aplicación de madurantes, el corte y la modalidad de tenencia de las suertes de caña.

Si bien, existen más factores que pueden incidir directa o indirectamente en el rendimiento, como la fertilización, el riego y tiempos de permanencia, entre otros, el análisis se realizó sólo con la información disponible en Cenicaña. Por lo anterior, en la medida en que el Centro de Investigación disponga de más datos sobre manejo agronómico de las suertes, gestión de cosecha y fábrica se podrán perfeccionar la explicación de los modelos

De acuerdo con el análisis realizado en el ambiente de piedemonte todos los factores fueron significativos para explicar la variación del rendimiento, con excepción de la condición climática Niña durante la siembra y Normal en la cosecha y la condición Normal durante la siembra y Niño en la cosecha comparadas con la condición climática Normal en la siembra y Normal en la cosecha. En semiseco no presentaron diferencias significativas la variedad CC 01-1940 cuando se comparó con otras variedades y el manejo directo comparado con proveeduría; y en húmedo, todos los factores presentaron efecto significativo, con excepción del tipo y sistema de cosecha verde manual comparado con quemada manual.

A continuación se detallan los resultados del análisis realizado en el ambiente de piedemonte

#### Condiciones del análisis:

- Variedad:
  - Otras variedades (nivel de referencia)
  - CC 85-92
  - CC 01-1940
  - CC 93 4418
- Condición climática (siembra cosecha):
  - Normal Normal (nivel de referencia)
  - Normal Niño
  - Normal Niña
  - Niño Normal
  - Niño Niño
  - Niño Niña
  - Niña Normal
  - Niña Niño
  - Niña Niña
- Tipo y sistema de cosecha:
  - Quemada manual (nivel de referencia)
  - Ouemada mecánica
  - Quemada accidental manual
  - Quemada accidental mecánica
  - Verde manual
  - Verde mecánica
- Aplicación de madurantes:
  - No madura (nivel de referencia)
  - Madura
- Grupo de corte:
  - Socas (nivel de referencia)
  - Plantillas
- Tenencia:
  - Proveeduría (nivel de referencia)
  - Manejo directo

En el ambiente de piedemonte, manteniendo constante los otros factores, las variedades CC 01-1940, CC 93-4418 y CC 85-92 superaron en 0.4, 0.5 y 0.4 en unidades porcentuales de rendimiento a las otras variedades.

Vale la pena anotar que pasar de una condición Normal - Normal a una condición Niño - Normal, Normal - Niña, Niño - Niña, Niño - Niña y Niña - Niña manteniendo los otros factores en niveles constantes produjo caídas en el rendimiento de 1.2, 1.0, 0.7, 0.4 y 0.3 respectivamente en este mismo ambiente.

Respecto al tipo de corte y sistema de cosecha se observó que para piedemonte la cosecha manual en verde superó significativamente a la cosecha quemada manual en 0.2 unidades de rendimiento. Los demás niveles de este factor presentaron una disminución significativa en el rendimiento comparada con la cosechada quemada manual, en especial la cosecha mecánica con quema accidental y en

verde, que disminuyeron el rendimiento en 0.6 y 0.5 unidades.

En este ambiente se registró una disminución de 0.4 unidades de rendimiento cuando se comparó cañas no maduradas con cañas maduradas. Las plantillas presentaron una disminución de 0.1 en rendimiento comparada con las socas. Finalmente las suertes de manejo directo comparadas con las de proveeduría presentaron una disminución de 0.2 unidades de rendimiento en piedemonte.

Para los ambientes húmedo y semiseco se utilizaron los mismos criterios de comparación y los resultados se presentan en el **Cuadro 12**.

Cuadro 12.

Cuantificación del efecto de diferentes factores en el rendimiento por ambientes. 2017.

Modelele	Piedemonte		Semis	есо	Húmedo	
Variable	Parámetro**	Valor p*	Parámetro	Valor p*	Parámetro**	Valor p*
Intercepto	11.8	<.0001	11.6	<.0001	11.5	<.0001
CC 01-1940	0.4	<.0001	0.0	0.503	0.2	<.0001
CC 93-4418	0.5	<.0001	0.2	<.0001	0.1	<.0001
CC 85-92	0.4	<.0001	0.4	<.0001	0.3	<.0001
Niña - Niña	-0.3	<.0001	-0.2	<.0001	-0.2	<.0001
Niña - Normal	0.1	0.199	0.1	<.0001	0.0	0.015
Normal - Niña	-1.0	<.0001	-0.8	<.0001	-0.8	<.0001
Normal - Niño	0.0	0.824	0.1	<.0001	0.1	<.0001
Niño - Niña	-0.7	<.0001	-0.5	<.0001	-0.5	<.0001
Niño - Normal	-1.2	<.0001	-0.9	<.0001	-0.9	<.0001
Niño - Niño	-0.4	<.0001	-0.1	<.0001	-0.4	<.0001
Quemada mecánica	-0.4	0.000	-0.3	<.0001	-0.1	0.000
Quemada accidental manual	-0.4	<.0001	-0.3	<.0001	-0.4	<.0001
Quemada accidental mecánica	-0.6	<.0001	-0.9	<.0001	-0.9	<.0001
Verde manual	0.2	<.0001	0.1	<.0001	0.0	0.698
Verde mecanica	-0.5	<.0001	-0.5	<.0001	-0.3	<.0001
No madura	-0.4	<.0001	-0.5	<.0001	-0.5	<.0001
Plantilla	-0.1	0.018	-0.1	<.0001	0.0	0.006
Manejo directo	-0.2	<.0001	0.0	0.601	-0.1	<.0001

 $<sup>\</sup>ensuremath{^{*}}$  Significancia de cada factor.



<sup>\*\*</sup> Estimación puntual de coeficientes de regresión lineal.

# Resultados de productividad y utilidad de algunas variedades por ambientes

Con base en datos de información comercial correspondientes al periodo 2011-2017 Cenicaña realizó un análisis comparativo entre diferentes variedades con la más cultivada en cada uno de los ambientes: CC 85-92.

Este tipo de análisis le permiten a la agroindustria evaluar alternativas varietales en diferentes escenarios, de acuerdo con los objetivos de productividad y utilidad.

#### Condiciones del análisis:

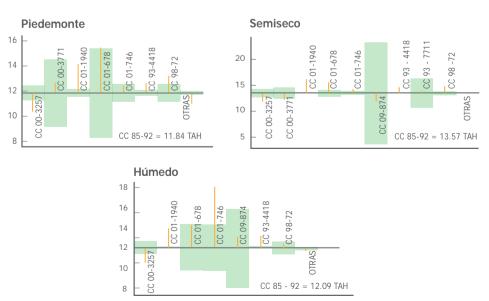
- Metodología: modelos lineales generales para las variables TAH y utilidad.
- Covariable: edad de cosecha y número de corte.
- Límites de decisión del 80%. En la gráfica la zona verde se hace mayor o menor dependiendo del número de eventos de cosecha que cada variedad tiene en el ambiente. La variedad testigo se representa con la línea horizontal.

- Utilidad: índice tomando como base los resultados de CC 85-92.
- TAH CC 85-92: piedemonte: 11.84; semiseco: 13.57; y húmedo: 12.09.
- Precio azúcar \$/kilo: 1562.Costo de fábrica \$/t: 23,000
- Costo de campo \$/ha: 4,5 millones
- Costo de cosecha \$/t: 33,000
- Canon arrendamiento: 109 kg/ha/mes
- Pago participación: 20 kg/tPago proveeduría: 56 kg/t

El análisis reveló que en piedemonte las variedades CC 01-678, CC 01-1940, CC 98-72 y CC 93-4418 superan significativamente en TAH a CC 85-92. La variedad CC 01-1940 muestra una amplitud en sus límites de decisión pequeña porque tiene muchos más eventos de cosecha (703 eventos) que CC 01-678 (2 eventos) o CC 00-3771 (9 eventos).

En semiseco las variedades que superaron significativamente al testigo en TAH fueron CC 01-1940, CC 01-678, CC 98-72, CC 01-746 y CC 93-4418 y en húmedo fueron superiores CC 01-746, la CC 01-1940 y CC 93-4418 (**Figura 32**).

**Figura 32.**Estimación de TAH en diferentes variedades según ambiente. 2011 a 2017. El valor de la variedad testigo en términos de TAH se representa a través de una línea horizontal.



Respecto a los índices de utilidad se observó que en piedemonte las variedades CC 01-678, CC 01-746, CC 98-72, CC 01-1940 y CC 93-4418 superaron significativamente a CC 85-92 con valores que fluctuaron entre 122 y 250, representando entre 22% y 150% por encima del testigo.

En el ambiente semiseco las variedades que superaron significativamente al testigo fueron CC 93-7711, CC 01-678, CC 01-746, CC 98-72, CC 00-3771, CC 01-1940 y CC 93-

4418, con valores entre 120 y 181, es decir, utilidades adicionales entre 20% y 81% con respecto al testigo.

Para el ambiente húmedo las variedades CC 01-746, CC 01-678, CC 01-1940 y CC 93-4418 presentaron utilidades altamente significativas frente a CC 85-92 con valores desde 130 a 249, representando utilidades superiores a CC 85-92 del 30% al 149% (Cuadro 13).

Cuadro 13. Índice de utilidad de cada variedad por ambiente y distribución del área cosechada por tipo de tenencia. 2011-2017.

Ambiente	Variedad	Indice TAH	Indice utillidad (\$/ha)	Indice utillidad (\$/toneladas de azúcar)	Área cosechada 2011 a 2017 (%)			
			CC 85-92=1	00	Propia	Arrendada	Participación	Proveeduría
	CC 01-678	131	250*	210	100	0	0	0
	CC 01-746	105	160*	150	81	0	12	7
	CC 98-72	112	159*	144	40	24	26	11
	CC 00-3771	107	156	156	86	0	14	0
Piedemonte	CC 01-1940	119	129*	112	16	22	27	36
	CC 93-4418	107	122*	114	18	11	33	38
	CC 85-92	100	100	100	20	9	16	56
	OTRAS	93	95	99	24	16	31	30
	CC 00-3257	88	83	85	45	42	4	9
	CC 93-7711	102	181*	181	100	0	0	0
	CC 01-678	114	177*	155	54	3	18	25
	CC 01-746	106	157*	150	63	0	20	17
	CC 98-72	109	152*	142	56	2	17	26
	CC 00-3771	90	130*	137	78	1	15	6
Semiseco	CC 01-1940	119	123*	103	16	6	21	57
	CC 93-4418	108	120*	112	22	1	26	51
	CC 09-874	87	119	142	0	100	0	0
	CC 00-3257	88	102	109	44	25	20	11
	OTRAS	98	102	103	27	3	19	51
	CC 85-92	100	100	100	17	2	15	65
	CC 01-746	148	249*	175	0	0	100	0
	CC 01-678	117	202*	175	73	11	0	16
	CC 09-874	108	173	165	0	100	0	0
	CC 01-1940	115	134*	118	20	19	19	42
Húmedo	CC 93-4418	109	130*	120	30	7	22	42
	CC 98-72	103	110	105	30	1	31	38
	CC 00-3257	88	110	115	68	1	21	10
	CC 85-92	100	100	100	16	11	15	58
	OTRAS	97	98	99	23	13	18	46

<sup>\*</sup> Diferencia significativa.



# Apoyar con análisis las decisiones de la agroindustria y la investigación científica

A continuación se relacionan algunos de los análisis o estudios que realizó Cenicaña en el 2017 con el propósito de ofrecer un respaldo estadístico y económico a la agroindustria para la toma de decisiones de manejo de cultivo o gestión fabril. Es importante señalar que también se realizaron análisis para apoyar la experimentación, pero no se incluyen en el listado.

- Determinación del tamaño de la muestra para estimar humedad y sacarosa en bagazo.
- Estimación de la repetibilidad y la reproducibilidad para diferentes tipos de azúcar, ingenios y métodos en el cálculo de humedad.
- Comparación de métodos de muestreo puntual y continuo en la estimación de pol, brix, sacarosa y pureza.
- Efecto de la cosecha manual vs cosecha mecánica en la sacarosa, brix y pureza de jugo diluido.
- Estimación de repetibilidad en sólidos solubles en diferentes materiales.
- Estimación del efecto del tipo de filtro en el pol y el brix.
- Determinación del tamaño de la muestra para estimar materia extraña por suerte y día en un ingenio.
- Distribución de la materia extraña para diferentes factores.
- Estimación del efecto de la materia extraña en el rendimiento.
- Estimación del efecto del tipo de corte, sistema de cosecha y maduradores en la materia extraña.
- Estimación y análisis de factores que afectan el rendimiento.

- Comportamiento de las variedades en productividad año 2017.
- Análisis de información comercial por variedades ambiente.
- Distribución del rendimiento por grupos de corte, variedades, y edades
- Análisis comparativo de diferentes variedades.
- Análisis de factores que afectan la productividad.
- Asociación entre Diatraea en caña larga vs caña troceada.
- Análisis económico de le edad de cosecha.
- Análisis de rentabilidad y productividad a nivel de ingenio y agroindustria.
- Ajustes a la modelación de la utilidad para ingenios duales y no duales: azúcar y subproductos de la caña.
- Análisis económico de las nuevas variedades vs CC 85-92 para la agroindustria y por ingenio.
- Análisis económico según la estratificación de la productividad por ingenio.
- Análisis de ciclos de renovación con diferentes edades de cosecha.
- Evaluación del impacto de las variedades nuevas en la agroindustria.
- Apoyo en las aproximaciones de medición de impacto de las tecnologías de riego, fertilización y labores mecánicas.
- Apoyo en las aproximaciones para la medición de impacto de la gestión de fábrica en la recuperación y manejo energético para la industria.

Informe Anual 2017





### **MISIÓN**

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

Durante el 2017 Cenicaña amplió su conocimiento sobre el mercado de las tecnologías de la agroindustria con una encuesta que midió el nivel de adopción de éstas, especialmente de las utilizadas para el manejo del agua en el cultivo. Los resultados, junto con los potenciales de adopción definidos, servirán de marco de referencia para las estrategias que se pondrán en marcha con el propósito de incrementar la adopción de prácticas sostenibles en el sector.

Precisamente para impulsar dicha adopción Cenicaña fortaleció su infraestructura y gestión para la capacitación de los usuarios: entró en funcionamiento el Centro de Capacitación ubicado en la Estación Experimental de Cenicaña y ofreció un ciclo de capacitaciones en diez tecnologías que se realizó durante todo el año.

El Centro de Investigación también le propuso al sector un nuevo enfoque de asistencia técnica basado en la identificación del potencial productivo de las fincas. En ese sentido, en el marco del PAT, los ingenios con el apoyo de Cenicaña comenzaron a diagnosticar todas las fincas de la agroindustria para conocer los factores limitantes y reductores de la producción y ejecutar planes de mejoramiento. Los diagnósticos están aún en una etapa inicial, pero a la fecha se evidencia que el manejo del agua es uno de los factores que más impacta a las unidades productivas.

A continuación se presentan las conclusiones de un análisis económico y estadístico a las validaciones del manejo agronómico con enfoque de AEPS que realizó el Centro de Investigación junto con los ingenios desde el 2009. Una vez más se demuestran las ventajas y beneficios de la Agricultura Específica por Sitio.

Finalmente se incluyen las principales acciones realizadas con el propósito de promover la adopción y el conocimiento de las tecnologías a través de los medios de comunicación propios, se destacan algunas novedades en el sistema de información en web y los resultados de una encuesta sobre la influencia de estos y otros canales utilizados por Cenicaña en las decisiones de adopción tecnológica de la agroindustria.

# Conocer el mercado para promover la innovación tecnológica

# Seguimiento a la adopción de tecnologías

Cenicaña realiza investigación de mercado sobre la adopción de tecnologías en las unidades productivas, con el fin de obtener información de seguimiento de base para definir estrategias de transferencia tecnológica.

Una fuente de información es el censo de variedades que recoge los datos de siembra de variedades en la agroindustria, para identificar la adopción de éstas por parte del sector. En el **Cuadro 14** se presenta el cambio varietal en cuanto a área sembrada entre 2009 y 2017.

Cuadro 14.
Censo de variedades de caña sembradas en el valle del río Cauca, 2009 y 2017.

	2009		2017	
Variedades	Área (ha)	%	Área (ha)	%
CC 85-92	153,296	71.1	83,474	34.5
CC 01-1940	35	0	78,871	32.6
CC 93-4418	2565	1.2	29,771	12.3
SP 71-6949	-	-	4111	1.7
CC 84-75	24,878	11.5	4062	1.7
CC 01-1228	136	0.1	2821	1.2
CC 97-7170	27	0	2566	1.1
CC 01-746	8	0	2357	1.0
CC 00-3257	-	-	2090	0.9
RB 73-2223	-	-	2003	0.8
CC 93-4181	898	0.4	1837	0.8
CC 98-72	34	0	1702	0.7
CC 92-2198	1607	0.7	1364	0.6
V 71-51	6591	3.1	1301	0.5
PR 61-632	3400	1.6	1207	0.5
CC 01-678	2	0	1190	0.5
Misceláneas y otras	14,764	6.8	12,791	5.3
Renovación	7421	3.4	7223	3
Total hectáreas	215,662	100	243,232	100

En el 2017 se aplicó la encuesta anual de seguimiento para determinar la adopción de tecnologías en 101,173 hectáreas de manejo directo y 133,042 hectáreas de proveedores.

La información se obtuvo a través de los jefes de recursos hídricos y los asistentes técnicos de los ingenios y se hizo énfasis en las tecnologías de riego. A continuación se presentan los resultados de adopción de tecnologías de manejo de aguas y los potenciales de adopción de la mayoría de ellas en áreas de fincas de manejo directo y de proveedores (Figura 33).

También, a través de los asistentes técnicos de los ingenios, se identificaron las variedades preferidas por los proveedores para cada ambiente. Las preferencias se determinaron por el número de ingenios:



Ambiente húmedo: CC 01-1940 (once ingenios) y CC 85-92 (cuatro ingenios).



Ambiente semiseco: CC 85-92 (ocho ingenios), CC 01-1940 (siete ingenios), CC 93-4418 y CC 97-7170 (cinco ingenios), CC 98-72 (cuatro ingenios), CC 01-746, CC 01 -1228, CC 01-678 (un ingenio).



Piedemonte: SP 71-6949 (siete ingenios) y CC 01-1940 (cinco ingenios).

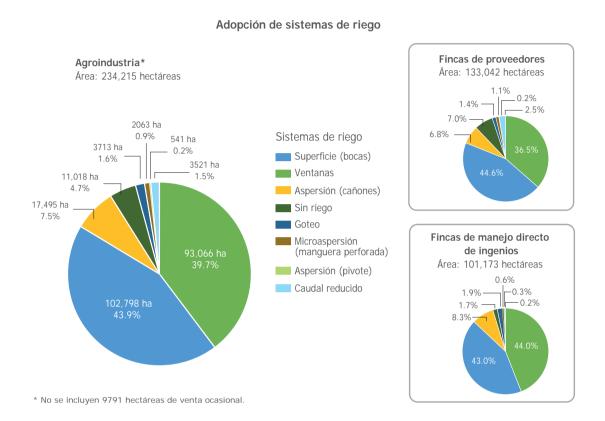
# Apoyo a la estrategia de adopción de variedades

En el marco de la estrategia para impulsar la adopción de nuevas variedades CC (página 32) se avanzó en la identificación de las áreas a renovar en el 2018 con el propósito de estimar potenciales de adopción y definir áreas de siembra para semilleros.

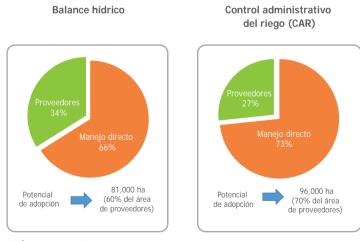
En ese sentido se identificó que 22,187 hectáreas serán renovadas en 2018 tanto en fincas de manejo directo (13,863 hectáreas) como de proveedores (8324 hectáreas), lo que demandará un área de semilleros de aproximadamente 2000 hectáreas.



**Figura 33.**Adopción de sistemas de riego y tecnologías de manejo de agua en áreas de fincas de manejo directo de ingenios y de proveedores. 2017.



## Adopción de sistemas de medición de agua\*\*



<sup>\*\*</sup> Área: 234,215 hectáreas.

Informe Anual 2017 73

# Impulsar la adopción de prácticas sostenibles

Avances del Programa

de Aprendizaje y Asistencia

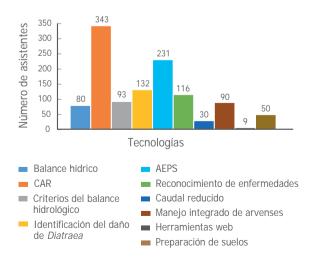
Técnica (PAT)

Por medio del PAT Cenicaña contribuye al desarrollo de capacidades en la agroindustria para la adopción de prácticas sostenibles.

Para lograrlo en el 2017 el Centro de Investigación continuó con la formación de facilitadores, dirigida específicamente a asistentes técnicos y jefes de zona de los ingenios; inició un programa de capacitación a usuarios finales con el propósito de ofrecer acompañamiento (Figura 34); y con los ingenios se comenzó un nuevo enfoque de asistencia técnica basado en los potenciales productivos de las fincas (Figura 35).

Para ello a diciembre de 2017 se había diagnosticado el 22% de las fincas de la agroindustria. En ellas se identificó el manejo del agua como el principal factor reductor de la producción (61%), esto incluye balances hidrológicos negativos, fuentes limitadas de

**Figura 34.**Asistencia a actividades de capacitación en diez tecnologías. PAT. 2017.



agua, ineficiencias en la labor de riego y la conducción del agua o utilización de inadecuados sistemas de riego.

Para impulsar las metodologías de medición del agua de riego se emprendió una campaña de promoción del CAR en reuniones de la red GTT y en el Centro de capacitación se realizaron jornadas de enseñanza para asistentes técnicos particulares, productores, personal de los ingenios y mayordomos de fincas.

**Figura 35.**Enfoque de Asistencia Técnica del PAT. 2017.



## Actividades en el nuevo Centro de Capacitación

En el 2017 entró en funcionamiento el Centro de Capacitación de la Estación Experimental de Cenicaña en el que se desarrollaron actividades del PAT, del convenio Sena – Asocaña y otras iniciativas de la agroindustria colombiana de la caña. Asimismo, para presentar al sector el Centro de Capacitación e informar el programa de capacitación del año se realizaron eventos a los que asistieron 550 proveedores de once ingenios.





Aspecto del Centro de Capacitación de la Agroindustria ubicado en Cenicaña.



## Actividades de la Red GTT

El Centro de Investigación continuó liderando la realización de reuniones informativas con la Red de Grupos de Transferencia de Tecnologías (GTT) en cada ingenio. Los principales temas abordados en el año fueron:

- Avances de la investigación en variedades de caña y resultados comerciales de las primeras suertes sembradas con las nuevas variedades. 127 asistentes.
- Control de calidad de las labores. 224 asistentes.
- Agricultura específica por sitio (AEPS), zonificación agroecológica y herramientas informáticas disponibles para su aplicación. 453 asistentes.
- Agricultura de precisión y fertilización de precisión tasa fija y tasa variada.
   399 asistentes.
- Sistemas alternativos de riego: riego por goteo, riego con manguera perforada, riego con caudal reducido, y utilidad y aplicación de sensores de potencial mátrico para programar los riegos.
   165 asistentes.
- Evaluación del daño y liberación de parásitos para el control biológico de Diatraea spp. 92 asistentes.



## Validar con cultivadores e ingenios las ventajas del enfoque AEPS

## Resultados de áreas demostrativas

Una estrategia de Cenicaña para impulsar la adopción tecnológica es demostrar y validar en condiciones de producción comercial las ventajas y beneficios en productividad y rentabilidad del manejo agronómico del cultivo con enfoque de Agricultura específica por sitio (AEPS), frente al manejo agronómico convencional utilizado por los productores de caña.

Con los datos de las validaciones realizadas desde el 2009 (Cuadro 15) y la realizada en conjunto con el ingenio Providencia, en la hacienda CIAT y que concluyó en 2017 (Cuadro 16) se realizó un análisis económico y estadístico combinado que demuestra las ventajas del manejo AEPS frente al convencional (Cuadro 17).

### Cuadro 15.

Áreas demostrativas utilizadas para el análisis combinado de 18 ambientes. 2017.

Ingenio	Hacienda	Zona agroecológica	Número de cortes
Sancarlos	Esmeralda	6H1	4
Pichichí	San Rafael	6H1	2
La Cabaña	Cabaña	10H4	3
Mayagüez	El Convenio	6H1	3
Risaralda	Bohíos	5H5	3
Providencia	CIAT	11H0	3

Informe Anual 2017 75

### Cuadro 16.

Análisis combinado de los resultados de producción de la validación de manejo AEPS comparado con manejo convencional. Zona agroecológica 11H0 (ingenios Providencia – CIAT). 2017.

Tratam	nientos	Manejo agronómico y variedad convencional	Manejo convencional y variedad AEPS	Preparación AEPS	Riego AEPS	Fertilización AEPS	Manejo AEPS y variedad convencional	Manejo AEPS y variedad AEPS
	TCH	142	157	157.3	148.6	164.3	152	158.8
	TCHM	10.796	11.933	11.963	11.297	12.501	11.558	12.072
Promedio tres	Rto. %	11.87	12.10	12.22	12.08	12.00	12.02	12.57
cortes	TAHM	1.02	1.16	1.14	1.10	1.13	1.09	1.23
	Costo relativo	100	100	97	90	93	86	85

### Nota:

- Manejo convencional (utilizado por el productor): variedades CC 85-92, con excepción de El Convenio y CIAT donde se utilizó CC 93-4418, para preparar el suelo para la siembra se utilizaron entre 8 y 9 pases de implementos, programación del riego por días calendario, método de gravedad y surco continuo, no se realizó control administrativo del riego ni medición del volumen de agua utilizado por hectárea, se aplicaron entre 400 y 500 kg/ha de urea o más utilizando abonadoras convencionales.
- Manejo AEPS: variedades CC 93-4418, CC 01- 1940, CC 93-4181 y CC 98-72. Todas se ubicaron por zona agroecológica; se realizaron entre cinco y 6 pases según el tipo de suelo, programación del riego con balance hídrico, método por gravedad surco alterno, se realizó control administrativo del riego, medición y control del volumen de agua utilizado por hectárea, se aplicaron entre 250 y 300 kg/ha de urea o menos (de acuerdo con el análisis de suelos) con abonadoras de precisión de tasa fija o variada.

## Cuadro 17.

Resultados combinados de producción y rentabilidad de manejo AEPS comparado con manejo convencional en 18 ambientes de producción. 2017.

				Utilidad (%)			
Tratamiento	тсн	Rto. (%)	ТАН	Proveedor (\$/ha)	Ingenio (\$/toneladas de azúcar)	Ingenio \$/ha	
Todas las prácticas convencionales	137.6	12.2	17.1	100	100	100	
Variedad de AEPS y lo demás convencional	144.2*	12.4	17.9*	109*	104	113	
Preparación/ labores de cultivo AEPS y lo demás convencional	137.1	12.5	17.1	103	105	108	
Riego de AEPS y lo demás convencional	138.7	12.4	17.2	105	105	107	
Fertilización de AEPS y lo demás convencional	139.4	12.3	17.1	108*	105	105	
Todas las prácticas de AEPS	136.5	12.6*	17.2	108*	114*	116*	

<sup>\*</sup> Diferencia estadística significativa en comparación con el manejo convencional.



### El análisis demostró que:

- En condiciones de producción comercial, el manejo agronómico del cultivo con enfoque AEPS impactó positivamente la productividad y la rentabilidad en unidades productivas de manejo directo y de proveedores.
- Las prácticas AEPS fueron menos costosas que las prácticas convencionales en las labores de preparación de suelos, riego y fertilización.
- El uso de variedades en función de la zona agroecológica fue la tecnología AEPS que generó mayor impacto en la productividad y en la rentabilidad del cultivo.
- Al sembrar y ubicar las variedades con enfoque AEPS se superó estadísticamente en TCH, TAH y utilidad (para ingenio y proveedor) a las variedades convencionales.
- La fertilización con enfoque AEPS mostró diferencias estadísticas significativas en rentabilidad respecto al manejo de la fertilización convencional.
- El manejo del riego con enfoque de AEPS (programación del riego con balance hídrico y riego por surcos alternos) disminuyó los costos hasta 7% y aumentó la rentabilidad hasta 6%, sin afectar la productividad ni el rendimiento del cultivo.
- El manejo agronómico del cultivo con enfoque AEPS estimuló la producción de sacarosa y generó mayor rendimiento con resultados estadísticos significativos.

### Nuevas validaciones en 2018

Cenicaña concertó con cinco ingenios la identificación y el establecimiento en 2018 de áreas demostrativas de variedades semicomerciales como parte de la etapa tres de la estrategia de adopción (página 32) y así validar los resultados de las etapas previas y avanzar a la etapa cuatro de variedades con resultados comerciales.

### Áreas demostrativas:

Manuelita: CC 98-72, CC 01-678 Ingenio Providencia: CC 98-72, CC 01-678 Ingenio Risaralda: CC 01-746, CC 01-678 Ingenio La Cabaña: CC 01-678, CC 01-746,

CC 93-4181 y CC 93-4418 Riopaila-Castilla: CC 01-678



Fertilización líquida en la hacienda El Convenio.



Labor de aporque en la hacienda El Convenio, para validación de tecnología.

Informe Anual 2017 77

# Divulgar para promover la innovación

## Producción de material divulgativo

Publicados:





Manual de reconocimiento de arvenses en el cultivo de la caña de azúcar



Informe anual 2016

En proceso editorial:

- Forma, función y fuentes de los nutrimentos para el cultivo de la caña de azúcar (Guía metodológica PAT).
- Establecimiento de la calidad microbiológica de los materiales del proceso azucarero (Guía metodológica PAT).
- Verificación de zonas agroecológicas en el campo (cartilla didáctica).
- Riego por goteo en el cultivo de la caña de azúcar (libro)
- Serie técnica de la variedad CC 01-1940.

## Sistema de información en web

Se incorporaron novedades al sitio web www.cenicana.org con el propósito de facilitar el acceso a los servicios e información que ofrece Cenicaña a la agroindustria.

Formularios en línea para la inscripción a eventos de capacitación y un ejemplo interactivo para la interpretación de las proyecciones climáticas fueron algunas de ellas.

Asimismo, para mejorar la consulta de contenido e interacción con redes sociales se diseñó un sitio web para la Carta Informativa.

El Centro de Investigación continuó este año fortaleciendo su presencia en las redes sociales Facebook, Twitter, Instagram y YouTube, canales desde los que se promovieron y difundieron noticias, eventos y avances de investigación sobre agricultura y procesos fabriles. En Facebook Cenicaña cuenta hoy con más de 9650 seguidores y 3200, en Twitter. En YouTube se dispuso una lista de reproducción con 14 videos producidos por Cenicaña, incluyendo algunos testimonios de agricultores acerca de sus experiencias con las capacitaciones recibidas en el PAT.



@cenicanacolombia



@cenicana



Cenicaña Colombia





## Nuevo Geoportal

Cenicaña desarrolló el Geoportal, una nueva herramienta en línea que mejora e integra diferentes servicios de datos geoespaciales de la agroindustria, facilitando el uso de esta información por parte de ingenios y cultivadores.

Esta herramienta es considerada la evolución del servidor de mapas e incorpora novedades como verificación del grupo de humedad de acuerdo con la infraestructura de drenaje de la unidad productiva, nuevas capas cartográficas sobre suelos, productividad e índices de vegetación, comparadores de productividades por vecindad o potencial y conversor de coordenadas, entre otras.



## Visibilidad institucional

En su propósito de hacer visibles la gestión de Cenicaña y sus contribuciones a la agroindustria y a la región, el Centro de Investigación se vinculó a iniciativas regionales de difusión y promoción como el Foro Oportunidades en la Alianza del Pacífico para la Agricultura en América Latina, la Feria Agronova Corpoica 2017 y el programa radial UN Análisis de la Universidad Nacional de Palmira, para hablar sobre retos y desafíos del agro del Pacífico colombiano en el escenario del postacuerdo junto con Corpoica, Ciat, SAG y Unal.

También se gestionaron artículos de prensa en los principales medios de la región (El Tiempo, El País, Caracol Radio, Noti5, La República) y de la agroindustria (revistas Procaña, Tecnicaña y Encaña) para contribuir a la generación de información positiva del sector, darle visibilidad a Cenicaña como centro generador de conocimiento e innovación y promover la adopción de tecnologías y el uso de servicios especializados.

Se apoyó la campaña sectorial Impulsando a Colombia con la generación de contenidos y su difusión a través de los medios de comunicación propios y en sus cuentas en redes sociales.

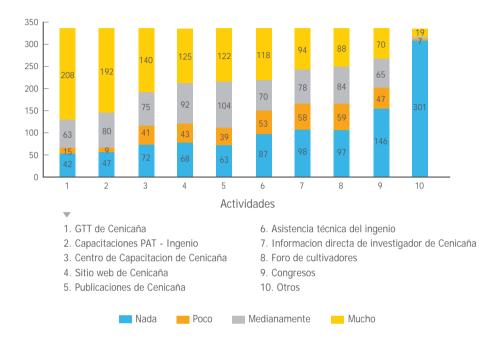
# Medición de impacto de medios de difusión

Para conocer la influencia en las decisiones de adopción tecnológica de las actividades de difusión o medios de comunicación utilizados por el Centro de Investigación se realizaron encuestas a proveedores y personal de los ingenios.

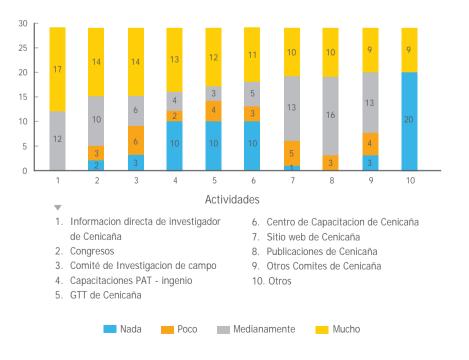
Según la encuesta realizada a una muestra representativa de 329 de proveedores de caña, asistentes técnicos y jefes de zona, en sus decisiones de adopción influyen diferentes medios y actividades. Entre las más destacadas figuran las reuniones de GTT, las capacitaciones del PAT realizadas en ingenios y en el Centro de Capacitación, el sitio web de Cenicaña y las publicaciones (Figura 36). Asimismo, para los 29 profesionales encuestados (gerentes de campo y directores de los departamentos de agronomía de ingenios) la información directa por parte del investigador, los congresos y los comités de investigación son los medios que más influyen en sus decisiones para recomendar la adopción de tecnología (Figura 37).

Estos resultados confirman la importancia de combinar diferentes medios y actividades en las estrategias de transferencia de tecnología diseñadas por Cenicaña para los distintos tipos de usuarios.

Figura 36. Medios y actividades que más influyen en las decisiones de adopción de tecnología de los proveedores de caña (incluye asistentes técnicos y jefes de zona). 2017



**Figura 37.**Medios que más influyen en las recomendaciones de adopción de tecnología de los gerentes de campo y directores de agronomía de los ingenios. 2017.







## **MISIÓN**

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

A continuación se presentan de manera general las principales actividades realizadas en el 2017 encaminadas a tener una plataforma eficiente que apoye la investigación en la agroindustria y el manejo del cultivo con enfoque de Agricultura específica por sitio.

Este año el Centro de Investigación se enfocó en explorar las alternativas que ofrece la agrónica, disciplina que abarca el uso de internet de las cosas en el campo. En ese sentido, avanzó en la ampliación de cobertura de la Red Meteorológica Automatizada y la promoción de las redes RTK y PM10 entre ingenios, cultivadores y autoridades ambientales.

También con el uso de modelos estadísticos y de algoritmos basados en la investigación se desarrollaron soluciones de software y se adaptaron metodologías, con las cuales los usuarios se acercan más a las diferentes tecnologías, se mantienen informados y encuentran un respaldo técnico para la toma de decisiones manuales o automatizadas.

## Garantizar la calidad de los datos de las redes de la agroindustria

# Red Meteorológica Automatizada (RMA)

La agroindustria de la caña amplió la cobertura de la Red Meteorológica Automatizada al instalar tres nuevas estaciones con recursos del ingenio Riopaila-Castilla (**Cuadro 17**).

Cuadro 17.

Tres nuevas estaciones de la RMA. 2017

Código	Estación	Ubicación
PAR	Paila Arriba	Corregimiento Paila Arriba, municipio de Sevilla.
FLO	Florida	Municipio de Florida, vía a Miranda
SEC	La Seca	Corregimiento La Seca, municipio de Roldanillo.
W S	Estación La Seca	Estación Paila Arriba  LO Estación Florida   O 10 20 40 Kliómetros

## Red de geoposicionamiento GNSS RTK



En el 2017 se instaló el 80% de la Red RTK, en operación desde el 2016, y se realizaron pruebas con diferentes ingenios con el fin de identificar acciones de mejora que contribuyan a labores más eficientes y precisas en los campos dedicados al cultivo de caña.

Para la instalación y puesta en marcha de la Red, Cenicaña contó con el acompañamiento del Servicio Geológico Colombiano (SGC).

Adicionalmente, este año se instalaron cinco repetidoras para incrementar la cobertura de la Red.

Cabe recordar que está Red utiliza solo un receptor GNSS en las bases, permitiendo que las operaciones se realicen con la misma referencia geodésica sin importar la marca de los equipos o el tipo de labor. De acuerdo con las principales casas comerciales con operación en Latinoamérica, en la región esta funcionalidad sólo la ofrece la Red RTK de la agroindustria colombiana de la caña.

Con personal de todos los ingenios, se realizaron evaluaciones, planes de uso, estandarización de formatos y otras actividades con el fin de masificar la utilización de los equipos que hacen uso de la Red RTK.

Al disponer de una red RTK ingenios y cultivadores obtienen:

- Precisión y exactitud en el posicionamiento geográfico de receptores en campo en tiempo real (2.5 cm de error).
- Mayor cobertura respecto a las estaciones móviles RTK.
- Evita establecer puntos de control en campo para el amarre de cartografía.
- Repetitividad año tras año.
- Interconectividad con diferentes marcas de equipos.



- Información detallada de las labores en medios digitales.
- · Mayor eficiencia del operador.
- Permite realizar labores agrícolas nocturnas como el surcado y la cosecha.

Para acceder al servicio, el Ministerio de Tecnologías de la Información y comunicaciones asignó a valores de frecuencia para uso exclusivo de la agroindustria. Las frecuencias deben ser solicitadas a Cenicaña, que emite un permiso de utilización.

## Red de monitoreo de Calidad del Aire PM10

Tras la acreditación de la Red de Calidad del Aire PM10, obtenida en 2016, este año Cenicaña socializó el sistema de monitoreo con la Corporación Autónoma Regional de Caldas (Corpocaldas), la Corporación Autónoma Regional de Risaralda (Carder), la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca (CVC) y la Corporación Autónoma Regional del Cauca (CRC), que operan en territorios sembrados con caña.

La socialización incluyó una capacitación a los usuarios en cada corporación para que tengan acceso a los informes, diarios y horario en línea.

Con este sistema de monitoreo la agroindustria aporta información sobre las partículas menores a diez micras presentes en el aire en la zona rural, donde habitualmente se realizan quemas abiertas controladas, y sobre la cual se soportan los informes que emiten las autoridades ambientales.

De manera complementaria, continuó la acreditación de personal de Cenicaña como auditores internos en la norma ISO 17025 para realizar mantenimientos preventivos y correctivos de los equipos de la Red.

## Desarrollar nuevas herramientas para ser más sostenibles y eficientes

# Desarrollo de software y adaptación de metodologías

En el 2017 se empezaron a implementar programas basados en microservicios que permiten utilizar y alimentar bases de datos institucionales sin tener el control sobre ellas, con lo cual se puede acceder desde diferentes servicios o plataformas sin necesidad de reprocesar. Esta herramienta facilita la integración con aplicaciones móviles, mejorando el rendimiento y la escalabilidad de las soluciones existentes y futuras.

Además, con el propósito de agilizar el desarrollo y adopción de las herramientas diseñadas se adaptaron metodologías que permiten el control, seguimiento, documentación y la entrega temprana de las soluciones de software institucional.

Aunque se mencionó en el capítulo del Programa de Agronomía es necesario resaltar que, como soporte a la investigación realizada para mejorar la eficiencia en el uso del agua y conservar los recursos, en el 2017 se desarrolló un software para visualizar en tiempo cercano al real la información capturada por los sensores de matriz granular que calculan el potencial mátrico del suelo, se realizó la instalación y mantenimiento de las estaciones de monitoreo del Fondo Agua por la Vida y la Sostenibilidad (FAPVS) y se fortaleció el conocimiento del micro clima en los ensayos de campo donde se instalaron estaciones de bajo costo.



## **MISIÓN**

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

En las siguientes páginas se resumen las principales actividades realizadas en 2017 con el propósito de servir de soporte a los procesos de investigación de la agroindustria.

Una de las acciones en ese sentido es la oferta bibliográfica, a través del catálogo de biblioteca, que este año en particular registró un incremento considerable en la consulta.

También se avanzó en la administración del sistema de gestión de proyectos y documental, con lo que además de hacerse un seguimiento permanente a la investigación en Cenicaña se busca proteger los archivos institucionales de acuerdo con la normativa del Archivo General de la Nación.



# Ofrecer información actualizada a la agroindustria

## Catálogo de biblioteca

Gracias al incremento de documentos digitales disponibles en texto completo, en 2017 se evidenció un crecimiento en las consultas en línea:

- En el año se registraron 8055 consultas al catálogo en línea de la biblioteca, cifra muy superior respecto al 2016, cuando se realizaron 3793 consultas.
- Se atendieron 2661 usuarios en la sala de lectura y 304 consultas por correo electrónico
- Se realizaron 3042 préstamos entre documentos, revistas y equipos; y se enviaron 304 documentos electrónicos entre capítulos de libro (12%), artículos científicos (83%) y libros (6%).
- 40,300 registros hacen parte del catálogo de la biblioteca; 84% de estos registros hacen parte de la colección de caña (incluye los siguientes temas: caña de azúcar, industria azucarera y etanol); y 16%, de la colección general (áreas complementarias como: suelos, aguas, biotecnología, microbiología, química y estadística).

# Proteger la producción intelectual de la agroindustria

# Gestión de proyectos y documental

Con el propósito de contar con un portafolio de proyectos actualizado y hacer un seguimiento permanente al proceso de investigación, en el transcurso del año se fortaleció el sistema de gestión de proyectos de Cenicaña con la actualización de 72% de los proyectos de investigación y 23 capacitaciones a personal del Centro.

En el 2017 Cenicaña continuó con tres grupos de investigación clasificados ante

Colciencias, lo cual le permitirá participar en las convocatorias para financiación de proyectos científicos y se avanzó en la iniciativa de gestión documental para salvaguardar los archivos institucionales de acuerdo con la normativa del Archivo General de la Nación, trazar una estrategia hacia el cero papel en las comunicaciones internas y evitar la duplicidad de documentos en diferentes áreas.

En el tema de propiedad intelectual Cenicaña renovó las marcas AEPS y Cenicaña y gestionó una patente de invención ante la Superintendencia de Industria y Comercio.

### Cómo utilizar el servicio

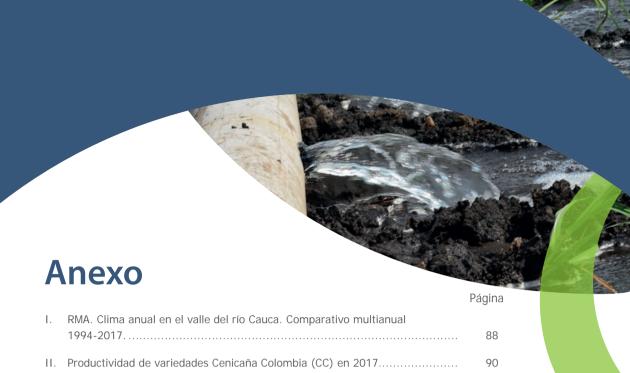
A través del Servicio de Información y Documentación de Cenicaña, la agroindustria y la región cuentan con la más completa base de datos de información especializada en caña de azúcar del país, convirtiéndose en un importante recurso para el fortalecimiento científico y técnico del sector.

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

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

e-mail: biblioteca@cenicana.org
Teléfono: 5246611 Ext. 5152, 5136 y
5135.





III. Red de Grupos de Transferencia de Tecnología (GTT) en 2017 .....

IV. Documentos registrados en la base de datos bibliográfica en 2017.....



## 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 dispositvo móvil a la página correspondiente en www.cenicana.org

96

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.

# I. RMA. Clima anual en el valle del río Cauca. Comparativo multianual 1994-2017.

Año	Sem-1	Sem-2	Anual
Año		or tempera absoluta	atura
1998	14.5	14.8	14.5
2008	14.4	14.2	14.2
2010	15.0	14.1	14.1
2005	15.5	14.0	14.0
1994	15.2	13.8	13.8
	Años in	termedios	
2000	15.6	13.8	13.8
1996	15.3	13.7	13.7
2015	14.3	13.7	13.7
1995	13.6	14.9	13.6
2006	15.0	13.6	13.6
1999	14.7	13.5	13.5
2007	13.4	13.6	13.4
2012	14.4	13.3	13.3
1997	15.4	13.2	13.2
2002	14.1	13.1	13.1
2009	15.1	13.1	13.1
2014	13.8	12.9	12.9
2004	12.8	13.7	12.8
2001	13.6	12.7	12.7
Año		or tempera absoluta	atura
2003	14.6	12.6	12.6
2011	14.2	12.3	12.3
2013	14.0	12.3	12.3
2017	11.8	13.4	11.8
2016	15.3	11.3	11.3
Clima	12.8	11.3	11.3

Año	Sem-1	Sem-2	Anual
Año		or tempera na media	atura
2015	30.9	31.7	31.3
2016	31.5	30.4	30.9
2014	30.3	30.7	30.5
2009	29.7	31.1	30.4
2017	30.1	30.6	30.4
	Años in	termedios	
2012	29.7	30.5	30.1
2013	30.1	30.1	30.1
1998	30.8	29.3	30.1
1997	30.8	30.8	30.0
2002	29.8	30.2	30.0
2003	30.1	29.6	29.8
2007	30.2	29.4	29.8
2005	29.8	29.8	29.8
2004	30.0	29.7	29.8
2006	29.5	30.0	29.8
2001	29.6	29.8	29.7
2010	30.5	28.7	29.6
1994	29.2	29.7	29.4
1995	29.9	29.0	29.4
Año		or tempera	atura
2011	29.4	29.4	29.4
2008	29.3	29.2	29.3
1996	28.8	29.2	29.0
2000	28.6	29.2	28.9
1000	20.0	20.7	20.7

Temp	eratura m	nínima med	lia (°C)
Año	Sem-1	Sem-2	Anual
Año		or tempera na media	itura
1998	19.9	18.9	19.4
2016	19.8	18.5	19.2
2005	19.5	18.8	19.1
2015	19.1	19.0	19.0
2010	19.4	18.6	19.0
	Años in	termedios	
2006	19.2	18.8	19.0
2009	18.9	18.9	18.9
1997	19.0	18.8	18.9
2002	18.9	18.8	18.9
2013	19.1	18.6	18.9
2003	19.1	18.7	18.9
2014	19.1	18.5	18.8
2007	19.1	18.5	18.8
2001	18.8	18.7	18.8
1994	18.8	18.6	18.7
2004	18.9	18.6	18.7
2017	18.7	18.7	18.7
2012	18.8	18.5	18.7
1995	18.8	18.5	18.7
Año		or tempera na media	atura
2008	18.7	18.6	18.7
2000	18.8	18.5	19.7

2000

1999

1996

2011

1999

Clima

33.4

37.8

28.7

29.8

Clima

18.8

18.8

18.7

18.7

19.0

18.5

18.4

18.4

18.3

18.6

18.7

18.6

18.5

18.8

Año	Sem-1	Sem-2	Anual
Año		or tempera absoluta	atura
1997	34.8	39.2	39.2
2009	37.8	38.9	38.9
2008	35.2	38.5	38.5
1998	37.6	38.3	38.3
2017	38.2	36.4	38.2
	Años in	termedios	
2007	36.8	37.9	37.9
2016	37.3	37.9	37.9
2010	37.0	37.8	37.8
2001	37.7	36.2	37.7
2002	36.9	37.5	37.5
2015	37.5	37.1	37.5
2005	37.0	37.4	37.4
2014	37.3	36.1	37.3
2004	36.9	36.1	36.9
2006	35.5	36.8	36.8
2003	36.7	34.3	36.7
2012	36.5	36.5	36.5
1996	33.3	36.3	36.3
1995	36.1	34.8	36.1
Año		or tempera absoluta	atura
2000	32.9	36.0	36.0
2011	35.0	35.8	35.8
2013	34.3	34.2	34.7
1994	33.0	34.4	34.4
1000	22.4	22 /	22 /

33.6

39.2

33.6

39.2

Temp	eratura m	edia del ai	re (°C)
Año	Sem-1	Sem-2	Anual
Años d		emperatur	a media
	(años m	ás cálidos)	
2015	23.9	24.3	24.1
2016	24.4	23.3	23.8
1998	24.3	23.0	23.6
1997	23.1	23.8	23.5
2009	23.1	23.9	23.5
	Años in	termedios	
2014	23.4	23.4	23.4
2002	23.3	23.5	23.4
2005	23.5	23.1	23.3
2013	23.5	23.1	23.3
2012	23.1	23.4	23.3
2003	23.4	23.0	23.2
2006	23.1	23.3	23.2
2004	23.4	23.0	23.2
2017	23.2	23.5	23.2
2001	23.1	23.3	23.2
2010	23.9	22.4	23.1
2007	23.4	22.8	23.1
1994	22.8	23.1	23.0
1995	23.3	22.7	23.0
Años d		emperatur nás fríos)	a media
2011	22.8	22.7	22.8
2008	22.7	22.7	22.7
1996	22.6	22.7	22.6
2000	22.5	22.8	22.6
1999	22.6	22.5	22.5
Clima	23.3	23.1	23.2

Cililia	23.3	23.1	23.2
Osci	lación de	temperatu	ra (°C)
Año	Sem-1	Sem-2	Anual
Años		r oscilación	
	diaria de	temperatu	ra
2015	11.8	12.7	12.2
2016	11.7	11.8	11.7
2017	11.5	11.9	11.7
2014	11.2	12.1	11.6
2009	10.8	12.2	11.5
	Años ir	ntermedios	
2012	10.8	11.9	11.4
2002	10.9	11.4	11.2
1997	10.2	12.1	11.1
2013	10.9	11.3	11.1
2004	11.1	11.1	11.1
2007	11.1	10.9	11.0
2003	11.0	11.0	11.0
2001	10.8	11.1	11.0
2011	10.6	11.0	10.8
2006	10.3	11.3	10.8
1995	11.0	10.5	10.8
1994	10.4	11.1	10.7
2005	10.4	11.0	10.7
1998	11.0	10.4	10.7
Años		r oscilaciór	
		temperatu	_
2008	10.7	10.6	10.6
2010	11.1	10.1	10.6
1996	10.1	10.8	10.5
2000	9.9	10.7	10.3
1999	9.9	10.2	10.1
Clima	10.9	11.3	11.1



Continúa

1999

Clima

28.7

29.9

28.7

29.8

Continuación. RMA. Clima anual en el valle del río Cauca. Comparativo multianual 1994-2017.

Año	Sem-1	Sem-2	Anual
Anos o		numedad r húmedos)	elativa
1999	86	85	85
1998	83	84	84
1996	85	82	84
2000	84	83	84
1995	81	83	82
	Años inte	ermedios	
2001	83	83	82
1997	84	78	81
2010	79	83	81
2002	81	79	80
2011	81	80	80
2004	80	80	80
2008	80	80	80
2017	81	79	80
2007	79	80	79
2005	81	78	79
1994	81	78	79
2003	79	78	78
2006	80	76	78
2009	81	76	78
Años o		numedad r ás secos)	elativa
2013	78	77	78
2016	77	78	77
2012	80	75	77
2014	78	75	77
2015	76	74	75
Clima	81	79	80

Año	Sem-1	Sem-1 Sem-2 Anua						
Años de mayor evaporación								
2015	852	914	1766					
1994	821	907	1729					
2009	785	940	1725					
2016	870	856	1725					
1995	862	847	1710					
	Años inte	ermedios						

	Años inte	ermedios	
1997	788	899	1687
2012	786	894	1682
2014	794	879	1673
2002	819	853	1673
2007	835	834	1669
2017	795	863	1657
2003	816	833	1648
2001	797	848	1645
2004	836	802	1638
1998	830	803	1632
2006	761	848	1608
1996	774	834	1608
2008	811	778	1589
2013	769	810	1580

Años de menor evaporación						
2011	763	795	1558			
2010	829	720	1549			
2005	693	842	1535			
1999	728	760	1488			
2000	715	754	1469			
Clima	797	837	1634			

Precipitación (mm)							
Año	Sem-1	Sem-2	Anual				
Años de mayor precipitación (años más lluviosos)							
2008	960	704	1664				
2010	635	1009	1654				
2011	805	831	1636				
2017	899	689	1587				
1999	820	633	1453				
	Años int	ermedios					
1996	906	530	1436				
2007	697	731	1428				
2000	841	538	1380				
1994	808	561	1386				
2006	744	531	1276				
2016	618	638	1256				
1998	655	576	1231				
2014	664	560	1224				
2012	755	445	1200				
1997	774	421	1196				
2013	627	539	1166				
2003	550	604	1153				
2002	602	535	1137				
2009	693	422	1115				
Años de menor precipitación (años menos lluviosos)							
1995	521	582	1103				
2005	543	544	1086				
2004	461	559	1020				

Radiación solar [cal/(cm²x día)]						
Año Sem-1 Sem-2 Anua						
Años	de mayor	radiación	solar			
1994	425	433	429			
1995	430	417	423			
1997	417	429	423			
2002	413	429	421			
2015	418	421	420			

Clima

Años intermedios							
2001	421	419	420				
2007	424	413	419				
2003	426	410	418				
2016	423	413	418				
1996	410	421	416				
2009	397	435	416				
2006	407	422	415				
2017	406	419	412				
1998	416	403	410				
2004	413	403	408				
2005	392	424	408				
2014	402	414	408				
2012	397	416	406				
2008	412	394	403				

Años	Años de menor radiación solar						
1999	404	402	403				
2013	396	401	399				
2011	393	395	394				
2000	389	397	393				
2010	407	371	389				
Clima	409	411	410				

Días con precipitación (Nº)						
Año	Sem-1	Sem-2	Anual			
Años	de mayor con pre	número cipitación				
2008	112	113	225			
1999	111	99	210			
2011	103	100	204			
2000	113	90	203			
2010	79	122	201			
	Años int	ermedios	5			
1996	113	85	197			
2007	95	100	196			
2017	102	90	192			
2005	86	95	181			
1995	80	100	181			
2006	101	79	180			
1994	102	76	178			
1998	82	95	178			
2016	81	94	175			
2014	94	80	174			
2013	82	87	169			
2009	95	72	167			
2012	96	70	166			
2003	79	82	160			
Años de menor número de días con precipitación						

	orr corar	Louis (oiii	ж ш.ш/ш					
ño	Sem-1	Sem-2	Anual					
Años	de mayor	radiación	solar					
994	425	433	429					
995	430	417	423					
997	417	429	423					
002	413	429	421					
015	418	421	420					
	Años intermedios							

código QR
código QR
CLII

Clima



## II. Productividad de variedades Cenicaña Colombia (CC) en 2017.

Datos correspondientes a las variedades cosechadas en las diez zonas agroecológicas más representativas de la agroindustria azucarera colombiana en 2017. Datos de doce ingenios.

Zona		Número de	Área cosechada	Rto.					Edad	Corte
Agroecológica	Variedad	suertes	(ha)	(%)	TCH	ТСНМ	TAH	TAHM	(meses)	(No.)
	CC 00-3257	1	3	11.5	101.0	6.5	11.6	0.74	15.7	2.0
	CC 01-1228	2	23	10.0	88.9	7.3	8.9	0.73	12.3	5.2
	CC 01-1940	125	937	10.9	151.1	10.6	16.5	1.16	14.5	2.4
	CC 04-526	1	2	10.6	68.2	5.4	7.2	0.58	12.5	6.0
	CC 84-75	5	33	9.8	138.9	9.3	13.6	0.92	15.2	6.6
	CC 85-92	261	1494	10.7	132.5	9.4	14.2	1.01	14.5	6.6
10H3	CC 92-2198	3	16	10.2	162.7	11.1	16.5	1.13	14.7	2.7
	CC 93-4418	76	481	10.8	133.3	9.7	14.4	1.05	13.8	4.2
	CC 98-72	3	17	10.7	140.5	10.3	15.0	1.09	14.1	4.0
	PR 61-632	6	28	10.0	123.8	10.0	12.4	0.98	12.7	11.0
	RB 73-2223	2	8	9.0	138.1	9.7	12.4	0.87	14.3	1.9
	V 71-51	3	11	10.3	142.7	12.1	14.8	1.26	11.8	21.1
	Varias	5	22	11.6	143.4	10.3	16.7	1.20	14.0	2.8
Total 10H3		493	3076							
	CC 00-3257	1	6	10.0	91.7	6.6	9.1	0.65	13.9	2.0
	CC 01-1228	5	43	11.4	111.8	8.6	12.7	0.98	13.0	4.4
	CC 01-1940	129	1036	10.9	140.7	9.3	15.3	1.01	15.5	2.5
	CC 03-469	4	27	9.2	150.1	8.7	13.7	0.80	17.5	1.4
	CC 05-940	2	20	10.9	107.3	9.1	11.7	1.00	11.8	4.5
	CC 84-75	7	41	9.7	138.2	8.9	13.4	0.86	15.8	7.5
10H4	CC 85-92	109	609	10.6	126.9	8.9	13.5	0.95	14.6	6.5
	CC 92-2198	1	5	10.4	164.8	8.8	17.1	0.92	18.6	5.0
	CC 93-4418	28	244	10.8	131.7	9.4	14.3	1.02	14.1	4.0
	RD 75-11	2	4	9.1	183.9	11.7	16.7	1.06	15.7	20.0
	SP 71-6949	7	30	10.6	116.2	8.0	12.3	0.85	14.9	3.9
	V 71-51	6	20	9.8	141.2	9.7	13.8	0.96	14.7	4.0
	Varias	4	14	9.0	106.6	7.8	9.6	0.70	14.0	5.2
Total 10H4		305	2098							
101011111111111111111111111111111111111	CC 00-3257	9	25	8.9	111.9	10.1	10.0	0.88	11.7	2.1
	CC 00-3237	216	1269	11.0	125.3	8.8	13.8	0.88	14.5	2.7
	CC 01-1940 CC 03-469	1	10	10.2		6.5	10.3	0.67	15.5	2.0
	CC 03-469	2			100.7					
			5	10.6	106.5	9.2	11.3	0.97	11.7	2.2
	CC 11-595	1	1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0
	CC 84-75	5	30	10.1	119.1	8.3	12.0	0.85	14.7	13.8
10115	CC 85-92	186	970	10.8	123.2	8.4	13.3	0.92	14.8	7.5
10H5	CC 93-4418	22	107	10.8	124.8	9.1	13.5	0.98	13.9	4.2
	CC 99-2461	2	2	8.7	90.6	10.1	7.9	0.88	9.0	3.4
	MZC 74-275	2	25	9.9	120.2	9.4	12.0	0.94	12.9	20.6
	PR 61-632	1	4	10.4	151.2	11.6	15.7	1.20	13.1	19.0
	RB 73-2223	3	5	9.8	108.3	7.7	10.7	0.76	14.0	3.0
	SP 71-6949	20	75	10.0	118.6	7.8	11.9	0.77	15.5	3.7
	V 71-51	4	11	10.9	147.9	10.6	16.1	1.15	14.0	17.5
	Varias	7	20	10.7	116.8	7.9	12.5	0.84	15.0	2.0
Total 10H5		481	2557							Continúa

Continúa



Continuación. Productividad de variedades Cenicaña Colombia (CC) en 2017.

Agroecologics			Número	Área							
CC 00-3257   2   23   10.0   137.0   10.8   13.7   1.08   12.7   1.8	Zona		de	cosechada	Rto.					Edad	Corte
CC 00-3771   2	Agroecológica	Variedad	suertes	(ha)	(%)	TCH	TCHM	TAH	TAHM	(meses)	(No.)
CC 01-1228   35   354   10.5   137.0   10.4   14.3   1.09   13.3   4.5		CC 00-3257	2	23	10.0	137.0	10.8	13.7	1.08	12.7	1.8
CC 01-1940		CC 00-3771	2	4	8.5	111.0	8.5	9.4	0.72	13.1	2.0
CC 01-678		CC 01-1228	35	354	10.5	137.0	10.4	14.3	1.09	13.3	4.5
CC 01-746		CC 01-1940	184	1654	10.6	164.0	11.8	17.5	1.26	14.0	2.1
CC 03-154		CC 01-678	4	22	11.7	137.9	10.7	16.1	1.24	13.0	1.8
CC 03-469		CC 01-746	49	454	10.2	138.7	10.7	14.1	1.09	13.1	2.3
CC 84-75		CC 03-154	4	23	9.9	111.6	8.8	11.0	0.87	12.6	4.0
The large   CC 85-92		CC 03-469	4	30	10.4	128.2	9.3	13.4	0.97	13.8	1.0
CC 87-434		CC 84-75	25	157	10.4	136.3	10.2	14.2	1.05	13.5	8.4
Total 11H0   CC 91-1606   1		CC 85-92	447	4014	11.0	129.7	9.5	14.2	1.04	13.9	9.1
The color of the		CC 87-434	2	13	9.2	126.3	8.5	11.7	0.78	15.0	4.0
Titlo		CC 91-1606	1	4	6.9	114.4	10.8	7.9	0.75	10.6	1.0
Titlo		CC 92-2188	1	4	6.1	174.0	9.8	10.5	0.59	17.8	2.0
Title		CC 92-2198	11	134	10.5	135.7	10.1	14.3	1.07	13.6	8.2
Title		CC 92-2804	2	36	10.7	119.2	8.7	12.8	0.93	13.8	7.2
CC 93-3895   5   53   10.8   148.6   10.5   16.0   1.13   14.3   7.9	11110	CC 93-3826	1	10	10.6	86.2	6.6	9.1	0.69	13.1	8.0
CC 93-4418   220   2305   10.8   134.4   10.0   14.6   1.09   13.5   3.9	TIHO	CC 93-3895	5	53	10.8	148.6	10.5	16.0	1.13	14.3	7.9
CC 97-7170   23		CC 93-4181	21	144	11.0	125.7	9.6	13.8	1.05	13.2	4.1
CC 98-72		CC 93-4418	220	2305	10.8	134.4	10.0	14.6	1.09	13.5	3.9
Co 421		CC 97-7170	23	178	10.0	137.0	10.3	13.8	1.03	13.5	3.0
MZC 02-260   2   10   10.4   135.5   10.0   14.0   1.04   13.5   6.0     MZC 74-275   1   1   8.2   114.8   11.0   9.4   0.90   10.5   22.0     PR 1141   1   10   11.2   161.4   9.4   18.1   1.05   17.2   24.0     PR 1248   1   3   10.9   172.8   10.1   18.8   1.09   17.2   29.0     PR 61-632   21   285   11.2   125.0   9.7   14.0   1.08   13.0   10.2     RB 73-2223   8   64   9.0   163.5   10.6   14.8   0.94   15.9   2.6     RD 75-11   2   32   9.7   130.6   9.0   12.7   0.87   14.6   23.0     SP 71-6949   13   60   10.1   153.3   11.0   15.5   1.11   14.1   1.9     V 71-51   9   79   11.7   142.4   10.6   16.6   1.23   13.5   16.8     Varias   27   265   10.6   128.0   9.5   13.6   1.01   13.6   4.6      Total 11H0   1153   10,588		CC 98-72	24	159	10.4	150.7	11.4	15.6	1.18	13.4	4.3
MZC 74-275		Co 421	1	2	9.2	205.5	14.9	18.8	1.36	13.8	13.0
PR 1141		MZC 02-260	2	10	10.4	135.5	10.0	14.0	1.04	13.5	6.0
PR 1248		MZC 74-275	1	1	8.2	114.8	11.0	9.4	0.90	10.5	22.0
PR 61-632 21 285 11.2 125.0 9.7 14.0 1.08 13.0 10.2  RB 73-2223 8 64 9.0 163.5 10.6 14.8 0.94 15.9 2.6  RD 75-11 2 32 9.7 130.6 9.0 12.7 0.87 14.6 23.0  SP 71-6949 13 60 10.1 153.3 11.0 15.5 1.11 14.1 1.9  V 71-51 9 79 11.7 142.4 10.6 16.6 1.23 13.5 16.8  Varias 27 265 10.6 128.0 9.5 13.6 1.01 13.6 4.6   Total 11H0 1153 10,588		PR 1141	1	10	11.2	161.4	9.4	18.1	1.05	17.2	24.0
RB 73-2223		PR 1248	1	3	10.9	172.8	10.1	18.8	1.09	17.2	29.0
RD 75-11 2 32 9.7 130.6 9.0 12.7 0.87 14.6 23.0 SP 71-6949 13 60 10.1 153.3 11.0 15.5 1.11 14.1 1.9 V 71-51 9 79 11.7 142.4 10.6 16.6 1.23 13.5 16.8 Varias 27 265 10.6 128.0 9.5 13.6 1.01 13.6 4.6 Total 11H0 1153 10,588		PR 61-632	21	285	11.2	125.0	9.7	14.0	1.08	13.0	10.2
SP 71-6949   13   60   10.1   153.3   11.0   15.5   1.11   14.1   1.9     V 71-51   9   79   11.7   142.4   10.6   16.6   1.23   13.5   16.8     Varias   27   265   10.6   128.0   9.5   13.6   1.01   13.6   4.6     Total 11H0		RB 73-2223	8	64	9.0	163.5	10.6	14.8	0.94	15.9	2.6
V 71-51		RD 75-11	2	32	9.7	130.6	9.0	12.7	0.87	14.6	23.0
Total 11H0    Total 11H0   Tota		SP 71-6949	13	60	10.1	153.3	11.0	15.5	1.11	14.1	1.9
Total 11H0    CC 00-3079   2   5   12.8   127.5   9.1   16.3   1.16   14.0   5.0		V 71-51	9	79	11.7	142.4	10.6	16.6	1.23	13.5	16.8
THILL CC 00-3079 2 5 12.8 127.5 9.1 16.3 1.16 14.0 5.0 CC 00-3257 7 49 9.1 135.6 10.8 12.4 0.98 12.8 2.5 CC 00-3771 7 20 8.2 127.4 10.6 10.4 0.87 12.0 3.5 CC 01-1228 29 215 10.3 137.1 10.7 14.1 1.10 13.0 5.3 CC 01-1940 276 2365 10.4 162.7 11.7 17.0 1.22 14.1 2.1 CC 01-385 4 21 9.0 153.6 10.7 13.9 0.97 14.6 2.0 CC 01-678 5 48 10.8 129.8 9.7 14.1 1.06 13.4 3.0 CC 01-746 56 611 10.4 136.0 10.6 14.2 1.11 13.0 2.2 CC 03-154 5 25 10.2 129.0 10.4 13.2 1.05 12.5 6.5 CC 03-469 3 25 9.6 143.7 10.1 13.7 0.96 14.3 1.1 CC 04-667 1 7 11.8 152.9 11.6 18.1 1.37 13.2 1.0		Varias	27	265	10.6	128.0	9.5	13.6	1.01	13.6	4.6
THI    CC 00-3257   7	Total 11H0		1153	10,588							
TIH1    CC 00-3771   7		CC 00-3079	2	5	12.8	127.5	9.1	16.3	1.16	14.0	5.0
11H1    CC 01-1228   29   215   10.3   137.1   10.7   14.1   1.10   13.0   5.3     CC 01-1940   276   2365   10.4   162.7   11.7   17.0   1.22   14.1   2.1     CC 01-385   4   21   9.0   153.6   10.7   13.9   0.97   14.6   2.0     CC 01-678   5   48   10.8   129.8   9.7   14.1   1.06   13.4   3.0     CC 01-746   56   611   10.4   136.0   10.6   14.2   1.11   13.0   2.2     CC 03-154   5   25   10.2   129.0   10.4   13.2   1.05   12.5   6.5     CC 03-469   3   25   9.6   143.7   10.1   13.7   0.96   14.3   1.1     CC 04-667   1   7   11.8   152.9   11.6   18.1   1.37   13.2   1.0     CC 04-667   1   7   11.8   152.9   11.6   18.1   1.37   13.2   1.0     CC 04-667   1   7   11.8   152.9   11.6   18.1   1.37   13.2   1.0     CC 04-667   1   7   11.8   152.9   11.6   18.1   1.37   13.2   1.0     CC 04-667   1   7   11.8   152.9   11.6   18.1   1.37   13.2   1.0     CC 04-667   1   7   11.8   152.9   11.6   18.1   1.37   13.2   1.0     CC 04-667   1   7   11.8   152.9   11.6   18.1   1.37   13.2   1.0     CC 04-667   1   7   11.8   152.9   11.6   18.1   1.37   13.2   1.0     CC 04-667   1   7   11.8   152.9   11.6   18.1   1.37   13.2   1.0     CC 04-667   1   7   11.8   152.9   11.6   18.1   1.37   13.2   1.0     CC 04-667   1   7   11.8   152.9   11.6   18.1   1.37   13.2   1.0     CC 04-667   1   7   11.8   152.9   11.6   18.1   1.37   13.2   1.0     CC 04-667   1   7   11.8   152.9   11.6   18.1   1.37   13.2   1.0     CC 04-667   1   7   11.8   152.9   11.6   18.1   1.37   13.2   1.0     CC 04-667   1   7   11.8   152.9   11.6   18.1   1.37   13.2   1.0     CC 04-667   1   7   11.8   152.9   11.6   18.1   1.37   13.2   1.0     CC 04-667   1   7   11.8   152.9   11.6   18.1   1.37   13.2   1.0     CC 04-667   1   7   11.8   152.9   11.6   18.1   1.37   13.2   1.0     CC 04-667   1   7   11.8   152.9   11.6   18.1   1.37   13.2   1.0     CC 04-667   1   7   11.8   152.9   11.6   18.1   1.37   13.2   1.0     CC 04-667   1   7   11.8   152.9   11.6   18.1   1.37   13.2   1.0     CC 04-667   1   7   11.8   152.9   1		CC 00-3257	7	49	9.1	135.6	10.8	12.4	0.98	12.8	2.5
T1H1    CC 01-1940   276   2365   10.4   162.7   11.7   17.0   1.22   14.1   2.1		CC 00-3771	7	20	8.2	127.4	10.6	10.4	0.87	12.0	3.5
T1H1    CC 01-385		CC 01-1228	29	215	10.3	137.1	10.7	14.1	1.10	13.0	5.3
CC 01-678         5         48         10.8         129.8         9.7         14.1         1.06         13.4         3.0           CC 01-746         56         611         10.4         136.0         10.6         14.2         1.11         13.0         2.2           CC 03-154         5         25         10.2         129.0         10.4         13.2         1.05         12.5         6.5           CC 03-469         3         25         9.6         143.7         10.1         13.7         0.96         14.3         1.1           CC 04-667         1         7         11.8         152.9         11.6         18.1         1.37         13.2         1.0		CC 01-1940	276	2365	10.4	162.7	11.7	17.0	1.22	14.1	2.1
CC 01-678         5         48         10.8         129.8         9.7         14.1         1.06         13.4         3.0           CC 01-746         56         611         10.4         136.0         10.6         14.2         1.11         13.0         2.2           CC 03-154         5         25         10.2         129.0         10.4         13.2         1.05         12.5         6.5           CC 03-469         3         25         9.6         143.7         10.1         13.7         0.96         14.3         1.1           CC 04-667         1         7         11.8         152.9         11.6         18.1         1.37         13.2         1.0	4414	CC 01-385	4	21	9.0	153.6	10.7	13.9	0.97	14.6	2.0
CC 03-154     5     25     10.2     129.0     10.4     13.2     1.05     12.5     6.5       CC 03-469     3     25     9.6     143.7     10.1     13.7     0.96     14.3     1.1       CC 04-667     1     7     11.8     152.9     11.6     18.1     1.37     13.2     1.0	11H1	CC 01-678	5	48	10.8	129.8	9.7	14.1	1.06	13.4	3.0
CC 03-469     3     25     9.6     143.7     10.1     13.7     0.96     14.3     1.1       CC 04-667     1     7     11.8     152.9     11.6     18.1     1.37     13.2     1.0		CC 01-746	56	611	10.4	136.0	10.6	14.2	1.11	13.0	2.2
CC 04-667         1         7         11.8         152.9         11.6         18.1         1.37         13.2         1.0		CC 03-154	5	25	10.2	129.0	10.4	13.2	1.05	12.5	6.5
		CC 03-469	3	25	9.6	143.7	10.1	13.7	0.96	14.3	1.1
CC 84-75 43 398 10.2 131.9 9.8 13.5 1.00 13.6 11.1		CC 04-667	1	7	11.8	152.9	11.6	18.1	1.37	13.2	1.0
		CC 84-75	43	398	10.2	131.9	9.8	13.5	1.00	13.6	11.1

Continúa

Informe Anual 2017 91

Zona Agroecológica	Variedad	Número de suertes	Área cosechada (ha)	Rto. (%)	ТСН	ТСНМ	TAH	TAHM	Edad (meses)	Corte (No.)
	CC 85-92	544	4746	11.0	129.4	9.6	14.2	1.05	13.7	8.9
	CC 87-434	1	17	10.5	152.7	9.4	16.1	0.99	16.3	5.0
	CC 91-1606	2	5	7.9	132.7	12.3	10.5	0.96	10.8	1.0
	CC 92-2198	4	36	10.0	140.9	9.6	14.1	0.97	15.3	9.8
	CC 92-2804	1	9	11.7	116.3	10.0	13.6	1.16	11.7	9.0
	CC 93-3826	3	47	10.7	126.1	10.3	13.5	1.10	12.3	6.7
	CC 93-3895	2	13	10.0	137.9	8.2	13.8	0.82	16.9	4.7
	CC 93-4181	30	256	11.3	120.2	9.6	13.6	1.08	12.6	4.8
	CC 93-4418	332	2833	10.8	131.3	9.9	14.2	1.07	13.5	4.3
	CC 93-7510	1	3	11.3	147.1	10.6	16.6	1.20	13.8	12.0
	CC 94-5782	1	6	11.0	144.5	12.1	15.9	1.32	12.0	11.0
11H1	CC 97-7170	25	168	10.1	140.1	10.7	14.1	1.08	13.1	2.6
	CC 98-72	29	272	10.6	137.5	10.4	14.5	1.09	13.4	4.1
	CP 57-603	1	20	10.4	145.8	12.7	15.2	1.32	11.5	24.0
	MZC 02-260	1	3	12.5	133.7	8.0	16.7	1.00	16.7	6.0
	MZC 74-275	2	9	11.0	118.5	10.0	13.0	1.10	11.9	19.0
	PR 1141	1	5	9.7	136.2	11.1	13.2	1.08	12.3	5.0
	PR 61-632	13	83	9.9	148.8	11.2	14.8	1.12	13.4	8.3
	RB 73-2223	7	24	8.3	144.8	9.8	12.0	0.80	15.1	2.4
	RD 75-11	3	17	9.7	158.4	10.6	15.4	1.03	15.1	19.9
	SP 71-6949	11	77	10.0	136.4	10.1	13.6	1.01	13.5	3.9
	V 71-51	8	67	10.6	142.4	10.8	15.1	1.15	13.2	16.2
	Varias	47	387	10.7	129.0	9.7	13.8	1.04	13.5	5.2
Total 11H1		1507	12,894							
	CC 00-3257	8	41	8.9	100.8	7.7	9.0	0.69	13.1	1.9
	CC 01-1228	9	70	10.7	127.2	10.4	13.6	1.11	12.3	4.8
	CC 01-1940	137	1095	10.6	150.6	11.0	15.9	1.16	13.9	2.5
	CC 01-678	4	24	10.5	140.5	10.5	14.8	1.10	13.6	1.4
	CC 01-746	2	14	11.8	123.1	9.9	14.5	1.17	12.4	7.0
	CC 03-469	1	7	9.4	163.5	12.5	15.4	1.18	13.1	1.0
	CC 05-940	1	1	8.7	141.9	10.1	12.3	0.88	14.0	3.0
	CC 06-783	1	6	9.5	123.2	9.9	11.7	0.94	12.4	5.0
	CC 06-791	1	14	10.0	122.3	8.3	12.2	0.83	14.7	5.0
11112	CC 06-81	1	4	8.7	99.4	10.4	8.7	0.91	9.6	1.0
11H2	CC 11-595	1	9	11.2	123.8	9.2	13.8	1.03	13.4	1.0
	CC 84-75	13	69	10.1	111.1	8.3	11.2	0.84	13.6	11.8
	CC 85-92	222	1824	10.8	124.7	9.0	13.5	0.97	14.1	8.4
	CC 91-1606	2	6	9.8	139.1	8.7	13.7	0.85	16.1	1.0
	CC 92-2154	1	7	9.6	142.4	8.4	13.6	0.80	16.9	6.0
	CC 92-2198	1	15	10.6	168.0	11.3	17.8	1.20	14.9	4.0
	CC 92-2804	2	10	10.4	128.2	9.5	13.3	0.99	13.5	8.0
	CC 93-3826	1	8	10.3	67.6	4.8	7.0	0.49	14.1	5.0
	CC 93-4181	4	64	11.8	112.8	8.1	13.3	0.95	13.9	4.4
	CC 93-4418	141	1087	10.7	132.6	9.8	14.2	1.04	13.8	3.7

Continúa



Continuación. Productividad de variedades Cenicaña Colombia (CC) en 2017.

Zona Agroecológica	Variedad	Número de suertes	Área cosechada (ha)	Rto. (%)	тсн	ТСНМ	ТАН	TAHM	Edad (meses)	Corte (No.)
	CC 97-7170	3	17	10.0	132.3	9.8	13.2	0.97	13.6	1.7
	CC 98-72	2	22	10.8	120.7	8.9	13.1	0.97	13.5	4.0
	MZC 74-275	1	1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0
	PR 61-632	3	49	9.7	133.0	10.9	13.0	1.06	12.2	3.0
11H2	RB 73-2223	1	1	8.8	142.1	10.5	12.5	0.92	13.6	3.0
	RD 75-11	1	7	10.7	152.2	11.2	16.2	1.19	13.6	12.0
	SP 71-6949	8	55	10.2	125.7	8.9	12.8	0.91	14.2	3.8
	V 71-51	2	29	10.7	143.8	9.5	15.4	1.03	15.1	23.5
	Varias	9	58	10.5	127.9	9.1	13.4	0.95	14.2	4.8
Total 11H2		583	4614							
	CC 00-3079	1	2	10.7	132.5	10.3	14.2	1.11	12.8	2.0
	CC 00-3257	10	36	8.9	123.4	10.5	11.0	0.93	11.9	3.4
	CC 01-1228	9	40	9.2	130.0	10.0	11.9	0.91	13.1	3.6
	CC 01-1940	374	1762	10.4	139.0	10.6	14.5	1.10	13.3	2.6
	CC 01-678	4	26	11.4	125.2	9.3	14.3	1.07	13.5	1.2
	CC 05-940	1	1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0
	CC 11-595	2	4	9.1	125.1	11.7	11.4	1.06	10.7	2.2
	CC 11-605	1	23	10.6	157.2	9.4	16.6	1.00	16.7	1.0
	CC 84-75	17	118	9.9	113.8	8.6	11.2	0.85	13.3	12.7
	CC 85-92	424	1970	10.4	121.6	9.3	12.6	0.96	13.2	10.2
	CC 89-2000	1	1	9.6	130.0	11.6	12.5	1.12	11.2	5.0
	CC 91-1606	10	121	10.7	98.8	6.9	10.6	0.74	14.4	1.1
	CC 92-2188	1	1	10.0	121.3	9.1	12.1	0.92	13.3	7.0
	CC 92-2804	5	35	9.8	115.8	9.3	11.3	0.91	12.5	6.4
11H3	CC 93-3826	1	5	9.3	132.6	11.1	12.4	1.04	11.9	12.0
	CC 93-4181	5	21	11.2	114.1	8.0	12.8	0.89	14.5	3.1
	CC 93-4418	222	1324	10.3	121.9	9.6	12.6	0.99	12.9	4.0
	CC 93-4429	1	3	10.8	141.7	10.6	15.2	1.14	13.3	8.0
	CC 96-6436	1	1	6.8	73.2	6.2	5.0	0.43	11.7	12.0
	CC 97-7170	9	55	9.3	142.8	10.5	13.3	0.99	13.7	2.1
	CC 98-72	3	26	10.9	130.0	8.5	14.1	0.92	15.4	4.2
	CC 99-2461	4	14	9.8	134.0	10.6	13.1	1.04	12.7	5.9
	MZC 74-275	3	30	9.9	135.9	9.4	13.4	0.92	14.5	11.9
	RB 73-2223	1	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0
	RB 85-1336	1	3	9.5	183.8	14.3	17.5	1.37	12.8	15.0
	RD 75-11	2	2	9.0	151.7	9.0	13.6	0.85	17.4	15.3
	SP 61-632	1	2	10.6	138.8	9.8	14.7	1.04	14.2	2.0
	SP 71-6949	29	121	9.6	127.3	9.1	12.2	0.87	14.4	4.6
	Varias	20	66	10.3	125.4	9.8	12.9	1.01	12.9	2.8
Total 11H3		1163	5813							

Continúa

Informe Anual 2017 93

Zona		Número de	Área cosechada	Rto.	<b>T</b> 011	<b>T</b> 0.111			Edad	Corte
Agroecológica	Variedad	suertes	(ha)	(%)	TCH	TCHM	TAH	TAHM	(meses)	(No.)
	CC 00-3079	1	3	8.7	121.0	9.8	10.5	0.85	12.3	4.0
	CC 00-3257	1	3	9.8	139.4	9.8	13.7	0.96	14.2	1.0
	CC 00-3771	1	17	11.8	132.3	8.9	15.6	1.04	14.9	2.0
	CC 01-1228	2	17	11.2	111.6	8.9	12.5	0.99	12.6	4.4
	CC 01-1940	90	808	10.7	155.4	10.3	16.6	1.10	15.4	1.8
	CC 01-678	2	13	10.9	129.2	9.5	14.1	1.03	13.6	2.2
	CC 01-746	1	16	10.8	120.4	8.3	12.9	0.89	14.6	2.0
	CC 03-154	1	4	11.5	102.8	8.4	11.8	0.97	12.2	2.0
1H1	CC 84-75	9	74	10.0	131.8	9.1	13.2	0.91	14.6	6.7
	CC 85-92	90	595	10.9	125.7	8.6	13.8	0.94	14.8	6.0
	CC 93-4181	2	10	12.7	115.7	7.4	14.7	0.94	15.7	5.0
	CC 93-4418	38	282	10.9	127.5	8.8	13.9	0.97	14.6	3.3
	CC 97-7170	2	6	9.2	118.7	8.5	10.9	0.77	14.4	3.2
	RB 73-2223	6	52	8.9	131.9	9.8	11.8	0.89	13.6	2.3
	SP 61-632	1	4	10.5	86.8	7.0	9.1	0.73	12.5	1.0
	SP 71-6949	21	138	10.4	124.7	9.1	12.9	0.95	13.9	2.5
	VARIAS	8	47	10.5	117.0	8.0	12.2	0.84	14.8	2.5
Total 1H1		276	2089							
	CC 00-3257	13	64	9.9	129.4	9.9	12.8	0.97	13.3	2.4
	CC 00-3614	1	2	11.4	142.7	9.8	16.2	1.12	14.6	5.0
	CC 00-3771	2	12	10.9	146.0	10.4	16.0	1.14	14.0	5.0
	CC 00-3885	1	2	13.5	146.4	10.3	19.7	1.39	14.2	2.0
	CC 01-1228	42	340	10.8	136.4	10.8	14.7	1.16	12.8	4.4
	CC 01-1940	472	4511	10.7	163.8	11.7	17.5	1.25	14.2	1.9
	CC 01-385	5	12	9.7	181.0	12.8	17.5	1.23	14.3	1.8
	CC 01-678	14	122	11.4	141.4	10.1	16.1	1.16	14.2	2.2
	CC 01-746	25	244	11.0	136.2	10.2	15.0	1.13	13.4	2.0
	CC 03-1062	1	1	9.4	162.7	12.3	15.2	1.15	13.3	4.0
	CC 03-154	4	47	11.0	135.4	9.9	14.9	1.09	13.7	5.1
	CC 03-469	9	62	10.3	142.5	9.6	14.6	0.98	15.1	1.1
	CC 04-667	6	58	9.7	144.7	11.2	14.1	1.08	13.0	1.8
6H1	CC 05-940	1	4	11.1	137.1	9.3	15.2	1.03	14.8	1.0
	CC 05-948	1	4	9.2	194.4	13.2	18.0	1.22	14.8	1.0
	CC 06-791	1	4	9.0	189.4	12.2	17.0	1.10	15.5	1.0
	CC 84-75	52	442	10.2	134.9	9.8	13.8	1.01	13.8	8.6
	CC 85-92	814	7478	11.1	129.9	9.4	14.5	1.05	14.0	8.2
	CC 87-434	1	6	10.9	62.9	4.3	6.9	0.47	14.5	6.0
	CC 91-1606	3	15	11.1	128.8	8.6	14.3	0.96	14.9	1.2
	CC 92-2198	9	64	10.4	140.0	10.9	14.5	1.13	13.0	7.6
	CC 92-2804	3	26	10.3	136.7	10.3	14.1	1.06	13.5	8.5
	CC 93-3826	3	16	10.1	124.3	8.5	12.6	0.86	15.0	7.9
	CC 93-3895	6	29	10.8	135.3	9.3	14.6	1.01	14.8	5.6
	CC 93-4181	26	325	11.1	141.5	10.4	15.7	1.16	13.7	4.5
	CC 93-4418	284	2507	10.9	129.1	9.5	14.1	1.04	13.7	4.1
	CC 97-7170	53	419	10.0	138.6	10.5	13.9	1.06	13.3	3.1
										Continúa



Continuación. Productividad de variedades Cenicaña Colombia (CC) en 2017.

Zona Agroecológica	Variedad	Número de suertes	Área cosechada (ha)	Rto. (%)	тсн	ТСНМ	ТАН	TAHM	Edad (meses)	Corte (No.)
	CC 97-7565	1	9	10.8	125.0	10.5	13.6	1.14	11.9	7.0
	CC 98-72	30	201	10.5	151.0	11.4	15.9	1.21	13.3	3.8
	CC 99-2282	1	2	9.2	180.0	12.3	16.5	1.12	14.7	1.0
	PR 1141	1	14	12.4	142.3	8.3	17.7	1.03	17.2	24.0
	PR 61-632	10	51	10.5	135.8	10.4	14.3	1.09	13.2	7.3
	RB 73-2223	38	178	9.6	137.3	10.9	13.1	1.04	12.8	3.1
	RD 75-11	3	25	10.5	139.1	10.8	14.7	1.13	12.9	15.3
	SP 71-6949	23	192	10.4	122.2	8.5	12.7	0.88	14.4	3.2
	V 71-51	22	211	10.7	136.9	10.0	14.7	1.07	13.8	14.5
	VARIAS	38	334	10.9	134.8	9.9	14.8	1.08	13.8	3.0
Total 6H1		2019	18033							
	CC 00-3257	1	2	8.9	73.8	5.7	6.6	0.51	12.9	4.0
	CC 01-1228	6	36	10.8	121.7	8.5	13.2	0.92	14.7	2.7
	CC 01-1940	120	1106	10.8	150.4	10.1	16.3	1.09	15.2	2.2
	CC 01-746	1	19	11.5	112.2	7.3	12.9	0.84	15.3	3.0
	CC 03-469	2	11	9.9	130.0	10.5	12.9	1.03	12.5	1.7
	CC 11-594	1	2	8.5	98.5	7.5	8.4	0.64	13.2	3.0
	CC 84-75	15	131	10.1	117.6	8.8	11.8	0.89	13.5	7.0
	CC 85-92	144	1252	10.9	122.4	8.7	13.3	0.95	14.2	7.8
	CC 91-1606	1	6	9.4	144.5	10.3	13.6	0.97	14.0	4.0
(112	CC 92-2198	3	16	10.0	151.3	8.8	15.2	0.89	17.4	6.1
6H2	CC 93-3826	1	8	11.5	121.1	8.3	13.9	0.95	14.6	7.0
	CC 93-3895	1	8	9.6	134.2	10.2	12.8	0.98	13.1	8.0
	CC 93-4181	3	36	11.6	124.6	8.8	14.5	1.02	14.2	4.3
	CC 93-4418	80	491	10.5	133.2	9.6	14.0	1.02	13.9	3.6
	CC 97-7170	1	6	9.9	130.7	9.8	12.9	0.97	13.4	1.0
	CC 98-72	2	8	11.6	101.8	7.5	11.8	0.88	13.5	4.0
	PR 61-632	1	7	11.0	121.4	9.9	13.3	1.09	12.2	9.0
	SP 71-6949	3	7	9.5	119.2	9.5	11.3	0.89	12.6	3.5
	V 71-51	1	8	11.4	126.3	8.3	14.3	0.94	15.2	5.0
	VARIAS	13	122	9.7	149.3	9.3	14.5	0.92	16.3	2.8
Total 6H2		400	3281							

Informe Anual 2017 95

## III. Red de Grupos de Transferencia de Tecnología (GTT) en 2017.



## Ingenio Carmelita

### Diciembre

- Balance del ingenio Carmelita año 2017.
- Perspectivas del sector azucarero y el ingenio Carmelita para el año 2018.
- Estado actual del clima y proyección para el primer trimestre del año 2018.
- · Factores que influyen en la productividad.
- Nuevo enfoque de la Asistencia Técnica y Geoportal de Cenicaña.
- Proyecto vías azucareras para el progreso del sector agroindustrial.

#### Incauca

#### Mayo

- Ventajas y beneficios de la fertilización de precisión
- Experiencia de un proveedor que adoptó la tecnología de fertilización con tasa fija y tasa variada.
- Avances en investigación que ha realizado Cenicaña en fertilización de precisión y las eficiencias de aplicación.
- Avances del ingenio del Cauca en la utilización de equipos de fertilización de precisión.
- Nuevo enfoque de la Asistencia Técnica y Geoportal de Cenicaña.

## Noviembre

- Estado actual del mercado del azúcar en el mundo y perspectivas del sector azucarero para el año 2018
- Presentación nueva herramienta tecnológica página web Incauca para los proveedores.
- Sistema interactivo de información en web Importancia y beneficios de usar las herramientas tecnológicas que ofrece el sitio web de Cenicaña.

## Ingenio La Cabaña

## Noviembre

 Importancia económica de un oportuno y adecuado manejo de arvenses.

### Manuelita

### Mayo

- Plan de prevención y emergencia para efectuar en caso de incendio en cultivos de caña de azúcar.
- Fertilización en el cultivo de caña de azúcar.
- Fertilización con vinaza.
- Fertirriego en la hacienda Malimbú.
- Aplicación de vinúrea en Manuelita.

#### Diciembre

- Balance de Manuelita año 2017.
- Perspectivas del sector azucarero y del ingenio Manuelita para el año 2018.
- Implicaciones sobre el derecho de la propiedad privada a partir del acuerdo de paz.
- Proyecto Educar uno a uno para el fortalecimiento de la educación continua.
- Lanzamiento de la aplicación APP proveedores caña

## Ingenio Mayagüez

### Abril

- Control de calidad en las labores de campo.
- Evaluación de la calidad de la preparación y surcado.
- Evaluación de la calidad de la semilla, de siembra y aplicación del abono.
- Utilidad de la implementación de la enfardadora como método de manejo de residuos.

### Julio

- Principales enfermedades del cultivo de la caña.
- Manejo y control de los barrenadores de tallo en caña de azúcar.
- Alternativa de manejo de riegos con pivote lateral y central.

### Diciembre

- Variedades promisorias para el ambiente semiseco
- Proceso de obtención de variedades del Programa de Variedades de Cenicaña.
- Proyección climática y su relación con la sacarosa del cultivo.

Continúa



Continuación. Red de Grupos de Transferencia de Tecnología (GTT) en 2017.

## Ingenio Pichichí

### Julio

- Importancia y beneficios de la Red RTK para realizar labores de surcado de precisión.
- Alternativas de fertilización con equipos de tasa fija y tasa variada.
- Utilidad y normatividad del uso de drones para evaluar las labores de campo en el cultivo.

#### Octubre

- Alternativas de sistemas de riego y sus beneficios.
- Casos exitosos de cultivadores que han implementado el sistema de riego con manguera perforada.
- Utilidad y aplicación de sensores de potencial mátrico como método alternativo de programación de los riegos.
- Sistema de riego con caudal reducido como alternativa de riego por gravedad en suelos arcillosos.

#### Diciembre

- Balance general del ingenio Pichichí año 2017.
- Proyección climática y su relación con la sacarosa del cultivo.
- Manejo de la Diatraea en el ingenio Pichichí.
- Plan de capacitación 2018 Tecnologías Cenicaña.
- Alternativas de recuperación de la sacarosa.

## Ingenio Providencia

### Marzo

- Balance general
- Lanzamiento página web para proveedores.
- Presentación programa de educación para personal operativo del ingenio y de sus proveedores.

## Agosto

- Control de calidad labores.
- Evaluación de la calidad del encalle y subsuelo.
- Evaluación de la calidad aplicación del abono en fertilización tasa fija y tasa variada.
- Control químico, manual y mecánico de arvenses.
- Manejo seguro y disposición de envases de productos para la protección de cultivo.

#### Diciembre

- Casos exitosos de cultivadores que han implementado el sistema de riego con manguera perforada.
- Utilidad y aplicación de sensores de potencial mátrico como método alternativo de programación de los riegos.
- Sistema de riego por goteo como alternativa de riego en unidades productivas con baja disponibilidad de aqua.

## Riopaila-Castilla (planta Castilla)

### Diciembre

- Calcular y explicar los beneficios económicos de la evaluación y control de los barrenadores en el cultivo de la caña de azúcar.
- Identificar las nuevas especies de barrenadores y el manejo adecuado de acuerdo a la especie y al nivel de infestación.
- Acciones que ha emprendido el ingenio Riopaila Castilla (planta Castilla) para el manejo de plagas.
- Detección de salivazo Aeneolamia varia y Mahanarva bipars en caña de azúcar: Monitoreo y medidas de control.
- Franjas de vegetación como estrategia de control biológico.
- Control de calidad de los insumos biológicos.

## Riopaila- Castilla (planta Riopaila)

### Noviembre

- Calcular y explicar los beneficios económicos de la evaluación y control de los barrenadores en el cultivo de la caña de azúcar.
- Identificar las nuevas especies de barrenadores y el manejo adecuado de acuerdo a la especie y al nivel de infestación.
- Acciones que ha emprendido Riopaila S.A. para el manejo de plagas.
- Detección de salivazo Aeneolamia varia y Mahanarva bipars en caña de azúcar: Monitoreo y medidas de control.
- Franjas de vegetación como estrategia de control biológico.
- Control de calidad de los insumos biológicos.

Continúa

Informe Anual 2017 97

Continuación. Red de Grupos de Transferencia de Tecnología (GTT) en 2017.

## Ingenio Risaralda

## Septiembre

- Beneficios de los nuevos criterios de diseño de campo.
- Estado actual y futuro de la cosecha mecanizada en el ingenio Risaralda (importancia, criterios para realizar la práctica y condiciones técnicas apropiadas).

### Octubre

 Detección de salivazo Aeneolamia varia y Mahanarva bipars en caña de azúcar: Monitoreo y medidas de control.

### Diciembre

- Factores bióticos y abióticos que afectan la sacarosa.
- Perspectivas y proyecciones del ingenio Risaralda en el mercado azucarero.
- Nueva imagen del ingenio Risaralda Video.

## Ingenio Sancarlos

## Abril

- · Control de calidad en las labores de campo.
- Evaluación de la calidad de la preparación y surcado.
- Evaluación de la calidad de la semilla, de siembra y aplicación del abono.

## Agosto

- Manejo y control de los barrenadores de tallo en caña de azúcar.
- Resultados de la evaluación de la maduración en las variedades comerciales Cenicaña Colombia.

#### Diciembre

- Variedades promisorias para las zonas agroecológicas del ingenio Sancarlos.
- Proceso de obtención de variedades del programa de variedades de Cenicaña.
- Proyección climática y su relación con la sacarosa del cultivo.



GTT





# IV. Documentos de Cenicaña registrados en la base de datos bibliográfica en 2017.

Ahumada Luna, S.C. 2017. **Determinación de ácidos orgánicos y azucares presentes en el sector azucarero y destilerías por cromatografía líquida de alta eficiencia**. Informe final estudiante en práctica Palmira: Sena; Cenicaña, 26 p.

Amaya Estévez, A. (2017). **Nuestros resultados, nuestras proyecciones**. Carta Informativa v.5 no.2, dic. 19.

Amaya Estévez, A. 2017. **Investigación, transferencia de tecnología y capacitación: claves para las metas de productividad al 2030**. Cali: Cenicaña. En: Informe Anual 2016. p.8-16.

Amaya Estévez, A. 2017. **Informe de gestión director general a diciembre 31 de 2016**. Sala General a Marzo 22 de 2017. Cali: Cenicaña, 7 p.

Amaya Estévez, A. 2017. La capacitación en la innovación. En: Carta Informativa. v.5 no.1, Ago. p.2.

Arbeláez Vásquez, N. 2017. Informe final joven investigador convenio Colciencias-Cenicaña. Obtención de etanol a partir de la hidrólisis ácida y enzimática de los residuos agrícolas de cosecha de la caña de azúcar (RAC). Cali: Cenicaña, 38 p.; Ej.2 CD-ROM.

Barrera, G.P.; Villamizar, L.F.; Espinel, C.; Quintero, E.M.; Belaich, M.N.; Toloza, D.L.; Ghiringhelli, P.D. and Vargas Orozco G. 2017. **Identification of** *Diatraea* spp. (Lepidoptera: Crambidae) based on cytochrome oxidase II. Plos One. 12, 9 (sep.).

Cagüeñas Parra, M.A. 2017. Estimación de sacarosa en campo mediante el uso del refractrómetro de mano. Informe final estudiante en práctica. Palmira: Universidad Nacional de Colombia, Sede Palmira. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Cenicaña, 55 p.

Centro de Investigación de la Caña de Azúcar. Cenicaña 2017. La estrategia para disminuir el avance de SCYLV en la agroindustria. En: Carta Informativa v.5 no.2, Diciembre 2017. p.16-17.

Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia. Cenicaña 2017. **Juan Carlos Ángel Sánchez: un fitopatólogo de Vida y Obra**. En: Carta Informativa v.5 no.2, Diciembre (2017). p.15.

Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia. Cenicaña 2017. **Geo Portal, una nueva forma para usar datos geoespaciales**. En: Carta Informativa v.5 no.2, Diciembre 2017. p.8.

Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia. Cenicaña 2017. Claves para utilizar sensores en labores de riego. En: Carta Informativa v.5 no.2, Diciembre 2017. p.6-7.

Centro de investigación de la Caña de Azúcar de Colombia. Cenicaña 2017. **Momentos memorables de Cenicaña**. En: Carta Informativa v.5 no.2, Diciembre 2017. p.4-7,18-19.

Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia. Cenicaña 2017. **Agroindustria calculó la huella de carbono del etanol**. En: Carta Informativa v.5 no.2, Diciembre (2017). p.4-5

Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia. Cenicaña 2017. **Manual de reconocimiento de arvenses en el cultivo de la caña de azúcar**. Cali: Cenicaña, 167 p.

Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia. Cenicaña 2017. **No más excusas: ¡Lleve el balance hídrico!** En: Carta informativa v.5 no.1, Agosto (2017). p.8-9.

Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia. Cenicaña 2017. **La experiencia con las variedades RB.** En: Carta informativa v.5 no.1, Agosto (2017). p.7.

Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia. Cenicaña 2017. **Cenicaña propone estrategia de adopción de variedades**. En: Carta informativa v.5 no.1, Agosto (2017). p.7.

Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia. Cenicaña 2017. **Paneleros le apuestan a mejorar su productividad con variedades CC**. En: Carta Informativa v.5 no.1, Agosto (2017). p.5.

Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia. Cenicaña 2017. **Geocuencas: nueva herramienta para la sostenibilidad regional**. En: Carta Informativa v.5 no.1, Agosto (2017). p.4.

Continúa

Continuación. IV. Documentos de Cenicaña registrados en la base de datos bibliográfica en 2017.

Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia. Cenicaña 2017. **Comité de programas avances 2017**, Cenicaña 40 años 1977-2017 Cali: Cenicaña, 140 p.

Centro de Investigación de la Caña de azúcar de Colombia. Cenicaña 2017. **Superintendencia de la estación experimental** Cali: Cenicaña. En: Informe anual. p.85-86.

Centro de Investigación de la Caña de azúcar de Colombia. Cenicaña 2017. **Servicio de Información y Documentación**. Cali: Cenicaña. En: Informe anual 2016. p.81-84.

Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia. Cenicaña 2017. **Servicio de Tecnología Informática**. Cali: En: Informe anual 2016. p.79-80 Cenicaña.

Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia. Cenicaña 2017. **Servicio de Cooperación T**écnica y **Transferencia de Tecnología**. Cali: Cenicaña. En: Informe anual 2016. p.69-78.

Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia. Cenicaña 2017. **Servicio de Análisis Económico y Estadístico**. Cali: Cenicaña. En: Informe anual 2016. p.63-68.

Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia. Cenicaña 2017. **Programa de procesos de fábrica**. Cali: Cenicaña. En: Informe Anual 2016. p.53-62

Centro de Investigación d ela Caña de Azúcar de Colombia. Cenicaña 2017. CATE. Corte de caña, alce, transporte y entrega en fábrica. Cali: Cenicaña. En: Informe anual 2016. p.49-52

Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia. Cenicaña 2017. **Programa de Agronomía 2016**. Cali: Cenicaña. En: Informe anual 2016. p.41-48

Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia. Cenicaña 2017. **Programa de Variedades.** Cali: Cenicaña. En: Informe anual 2016. p.29-40.

Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia. Cenicaña 2017. **Producción de caña y azúcar en el valle del río Cauca** 2016 Cali: Cenicaña. En. Informe anual 2016. p.23-28.

Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia. Cenicaña 2017. El clima en el valle del río Cauca 2016. Cali: Cenicaña. En: Informe anual 2016. p.17-22.

Centro de Investigación de Caña de Azúcar de Colombia. Cenicaña 2017. **Informe anual 2016** Cali: Cenicaña. Cali: Cenicaña, 111 p.

Cortés Betancourt, E. 2017. **Proyección climática** para el valle del río Cauca. En: Carta Informativa v.5 no.1, Agosto (2017). p.3.

Cobo Barrera, D.F.; Rodríguez Sarasty, J.G.; Ospina Patiño, A.F.; Gómez Perlaza, A.L.; Gil Zapata, N.J. 2017. **Evaporation performance: present and future in colombian cane sugar factories**. En: Zuckerindustrie v.142 no.5, May 2017. p.264-269.

Cuenca Chiran, F.Y. 2017. **Mantenimiento del banco de ADN de Cenicaña. Informe de práctica**. Estudiante de procesos biotecnológicos aplicados a la industria Palmira: SENA; CENICAÑA, 20 p.

Lucano Pérez, I.S. 2017. **Informe de pasantía. Laboratorio de fitopatología. Programa de variedades**. Cali: Universidad Autónoma de Occidente. Estudiante pasantía de tecnología en procesos agroindustriales., 45 p.

Montoya Arbeláez, M. 2017. Evaluación de la resistencia al virus de la hoja amarilla sugarcane yellow leaf virus (SCYLV) en variedades in vitro de caña de azúcar inoculadas mediante el áfido Melanaphis sacchari (Zehntner). Informe final joven investigador. Convenio CENICAÑA-COLCIENCIAS. Cali: Cenicaña, 40 p.

Navarrete Bueno, C.P. 2017. **Informe de etapa práctica**. Estudiante del programa técnico en cultivo agrícola Buga: SENA, Cenicaña, 25 p.

Larrahondo Aguilar, J.E.; Mora Vargas, J.A.; Rodríguez Puertas, E.M. 2017. Azúcares. **Conceptos básicos de la química de los carbohidratos** Cali: CatorSe, 74 p. Serie Técnica: Química orgánica.

Lülle Suárez, J.J. 2017. Los retos de la agroindustria de la caña de azúcar Cali: Cenicaña. En: Informe anual 2016. p.6-7.

Continúa



Continuación. IV. Documentos de Cenicaña registrados en la base de datos bibliográfica en 2017.

Paz Rosero, M.A. 2017. **Mitigación del impacto de la calidad de la materia prima y condiciones de proceso sobre el color del producto final**. Informe final práctica profesional. Cali: Cenicaña, 150 p.; CD-ROM.

Valencia J.M.; García Cortés, C.E. y Moreno, D. 2017. Anomalías de vegetación asociadas con el fenómeno del ENOS en el valle geográfico del río Cauca, Colombia. Revista de Teledetección. No.50. 89-100. Vargas Orozco, G.A.; Lastra Borja, L.A.; Ramírez, G.D.; Solís M.A. 2017. The Diatraea complex (Lepidoptera: Crambidae) in Colombias Cauca River Valley: making a case fpr the geographically localized approach. En: Neotropical Entomology v.46 no.6, December 2017.

Villegas Trujillo, F. 2017. **Drones: alternativa** para la aspersión aérea de productos agrícolas. En: Carta Informativa v.5 no.1, Agosto (2017). p.16-17.











VI. Personal profesional al 31 de diciembre de 2017.....

## I. Comités de investigación en 2017.

## Comité de Investigación de Campo

#### Marzo 8

- Informe de la Dirección General.
- Clima 2016 y proyecciones 2017.
- · Productividad y proyecciones 2017.
- Censo de variedades.
- Resultados de la prueba regional, plantilla de variedades de las serie 2004-2009.
- Presentación de resultados varietales en los diferentes ingenios.

### Junio 7

- Informe de la Dirección General.
- Clima y proyecciones 2017.
- Productividad y proyecciones 2017.
- Situación actual de Diatraea en el valle del río Cauca.
- Desarrollo biológico de *Lydella minense* y *Billaea claripalpis* sobre *Diatraea* spp.
- Adaptación de Cotesia flavipes en el valle del río del Cauca de Colombia.
- Identificación de Diatraea spp. y sus parasitoides de larvas en Colombia.
- Franjas vegetales como estrategia de control biológico por conservación en cañaduzales del valle del cauca.
- Metodología para evaluar la resistencia de caña de azúcar frente a Diatraea spp.
- Situación actual de salivazo en el valle del río Cauca.
   Situación de plagas en los diferentes ingenios.

### Septiembre 13

- Informe de la Dirección General.
- Clima y proyecciones 2017.
- Productividad y proyecciones 2017.
- Desarrollo de variedades por etapas y semilleros.
   Investigación y desarrollos relacionados con el uso del agua (salida a campo).

### Noviembre 15

- Informe de la dirección general.
- Clima y proyecciones 2017.
- Productividad y proyecciones 2017.
- Estado actual de la red RTK y su cronograma de terminación.
- Georeferenciación de las líneas de surcado.

## Comité de Cosecha

#### Marzo 21

- Indicadores de cosecha año 2016.
- Avances en Modelo para la programación y planeación de la cosecha.
- Avances en Proyecto de gestión de mantenimiento.
- Desarrollo de sistemas de cosecha para condiciones limitantes.
- Avances en Mecanismo de corte de caña larga adaptado a alzadora.

### Julio 13

- ¿Cómo agregar valor a la gestión de mantenimiento en la organización?
- Indicadores de cosecha enero-mayo 2017.
- Comportamiento de la cosecha en la primera temporada de lluvias de 2017 - reporte de cada ingenio.
- Visita a las instalaciones de HSC Ingeniería. Avance en la construcción del mecanismo de corte de caña larga adaptado a brazo alzadora de caña.

### Diciembre 5

- Indicadores de cosecha 2017.
- Pérdidas de sacarosa entre corte y molienda.
- Propuesta de conformación de Grupo de Trabajo para pérdidas de sacarosa entre campo y molienda.
- Visita a campo para presentación de mecanismo de corte de caña larga adaptado a brazo alzadora de caña.

## Comité de Variedades

### Marzo 15

- Ubicación y distribución varietal IPSA.
- Continuación presentación de resultados varietales en los diferentes ingenios.
- Prueba regional 2004-2009.
- Recorrido y taller de evaluación de la Prueba Regional 2004-2009.

### Noviembre 29

- Avances de proyecto Fenotipificación (Selección Asistida por Marcadores).
- Recorrido en campo.

Continúa



Continuación. Comités de investigación en 2017.

### Comité de Fábrica

#### Febrero 22

- Informe de la Dirección General.
- El Niño, La Niña y el clima del valle del río Cauca en 2016.
- Pronóstico y proyección primer semestre de 2017.
- Programa Procesos de Fábrica.
- Productividad y proyecciones 2017
- Simulación del proceso de combustión empleando Dinámica Computacional de Fluidos (CFD) Consideraciones de mejora en los sistemas de control de pH.
- Producción de briquetas a partir de Residuos Agrícolas de Cosecha (RAC).

## Mayo 24

- Información de la Dirección General.
- El Niño, La Niña y el clima del valle del río Cauca en 2017.
- Pronóstico y proyección segundo semestre.
- Informe de gestión: Grupos de Trabajo Ingenios
   Cenicaña
- Evaluación del desgate en dientes de maza para dos métodos de blindaje.
- Avances en el balance de color para el proceso de producción de azúcar blanco.
- Inventario de gases de efecto invernadero en la producción de etanol carburante.

### Agosto 23

- Información de la Dirección General.
- El Niño, La Niña y el clima del valle del río Cauca en 2017.
- Pronóstico y proyección tercer semestre.
- Implementación del modelo de Imbibición en línea
- Avance del proyecto de Practicas Operativas:
   Estación de cocimientos Ingenios no duales.
- Nuevas herramientas para el diagnóstico del desempeño de la fermentación alcohólica.
- Evaluación de alcalinizantes alternativos para sistemas de tratamiento de agua residual en fábricas de azúcar y etanol.
- Informe de visita técnica a Energy Centre of Netherlands y Congreso EUBCE.
- Informe de trabajo en Conjunto con AB Sugar.

- Capacitaciones programadas y realizadas con los ingenios.
- ISSCT Workshop Processing and Engineering.

#### Noviembre 22

- Información de la Dirección General.
- Condiciones Niño Niña y clima del valle del río Cauca.
- Evolución trimestre 3-2017.
- Proyección trimestre 4-2017 y trimestre 1-2018.
- Productividad y proyecciones 2018.
- Mejoramiento de la combustión en la parrilla de una caldera bagacera.
- Aspectos técnicos y de seguridad en mantenimiento de molinos.
- Procesamiento industrial de nuevas variedades.
- Nuevos proyectos 2018.
- Herramientas para la estimación de la inversión en molinos.
- Estrategia de operación y control en la estación de evaporación.

## Comité de Sanidad Vegetal

### Febrero 2

 Manejo integrado del salivazo: monitoreo y medidas de control

### Junio 28

- Situación actual de *Diatraea* en el valle del río Cauca
- Propuesta para el manejo de la información de Diatraea.
- Experiencias y hechos sobresalientes del precongreso y Congreso de ISSCT.
- Khon Kaen & Chiang Mai, Tailandia.
- Estado actual de las enfermedades (avances de Investigación! Virus de la Hoja Amarilla)
   Situación de las plagas en el Ingenio La Cabaña.
- Porcentaje de intensidad de infestación por *Diatraea* en Riopaila-Castilla.
- Comportamiento de Diatraea en el ingenio Manuelita.

### Diciembre 20

 Estimación de niveles de resistencia al virus de la hoja amarilla (SCYLV) mediante la técnica de PCR en tiempo real (RT-qPCR) en variedades de caña de azúcar.

## Continuación. Comités de investigación en 2017.

- Estandarización de dos metodologías de inoculación en condiciones semicontroladas de *Puccinia* melanocephala H. Sydow y P. Sydow, agente causante de la roya café en caña de azúcar.
- Avances en el establecimiento de semilleros fundación e informe de servicios.
- Avances en el manejo de Diatraea.
- Avances en el monitoreo de Mahanarva bipars.

## Comité de Transferencia de Tecnología

#### Junio 22

- Servicio de cooperación técnica y transferencia de tecnología: Estructuración y objetivos.
- · Mercadeo de variedades: Estrategia.
- Programa de Asistencia Técnica: diagnóstico, avances y proyecciones. Principales factores limitantes y reductores.
- Estudios de balance hidrológico: Alcances y recomendaciones.
- Opciones varietales disponibles para cada mega ambiente.
- Capacitaciones 2017: Informe y programa segundo semestre.
- · Manejo de datos personales.

### Diciembre 12

- Estructura para el mercadeo de tecnología.
- Ajustes en la visualización del programa Balance Hídrico 4.0.
- Geoportal.
- Productividad y clima.
- Diagnóstico de haciendas de proveedores: factores limitantes y reductores de la productividad.
- Resultados de la encuesta anual de adopción de tecnología.
- Estadística de asistencia a capacitaciones 2017 y programa 2018.

### Comité de Maduración

### Marzo 16

- Comportamiento del clima y del rendimiento comercial del Sector durante el año 2016. Pronóstico para el 2017.
- Balance de la maduración del año 2016.
   Maduración y respuesta al madurador de un grupo de variedades (1ª soca) en condiciones semisecas del valle del río Cauca.

 Avances en la elaboración del Manual de Arvenses en Caña de Azúcar y muestrario de principales arvenses cultivadas en el invernadero de Cenicaña.

#### Junio 15

- Comportamiento del clima y del rendimiento comercial del sector durante los primeros cinco meses del año 2017. Pronóstico para los tres meses siguientes.
- Evaluaciones de pre-cosecha en Incauca.
   Evaluaciones de pre-cosecha en el Ingenio Mayagüez.
- Estimación de la sacarosa en campo a partir de lecturas de Brix con un refractómetro manual.
- Resultados recientes en el área de maduración de la caña de azúcar

#### Septiembre 28

- Comportamiento del clima en el valle del río Cauca durante los últimos tres meses y pronóstico para los seis meses siguientes.
- Comportamiento del rendimiento comercial del sector durante los primeros ocho meses del año 2017. Pronóstico para los cuatro meses siguientes.
- Factores que han afectado el contenido de sacarosa desde marzo de 2016 hasta la actualidad.
- Debate sobre los factores que han afectado la sacarosa en el valle del río Cauca durante los últimos 18 meses.
- Resultados de las aplicaciones de dosis altas de madurador en CC 01-1940.

### Diciembre 7

- Comportamiento del clima en el valle del río Cauca durante los últimos tres meses y pronóstico para los tres meses siguientes.
- Comportamiento del rendimiento comercial del sector durante los últimos tres meses y pronóstico para los tres meses siguientes.
- Avances en los estudios de pérdidas de sacarosa.
   Resultados de las investigaciones en el área de Maduración de la caña de azúcar en 2017.



COMITÉS





# II. Participación del personal en actividades de intercambio, capacitación y actualización profesional en 2017.

Evento / Entidad organizadora / Lugar	Fecha	Participante
XXV Plant & Animal genome Conference / PAG / San Diego, EE.UU.	Enero 9 - 13	J. López.
Curso Biodiversidad, Ecología y Agroecosistemas / Universidad del Valle, Universidad del Quindío, Universidad del Cauca, Politécnico Colombiano / Filandia y Cali, Colombia	Enero 10 - 17	L. Rivera.
Coloquio sobre Biodiversidad, Ecología y Agroecosistemas / Universidad del Valle, Universidad del Quindío, Universidad del Cauca, Politécnico Colombiano / Cali, Colombia	Enero 19 - 21	L. Rivera.
Curso de Fenotipificación / Universidad de Arizona / Arizona, EE.UU.	Febrero 11 - 17	C. García.
Curso auditor interno ISO/IEC 17025: 2005 / FV Colombia / Cali, Colombia.	Febrero 22 - 24	L. Donneys.
Investigación científica colaborativa en Integrative Research Institute on Transformations of Human-Enviroment System (IRI-THESys) / Universidad de Humboldt / Humboldt, Alemania.	Febrero 25 – abril 1	F. Hoyos.
Jornada Técnica Soluciones para la decoloración de licor de caña de azúcar / Mathiesen / Florida, Colombia	Marzo 14	S. Pereddo, J. Rodriguez, S. Imbachi
II Seminario internacional de Agricultura de Precisión y herramientas tecnológicas para el desarrollo / Tecnicaña / Cali, Colombia.	Abril 4 - 5	J. Carbonell, E. Hincapié, F. Muñoz, F. Gómez, C. García, E. Corté, J. Ángel.
Visita técnica al programa de mejoramiento de Ridessa / Red Interuniversitaria para el Desarrollo del sector Sucroenergetico / Brasil.	Abril 5 - 12	C. Viveros.
Asistencia Feria Agroclimática / Ideam / Bogotá, Colombia.	Abril 6	E. Cortés
Seminario Microbiología de azúcar / Bernier Group / Cali, Colombia.	Abril 11	T. Daza, C. Prieto, J. Sierra.
1er Congreso Nacional Bioenergía 2017 / Cámara de Comercio de Cali / Cali, Colombia	Abril 17 - 28	J. Lucuara, A. Ospina, A. Gómez, W. Ojeda
Asamblea XLIV anual ordinaria de afiliados / Procaña / Cali, Colombia.	Abril 20	J. Carbonell, E. Hincapié, F Muñoz, L. Gómez, C. García, E. Cortés.
Taller Risk Analysis for the release of GMOs into the environment / International Centre for Genetic Engineering and Biotechnology / Trieste, Italia.	Mayo 20 - 26	J. López.
Programa Internacional Innovación. LaSalle Ramon Llul / Barcelona. España	Mayo 22-junio 2	Arenas.
Pasantía en la Universidad Federal de Rio Grande do Sul y visita Universidad UNICAMP / Cenicaña y Universidad Nacional / Brasil.	Junio 1 - Octubre 1	J. Roa
Congreso Mundial de Conservación de Suelos y Aguas / Lleida, España.	Junio 9 - 25	E. Hincapié.
European Biomass Conference and Exhibition (EUBCE) / Estocolmo, Suecia.	Junio 12 - 15	J. Lucuara
Visita a empresa productora de sensores e invernaderos de fenotipificación / Holanda	Junio	E. Hincapié

Continúa

Continuación. Participación del personal en actividades de intercambio, capacitación y actualización profesional en 2017.

Evento / Entidad organizadora / Lugar	Fecha	Participante
Agua y teledetección, perspectivas para la agricultura y el medio ambiente en el trópico / Universidad Nacional / Palmira, Colombia.	Junio 20	F. Hoyos, D. Cruz.
Congreso 44º de la Sociedad Colombiana de Entomología / Socolen / Bogotá, Colombia	Julio 5 – 7	C. Echeverri, L. Rivera.
Gestión del Mantenimiento en las Fábricas Sucroenergéticas / AB Sugar – Cenicaña / Florida, Colombia.	Julio 11- 13	J. Montes, A. Ospina, N. Gil, J. Lucuara, A. Carrera, C. Muñoz, A. Gómez, A. Ojeda.
Agroexpo/ Corferias / Bogotá, Colombia	Julio 19 - 23	C. Mendoza
Seminario internacional producción y optimización de la sacarosa en el proceso agroindustrial de la caña de azúcar / Tecnicaña / Cali, Colombia.	Julio 26 - 27	L. Gómez, F. Villegas, J. Carbonell, C. Arévalo, Y. Granobles, C. Viveros, L. López, S. Zapata.
Visita ingenio Cristóbal Colón / Ingenio Cristóbal Colon / Republica Dominicana	Agosto 8 - 11	F. Muñoz
Semana Geomática 2017 / Instituto Geográfico Agustín Codazzi / Bogotá, Colombia.	Agosto 16 - 18	C. García, J. Valencia, D. Montero.
Andicom Congreso Internacional de TIC / Cintel / Cartagena, Colombia.	Agosto 23 - 25	H. Silva, J. Caicedo.
Seminario/Taller Implementación de un servicio de vigilancia estratégica para el fortalecimiento del sistema de bibliotecas del Valle del Cauca con la metodología de Diseño Centrado en el Usuario. /RUAV / Cali, Colombia	Agosto 25-septiembre 15	D. Posada, A. Arenas.
Curso Utilización de Técnicas didácticas para la extensión, difusión y transferencia de tecnología / Sena - Asocaña / Florida, Colombia.	Septiembre 1 – Noviembre 24	S. Alarcón, S. Guzmán, M. Pizarro, L. Jiménez, Y. Granobles.
Utilización de residuos para la combustión y generación de energía / Sena - Asocaña / Florida, Colombia.	Septiembre 12 - 14	J. Lucuara, A. Ospina, J. Saltaren, A. Gómez.
IV congreso Colombiano de Biología Computacional y Bioinformatica y VIII Conferencia Iberoamericana de Bioinformática / Solbio / Cali, Colombia.	Septiembre 13 - 17	C. Loaiza, J Trujillo, J. Riascos.
II Curso Latinoamericano de Movimientos en masa / Universidad Nacional / Medellín, Colombia.	Septiembre 19 - 21	E. Hincapié.
Taller IDEAM OMM sobre servicios climáticos / Ideam / Bogotá, Colombia	Septiembre - octubre - noviembre	E. Cortés
Seminario epidemiología de enfermedades de plantas / Ascolfi / Palmira, Colombia.	Septiembre 19	J. Ángel
XXXIII Congreso Colombiano de fitopatología y ciencias afines / Ascolfi / Palmira, Colombia.	Septiembre 20 - 22	J. Ángel, C. Santacruz, M. Montoya, J. Morales, L. Donneys.
Herramientas de Confiabilidad / Cenicaña / Florida, Colombia	Septiembre 21	J. Lucuara, J. Saltaren, A. Gómez, J. Montes, D. Cortés

Continúa



Continuación. Participación del personal en actividades de intercambio, capacitación y actualización profesional en 2017.

Evento / Entidad organizadora / Lugar	Fecha	Participante
Seminario Uso de Enzimas en industria azucarera / Centro Agrolechero Group Sas / Florida, Colombia.	Septiembre 25	J. Sierra, J. Saltaren, S. Imbachi, J. Rodriguez
Seminario Presentaciones Orales Efectivas / UAO / Cali, Colombia	Septiembre 26 – octubre 10	A. Ospina, J. Calpa, J. Sierra, J. Montes, D. Palacios, J. Saltarén, C. Prieto, J. Realpe, N. Arbeláez.
Seminario Internacional de Producción y Optimización de Sacarosa en el Proceso Agroindustrial de la Caña de Azúcar / Atacori / Puntarenas, Costa Rica.	Octubre 10 - 12	F. Villegas
Curso de Innovación en servicios para directores de biblioteca. /RUAV / Cali. Colombia	Octubre-18-20	A. Arenas.
Congreso de Suelos y visita a Universidad de la Florida / Florida, EE.UU.	Octubre 22 - 29	F. Muñoz, L. Gómez.
Seminario Utilización de residuos agrícolas / Sena – Asocaña / Florida, Colombia.	Octubre 24	J. Saltaren, A. Ospina
Evaluación de sistemas de cosecha de caña de azúcar / Sena – Asocaña / Florida, Colombia.	Octubre – noviembre.	C. Arévalo, C. Muñoz, A. Estrada.
2nd Irrigated Sugarcane Conference / Durban, Sudáfrica.	Noviembre	C. Mendoza.
Visita Universidades de Sao Paulo, UNESP y CTC / Brasil	Noviembre	C. Mendoza.
Curso control y mejora de procesos industriales / Sena – Asocaña / Florida, Colombia.	Noviembre 8 - 15	J. Tascón, N. Arbeláez, J. Montes, S. Imbachi, S. Pereddo, J. Rodriguez.
Entrenamiento en técnicas de identificación de microorganismos en biocombustibles - ETS laboratorios / ETS LAB / California, EE.UU.	Noviembre 27 – Diciembre 1	T. Daza. C. Prieto.
Visita técnica cruzamientos para Cenicaña y técnica de cruzamientos empleada en Guatemala / Centro de Investigación y Desarrollo de la Caña de Azúcar de México (CIDCA) y Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Guatemala (CENGICAÑA) / México y Guatemala.	Noviembre 20 – diciembre 7	C. Viveros.
Manejo de lodos de tratamiento de agua potable y aguas residuales domésticas e industriales / Acodal / Cali, Colombia.	Noviembre 22 - 24	B. Múnera.
Simposio Regional El valor de la naturaleza / WWF Ecuador - Proyecto Capital Natural (NatCap) - Conservation Strategy Fund (CSF) / Quito, Ecuador.	Noviembre 27 – diciembre 1	F. Hoyos.
Estrategias de operación y control en clarificación de jugo y filtración de cachaza / Cenicaña / Florida, Colombia.	Diciembre 6	T. Daza, J. Rodriguez, S. Imbachi, J. Tascón
Entrenamiento en hidráulica básica y aplicada / HSC Ingeniería / Cali, Colombia	Diciembre 11 - 14	C. Muñoz.
Curso intensivo Modelos lineales, generalizados y mixtos para análisis de datos biológicos con datos R / Universidad del Valle / Cali, Colombia.	Diciembre 11 - 14	L. Rivera.
Estrategias de operación y control en clarificación de jugo y filtración de cachaza / Cenicaña / Florida, Colombia.	Diciembre 13	J. Tascón, J. Rodriguez, S. Imbachi, T. Daza.

## III. Convenios y acuerdos de cooperación suscritos en 2017.

Fundación Fondo Agua por la Vida y la Sostenibilidad. Enero. Convenio de Cooperación suscrito entre CVC y Fundación Fondo Agua por la Vida y la Sostenibilidad para la contribución y asesoramiento por parte de CENICAÑA en la adquisición de equipos para los Sistemas de Información Geográfica (SIG).

Pontificia Universidad Javeriana. Abril. Convenio de cooperación institucional en los campos de la docencia, la investigación y extensión en las áreas en las cuales se tenga un interés manifiesto.

**Pontificia Universidad Javeriana**. Abril. Convenio de Apoyo Interinstitucional para el desarrollo de prácticas universitarias de pregrado.

**Pontificia Universidad Javeriana**. Abril. Convenio para la realización de una pasantía en Cenicaña por parte de un estudiante de Doctorado.

Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín. Mayo. Convenio de cooperación para instrumentación hidrológica en zonas de alta montaña.

Ridessa (a través de la Universidad Federal de San Carlos- UFSCar). Mayo. Acuerdo de Intercambio de Variedades entre Brasil y Colombia.

**Universidad Autónoma de Occidente**. Mayo. Convenio de pasantías estudiantiles.

Ingenio La Cabaña S.A., Carvajal Pulpa y Papel S.A., Ingenio Providencia y Cenicaña.

Septiembre. Memorando de entendimiento para la cooperación económica, administrativa, operativa y técnica para realizar una prueba para la combustión de los residuos Agrícolas de Cosecha (RAC), con el fin de evaluar el nivel potencial de conversión de energía dentro del proceso de combustión de estos residuos.

## IV. Registros de derechos de obtentor de variedades en 2017.

En el 2017 se completó el proceso de registro de seis variedades que se encontraban en etapa de Pruebas DHE.

Registro	Variedad	Resolución	Años de protección
A141917	CC 93-4183	00011911 (Sept 28/2017)	20 años
A141913	CC 00-3771	00011910 (Sept 28/2017)	20 años
A141914	CC 03-154	00011909 (Sept 28/2017)	20 años
A111593	CC 93-744	00012734 (Oct. 18/2017)	20 años
A141915	CC 93-7711	00012735 (Oct. 18/ 2017)	20 años
A141916	CC 98-72	00012733 (Oct. 18/2017)	20 años

## V. Atención de visitantes.

## 68 visitas

Colegios: 1

 Universidades y entidades de educación técnica: 55 Ingenios: 2

 Otras entidades nacionales e internacionales: 10 Total visitantes: 1284



## VI. Personal profesional al 31 de diciembre de 2017.

### **Dirección General**

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

### **Dirección Administrativa**

**Einar Anderson Acuña.** Director Administrativo. Ingeniero Industrial.

Ligia Genith Medranda Rosasco. Contadora. Contadora Pública.

Karen Bolaños Botello. Asistente de Contabilidad. Contadora Pública.

Andrea Patricia Castro Rebellón. Asistente de Contabilidad. Contadora Pública

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

## Programa de Variedades

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

Freddy Fernando Garcés Obando. Fitopatólogo\*. 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.

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

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

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

**Eliana Andrea Rincón**. Microbióloga Agrícola. Ingeniera Agrónoma, M.Sc.

**Yarley Ximena Granobles Parra**. Ingeniera Agrónoma. Ingeniera Agrónoma.

**Sandra Lorena Zapata Martínez.** Investigador temporal. Ingeniera Agrónoma.

**Gershon Darío Ramírez Sánchez.** Entomólogo. Ingeniero Agrónomo.

Claudia Echeverri Rubiano. Bióloga. Bióloga.

**Leidy Diana Donneys Velasco.** Bacterióloga. Bacterióloga

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

Hugo Arley Jaimes Quiñónez. Biotecnólogo. Biólogo.

**Claudia Marcela Franco Arango.** Biotecnóloga. Bióloga.

**Isabel Cristina Ocampo Quiceno.** Asistente de investigación. Bióloga.

Rocío del Pilar Barrios Méndez. Bióloga. Bióloga.

Manuel Alexander Quintero Muñoz. Investigador temporal. Ingeniero Agrónomo.

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

María Camila Martínez Villa. Asistente de Investigación en Bioinformática. Bióloga, M.Sc.

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

John Esneider Escobar Ortiz. Ingeniero Agrónomo. Ingeniero Agrónomo.

Miguel Ángel Cagüeñas Parra. Ingeniero Agrónomo. Ingeniero Agronómico.

### Programa de Agronomía

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

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

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

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

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

Continúa

En noviembre 9 de 2017 se designó al Dr. Freddy Fernando Garcés Obando como Director del Programa de Variedades. El Dr. Jorge Ignacio Victoria, quien fuera el Director del Programa hasta esa fecha, continúa como Asesor del Programa hasta marzo de 2018.

<sup>\*</sup> Relevo en Dirección del Programa de Variedades

Continuación. Personal profesional al 31 de diciembre de 2017.

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

**Armando Campos Rivera.** Asesor en manejo de aguas. Ingeniero Agrícola, M.Sc.

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

**César Edwin García Cortés.** Analista Percepción Remota. Ingeniero Topográfico, M.Sc.

**César Andrés Arévalo Montaña.** Ingeniero de Mecanización Agrícola. Ingeniero Agrícola, M.Sc.

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

**Fanny Hoyos Villada.** Ingeniera Agrícola. Ingeniera Agrícola.

**Doris Micaela Cruz Bermudez.** Ingeniera de Suelos y Aquas. Ingeniera Agrícola.

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

**Jenniffer Roa Lozano.** Asistente de investigación. Bióloga.

**Jorge Luis Narváez Tobón.** Investigador temporal. Ingeniero Agrónomo.

**David Montero Loaiza.** Auxiliar de Sistemas de Información Geográfica. Ingeniero Topográfico.

**Mario Andrés Soto Valencia**. Topógrafo, Ingeniero Topográfico.

**Diana Marcela Cuero Pabón**. Auxiliar Laboratorio de Suelos, Ingeniera Agrícola.

## Programa de Procesos de Fábrica

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

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

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

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

**Juan Sebastián Saltaren Bouzas.** Ingeniero Mecánico. Ingeniero Mecánico, M.Sc.

**Jose David Tascón Vidarte.** Ingeniero Electrónico. Ingeniero Electrónico. M.Sc.

Sara del Carmen Pereddo Vidal. Química. Química.

**Sergio David Mosquera González.** Químico. Ouímico.

José Sebastian Soto Girón. Químico. Químico.

**Esteban Omar Benavides Hidalgo.** Químico. Ouímico.

**Stephanía Imbachi Ordoñez.** Ingeniera Química. Ingeniera Química.

**Juan Gabriel Rodríguez Sarasty.** Ingeniero Químico. Ingeniero Químico.

**David Palacios García.** Ingeniero Químico. Ingeniero Ouímico.

**Nicolás Arbeláez Vasquez.** Ingeniero Químico. Ingeniero Químico.

**Julián Manuel Latorre Ceballos.** Ingeniero Químico. Ingeniero Químico.

**José Vicente Realpe Salcedo.** Ingeniero Químico. Ingeniero Químico.

**Andrés Felipe Ospina Patiño.** Ingeniero Mecánico. Ingeniero Mecánico.

**Julián Esteban Lucuara Medina.** Ingeniero Mecánico. Ingeniero Mecánico.

**Julián David Montes Posso.** Ingeniero Mecánico. Ingeniero Mecánico.

**Efraín Camilo Muñoz Montenegro.** Ingeniero Mecánico CATE. Ingeniero Mecánico.

**Daniel Fernando Cortés Ramírez.** Ingeniero de Mecanización. Ingeniero Mecánico.

**William Alexander Ojeda Muñoz**. Ingeniero Mecánico. Ingeniero Mecánico.

**Julio Antonio Calpa Pantoja.** Ingeniero Electrónico. Ingeniero Electrónico.

**Bryan Esteban Múnera Castañeda.** Ingeniero Ambiental. Ingeniero Sanitario y Ambiental.

**Gloria Carolina Prieto Correal.** Microbióloga, Microbióloga Industrial.

**Juanita Sierra Becerra**. Microbióloga. Microbióloga Industrial

## Servicio de Análisis Económico y Estadístico

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

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

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

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

Continúa



Continuación. Personal profesional al 31 de diciembre de 2017.

## Servicio de Cooperación Técnica y Transferencia de Tecnología

**Camilo Humberto Isaacs Echeverri.** Jefe. Ingeniero Agrónomo.

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

**Margarita María Rodríguez.** Comunicadora Técnica. Comunicadora Social-Periodista.

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

**Sandra Patricia Guzmán Rivera.** Ingeniera Agrónoma. Ingeniera Agrónoma.

**María Claudia Pizarro Esguerra**. Ingeniera Agrónoma. Ingeniera Agrónoma.

**Liliana Jiménez Lozano.** Ingeniera Agrónoma. Ingeniera Agrónoma.

Sandra Lorena Alarcón Muriel. Ingeniera Agrícola. Ingeniera Agrícola.

**Melissa Rondón Arango.** Ingeniera Agrónoma. Ingeniera Agrónoma.

**Andrea Campiño Blanco**. Auxiliar de diseño. Diseñadora de Comunicación Visual.

## Servicio de Tecnología Informática

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

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

José Luis Rivas Viedman. Ingeniero de Sistemas. Ingeniero de Sistemas.

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

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

**Christian Iván Rojas Valencia**. Ingeniero de Sistemas. Ingeniero de sistemas.

**Julián Eduardo Antía Castaño.** Ingeniero de Redes y Telecomunicaciones. Ingeniero Electrónico y Telecomunicaciones.

## Servicio de Información y Documentación

Adriana Arenas Calderón. Jefe. 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

- Bradbury, Peter J., Zhiwu Zhang, Dallas E. Kroon, Terry M. Casstevens, Yogesh Ramdoss, and Edward S. Buckler. 2007. "TASSEL: Software for Association Mapping of Complex Traits in Diverse Samples." Bioinformatics 23 (19): 2633–35.
- Chin, Chen-Shan, Paul Peluso, Fritz J. Sedlazeck, Maria Nattestad, Gregory T. Concepcion, Alicia Clum, Christopher Dunn, et al. 2016. "Phased Diploid Genome Assembly with Single-Molecule Real-Time Sequencing." Nature Methods 13 (12): 1050–54.
- Koren, Sergey, Brian P. Walenz, Konstantin Berlin, Jason R. Miller, and Adam M. Phillippy. 2016. "Canu: Scalable and Accurate Long-Read Assembly via Adaptive K-Mer Weighting and Repeat Separation." bioRxiv, 071282.
- Isaacs Echeverri, C.H. y Silva Cerón, H.F. 2014. Manejo agronómico del cultivo de caña de azúcar con enfoque de agricultura específica por sitio AEPS. Guía metodológica. Cenicaña Cali, Colombia.
- Riaño-Pachón, Diego Mauricio, and Lucia Mattiello. 2017. "Draft Genome Sequencing of the Sugarcane Hybrid SP80-3280." F1000Research 6 (June): 861.
- Simpson, Jared T., Kim Wong, Shaun D. Jackman, Jacqueline E. Schein, Steven J. M. Jones, and Inanç Birol. 2009. "ABySS: A Parallel Assembler for Short Read Sequence Data." Genome Research 19 (6): 1117–23.
- Vargas, G.; Castro, U.; Granobles, Y.; G. Ramírez. 2013. Bioecología y perspectivas de manejo de los salivazos Mahanarva bipars y Aeneolamia varia (Hemiptera: Cercopidae) en caña de azúcar. Simposio 11 Avances en plagas de importancia agrícola en Colombia. Memorias 40 Congreso de la Sociedad Colombiana de Entomología (SOCOLEN). 422-435.



## Acrónimos, siglas y abreviaturas

## Instituciones y grupos

**BEKDAU:** Centro de Investigación, Innovación y Transferencia Tecnológica de la Cadena Panelera

CIAT: Centro de Investigación de Agricultura Tropical

CIRAD: Centro de Investigación para el Desarrollo de la Agronomía (Francia)

**CNPEM:** Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais

**COLCIENCIAS:** Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación

CORPOICA: Corporación Colombiana de Investigación
Agropecuaria

CVC: Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca

EESA: Estación Experimental San Antonio

FAVPS: Fondo Agua por la Vida y la Sostenibilidad

GTT: Grupos de Transferencia de Tecnología

ICA: Instituto Colombiano Agropecuario

NOAA: National Oceanic and Atmospheric Administration

SENA: Servicio Nacional de Aprendizaje

SAG: Sociedad de Agricultores y Ganaderos del Valle del

Cauca

SGC: Servicio Geológico Colombiano
SIN: Sistema Interconectado Nacional.
UNAL: Universidad Nacional de Colombia.

## Variedades de caña de azúcar

cc: Cenicaña Colombia

Mex: México
PR: Puerto Rico

RB: República de Brasil

SP: Sao PauloV: Venezuela

### **Varios**

ADN: Ácido desoxirribonucleico

AEPS: Agricultura específica por sitio

**BH:** Balance hídrico

**BIT:** Biorreactor de Inmersión Temporal

CATE: Corte, alce, transporte y entrega en fábrica

**CFD:** Computerized fluid dynamics **Cpk:** Indice de capacidad de proceso

Ea: energía de activación

ENOS: El Niño Oscilación del Sur

Etc: evapotranspiración del cultivo

FMECA: Failure modes, effects and criticality analysis

GEI: Gases de efecto invernadero

GNSS: Global navigation satellite system

**Gpb:** Giga pares de bases **GPS:** Global Positioning System

**GRT**: Guía de recomendaciones técnicas **GWAS**: *Genome wide Association Studies* 

h: potencial mátrico

KASP: Kompetitive Allele Specific PCR

kPa: Kilopascales

LAA: lámina de agua acumulada

Mpb: Mega pares de bases

MRS: Man Rogosa Sharpe

MTBF: Mean Time Between Failures

NTRIP: Networked Transport of RTCM via Internet Protocol

MTTR: Mean Time To Repair

**OEE**: Overall Equipment Effectiveness

PacBio: Pacific Bioscience

PAT: Programa de Aprendizaje y Asistencia Técnica

PCR: Reacción en cadena de la polimerasa

Ppm: Partes por millón

RAC: Residuo agrícola de cosecha

RCA: Root analysis causes

RCM: Reliability Centered Maintenance (Mantenimiento Basado en Confiabilidad)

RITA: Recipiente de inmersión temporal automática

RMA: Red Meteorológica Automatizada

RTCM: Radio Technical Commission for Maritime Services

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

SEF: Sistema Experto de Fertilización

SIT: Sistema de inmersión temporal

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

SVM-RFE: Support Vector Machines – Recursive Feature Elimination (Máquinas de Soporte Vectorial con Eliminación Recursiva de Características).

SWAT: Soil and Water Assessment Tool

Z.A.: Zona agroecológica

## Publicación Cenicaña

### Comité editorial

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

### Producción editorial

Servicio de Cooperación Técnica y Transferencia de Tecnología

### Coordinación editorial

Margarita María Rodríguez

### Diagramación

Alcira Arias Villegas

#### Carátula

Andrea Campiño Blanco

### **Fotografías**

Diego Oquendo: 39, 58, 86, 102 Verónica Hernández: 17 Andrea Campiño: 38 Leonardo Rivera: 42 María Claudia Pizarro: 77

Banco de imágenes Cenicaña: 16, 23, 38, 70, 75

## Preprensa e impresión

Se terminó de imprimir el 14 de marzo de 2018 en Ingeniería Gráfica S.A. (Cali, Colombia)

Línea de atención al cliente: (57 - 1) 472 2000 en Bogotá o1 8000 111 210 a nivel Nacional

El servicio de **envíos** de Colombia



