



Informe Anual 2023

# Contenido

Junta Directiva

Páa. (

Comités de investigación

Páa. 4

**Personal Directivo** 

Pág. 6

Planeación Estrategica

Páa.

Cenicaña, el vínculo entre la agricultura y el futuro Martha Isabel Lince Cabal

Un 2023 con productos, herramientas, soluciones, alianzas e innovación Freddy Fernando Garcés Obando

Páa. 10

azúcares, biomasa y energía

Pág. 13

ambiente, variabilidad y cambio climático

Pág. 59

eficiencia operativa

Pág. 97

acompañamiento y adopción

Pág. 13

diversificación

Pág. 150

apropiación social del conocimiento

áa. 159

Cenicaña

Páa. 169

Anexo



# **Principales**

Roberto Klinger Yanovich Presidente Incauca S.A.

Vicente Borrero Calero Gerente General Ingenio Providencia

Pedro Enrique Cardona López Presidente Riopaila Castilla S.A.

Mauricio Iragorri Rizo Gerente General Ingenio Mayagüez S.A.

Juan Miguel Jaramillo Londoño Gerente General Ingenio Manuelita S.A.

Luis Enrique Saavedra Pardo Gerente General Ingenio La Cabaña S.A.

Tania Marcela Guapacha Lozano Gerente General Ingenio Pichichí S.A.

Claudia Ximena Calero Cifuentes Presidenta Asocaña

Rodrigo Villegas Tascón Representante de los cultivadores afiliados a Asocaña

Angela Maria Cabal Barona Presidenta Junta Directiva Procaña

Carlos Hernando Molina Durán Representante Junta Directiva Procaña

Santiago Fernández Vallejo Azucari

# **Suplentes**

Edgar Escobar Santacoloma Gerente de Campo Incauca S.A.

Luis Felipe Gaviria Giraldo Gerente General Ingenio Risaralda

Gustavo Adolfo Barona Torres Gerente General AgroRiocas Riopaila Castilla S.A.

Julio Alberto Bernal Ramírez Asistente Gerencia General Ingenio Mayagüez S.A.

Hernando Ulloa Tenorio Gerente de Campo / Gerente Agrícola Ingenio del Occidente

Alejandro Amaya Cutiva Gerente Ingenio María Luisa S.A.

Mario Andrés Restrepo Renjifo Gerente General Ingenio Carmelita S.A.

William David Loaiza Franco Jefe Gestión Ambiental Asocaña

Jorge Alberto Vallejo Bernal Representante de los cultivadores afiliados a Asocaña

Martha Isabel Lince Cabal Vicepresidenta Junta Directiva Procaña

Carlos Hernando Azcárate Tascón Representante Junta Directiva Procaña

Humberto Ramírez Arango Azucari

Junta Directiva 2023 2024

# Comité de Campo

### Presidente:

Andrés Felipe Muñoz, Ingenio Carmelita - Ingenio Pichichí. Coordinador: John Jaime Riascos, Cenicaña.

## Comité de Variedades

### Presidente:

Oscar Mauricio Delgado, Ingenio Providencia. Coordinador: Fredy Antonio Salazar V, Cenicaña.

# Comité de Sanidad Vegetal

### Presidente:

Yolanda Gutiérrez, Ingenio Incauca.

# Comité de Cosecha

### Presidente:

Leonardo Yusti Zapata, Ingenio RioPaila Castilla, Planta Castilla.

# Comité de Maduración

### Presidente:

Anyerson Naranjo Espitia, Ingenio Riopaila Castilla, Planta Castilla.

# Comité de Fábrica

## Presidente:

Harold Home Saldarriaga, Incauca.

# Comité de Transferencia de Tecnología

### Presidente:

Sara Marcela Paz Martínez, Ingenio Providencia.

# Comité de Agricultura de Precisión

### Presidente:

Diego Ferney Sandoval López, Ingenio Providencia.

# Comités de investigación





Freddy Fernando Garcés Obando Director General

Einar Anderson Acuña Director Administrativo

# **Programas**

John Jaime Riascos Arcos Director Programa de Variedades.

Julián Fernando Mateus Rodríguez Director Programa de Agronomía.

Nicolás Javier Gil Zapata Director Programa de Procesos de Fábrica.

# Servicios

Fernando Villegas Trujillo
Jefe Servicio de Cooperación Técnica
y Transferencia de Tecnología.

Héctor Alberto Chica Ramírez Coordinador Servicio de Analítica.

Jaime Hernán Caicedo Ángel Jefe Servicio de Tecnología Informática-SETI.

Mery Esperanza Fernández Porras Coordinadora Servicio Agroclimático.

Adriana Arenas Calderón Jefa Servicio de Gestión del Conocimiento.

Luis Eduardo González Buritica Superintendente Superintendencia de la Estación Experimental.

# Personal directivo 2023

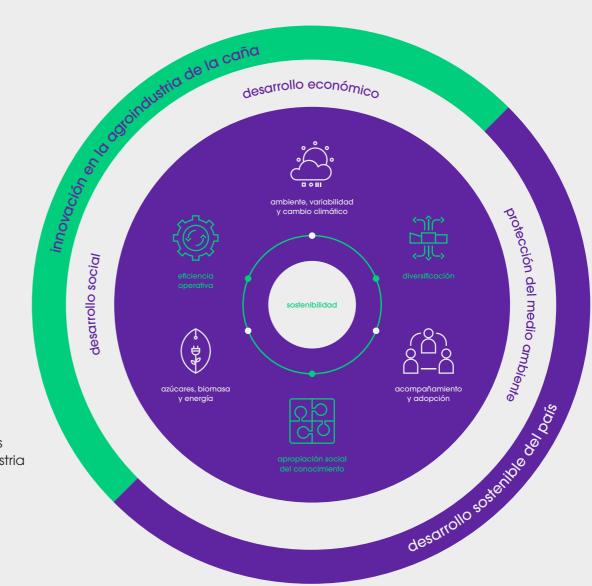
# Planeación estratégica 2022 - 2026

# Misión:

Contribuir al desarrollo sostenible del país a través de la innovación en la agroindustria de la caña de azúcar.

# Visión:

Liderar la evolución sostenible de la agroindustria de la caña de azúcar.



# Cenicaña, el vínculo entre la agricultura y el futuro

En estos tiempos, los desafíos para la agricultura son significativos. El cambio climático afecta directamente la productividad del sector y convierte en un imperativo la adopción de nuevas tecnologías y diferentes aportes de conocimiento para que el cultivo exprese su verdadero potencial.

En nuestro sector agroindustrial de la caña de azúcar, tanto los ingenios como los cultivadores, somos conscientes de la necesidad de recurrir a la innovación y a la adopción de nuevas prácticas para adaptarnos a las condiciones del entorno ambiental y mitigar sus efectos.



Los avances en la cosecha mecánica, la oferta de variedades y el diseño de los campos, entre otros, han modificado los criterios de manejo del cultivo para cada zona agroclimática. Desde Procaña reiteramos el llamado a todos los productores de caña para que nos involucremos y comprometamos a realizar los cambios necesarios, de manera que la tecnología nos ayude a tomar decisiones, tempranas, focalizadas y oportunas, disminuyendo costos y aumentando la productividad. Cenicaña nos acompaña en la adopción de técnicas y tecnologías validadas y herramientas de seguimiento y datos en línea para la toma de decisiones y dispone de infraestructura y sistemas de información robustos que facilitan la labor de campo, permitiéndonos adaptarnos ágilmente a las demandas del entorno y al cuidado del mismo. El acompañamiento que ofrece a las investigaciones e iniciativas de los productores de caña es muy valioso. Muchas de estas ideas, después de ser validadas, se incorporan a programas por su valor técnico.

También proporciona información y capacitación permanente en temas claves para mejorar prácticas agrícolas, optimizar la fertilización, controlar plagas y adoptar tecnologías eficientes, beneficiando a todo el sector.

Los cambios tecnológicos y ambientales involucran directamente a los cultivadores de caña, por lo que se hace necesario el trabajo conjunto con Cenicaña, los ingenios, Procaña y otras entidades para extender tecnologías, acciones y soluciones a toda la agroindustria de la caña de azúcar. La renovación de la imagen de Cenicaña es una oportunidad para acercarnos más como sector y usuarios de tecnologías a través de validaciones y capacitaciones.

Cenicaña es un modelo de desarrollo institucional enfocado en la investigación, brindando oportunidades sin precedentes para el crecimiento y la formación de jóvenes científicos innovadores; este legado de conocimiento y compromiso con la sostenibilidad garantiza un futuro brillante para la caña de azúcar en Colombia.

¡Por un futuro dulce y sostenible para todos!

Martha Isabel Lince Cabal Presidenta Junta Directiva Procaña Un 2023 con productos, herramientas, soluciones, alianzas e innovación

En el 2023 Cenicaña cumplió 46 vaños fiel a su compromiso con la agroindustria. Desde 1977, ingenios y cultivadores encuentran en el Centro de Investigación tecnologías, información, acompañamiento y herramientas que aporten a su sostenibilidad.

Las más de cuatro décadas dedicadas a la construcción de un modelo institucional, basado en la confianza y la responsabilidad, deben ser motivo de orgullo y satisfacción por parte de todos nuestros aportantes, porque gracias a esa inversión permanente y a esa visión innovadora, la experiencia y los logros del Centro de Investigación impactan más allá del área cultivada con caña de azúcar. ¡Somos más que caña!



Este año desarrollamos herramientas y fortalecimos una infraestructura para ofrecer soluciones innovadoras que nos conectan: La plataforma de analítica e inteligencia artificial ANA es un proyecto que cobró relevancia por sus potenciales aportes en la logística y operación de procesos costosos y laboriosos; y Gotas se trata de una solución de seguimiento de las precipitaciones con proyección regional en estrategias de mitigación de los efectos de la variabilidad climática. Estos avances nos fortalecen en los enfoques de una agricultura digital más resiliente y eficiente.

Las alianzas también fueron protagonistas en el 2023, sobre todo cuando se concretan para ampliar un alcance que de manera individual tomaría años lograr. Así es como a través del Programa Integra y con recursos del Sistema General de Regalías se logró la vinculación adicional de 151 cultivadores para recibir acompañamiento hacia una gestión y producción del agroecosistema de la caña más sostenible. Con el mismo objetivo, también este año se logró financiación a través del proyecto Impulsa con Bonsucro para incluir acciones en este sentido desde la cuenca hasta la zona plana.

Colombia Agropecuaria Sostenible, esa gran alianza liderada por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, coordinada por la Alianza Bioversity International y CIAT con siete gremios entre ellos caña de azúcar, es otro de esos acuerdos que se materializaron al final del año para reducir la vulnerabilidad de los productores rurales de Colombia en 22 departamentos ante los retos de mitigación y adaptación a la variabilidad y cambio climático.

Precisamente, en un año que inició marcando la finalización de un fenómeno La Niña y a partir de junio dio paso a la conformación de un fenómeno El Niño, fue necesario unir esfuerzos interinstitucionales en la implementación de una estrategia para mitigar su impacto a corto plazo.

Después de casi tres años bajo una condición de altas precipitaciones y un segundo semestre seco, se tuvo una enorme influencia en los indicadores de productividad y rentabilidad de la agroindustria al afectarse, principalmente, la calidad y oportunidad de las labores agrícolas y la disponibilidad y calidad de materia prima para las fábricas.

Sin embargo, también es oportuno mirar otro lado de esas condiciones del clima: permitieron sobre todo en el segundo semestre una renovación histórica con nuevas alternativas varietales y se logró tener bajo control el salivazo, la plaga potencial más importante. Además, el porcentaje de energía eléctrica vendida al sistema interconectado mantuvo su tendencia de crecimiento.

El 2023 también fue un año para enfocarse en la visión de liderar la evolución sostenible de la agroindustria. En ese sentido, los programas de investigación y el Servicio de Cooperación Técnica y Transferencia de Tecnología se sometieron a una evaluación para conocer cómo está Cenicaña frente a las tendencias de las agroindustrias de caña de azúcar del mundo y en comparación con centros similares de otras latitudes. La evaluación dejó una serie de recomendaciones que se incorporaron a los planes de acción de las diferentes áreas para implementar en los nuevos macroproyectos.

Cenicaña este año fortaleció los procesos de innovación con un foco sistémico de la cultura organizacional y empezó a implementar un nuevo sistema de marca e imagen institucional. Este busca promover procesos de comunicación más eficientes, empáticos y oportunos, con proyectos que conecten todos los actores. Se espera entonces una mayor apropiación social del conocimiento y valoración de la investigación enfocada en soluciones que conecten los actores del sector y las diferentes comunidades.

Finalmente, es importante destacar los retos del sector como una agroindustria modelo de economía circular. Por eso los esfuerzos en identificar nuevas oportunidades siguieron fortaleciéndose alrededor de iniciativas como Carlab, la caracterización de pellets de biomasa y el biogás y su impacto en GEI.

El 2023 dejó soluciones, herramientas y productos cuyo impacto dependerá de la oportunidad que les demos. En momentos en los que el planeta demanda más acciones sostenibles, mayor compromiso ambiental y social en los territorios y más argumentos basados en la ciencia, es importante que estos avances se sigan fortaleciendo para consolidar una región agroindustrial sostenible y biodiversa.

Freddy Fernando Garcés

Director General de Cenicaña

selección SA.M x marcadores asistida

01

Providencia
Bulzura
sostenible

azúcares, biomasa

y energía

Contribuir a la sostenibilidad de la región y del país, con énfasis en el aumento de la rentabilidad y de la productividad, desarrollando, validando, recomendando y acompañando la adopción de tecnologías de cultivo, cosecha y fábrica, con productos, prácticas, protocolos y metodologías desarrollados por Cenicaña.

azuguita pal cafe

CC 11-0132





# Indicadores de producción y productividad de la agroindustria 2023

El 2023 se caracterizó por pasar de condiciones del fenómeno La Niña a El Niño, que se acentuaron en el segundo semestre. En este periodo del año predominaron bajas lluvias, alta radiación y temperaturas nocturnas altas.

Estas condiciones explican, desde el punto de vista climático, que en el segundo semestre del 2023 la agroindustria no alcanzara los valores proyectados para sacarosa. En este periodo también se redujo la edad de cosecha, y por consiguiente, la caña molida y el azúcar producido. tabla 1.

Tabla 1.
Indicadores de productividad de la agroindustria colombiana de la caña de azúcar entre 2022 y 2023.

al tipo de azúcar de mayor producción en el sector, el azúcar blanco.

4. Incluye a Bioenergy.

	Indicador	Trimestres 2023				Enero - Diciembre		Diforoncia
Campo (12 Ingenios)		Primero	Segundo	Tercero	Cuarto	2022	2023	- Diferencia
	Suertes cosechadas	7,025	6,278	9,118	6,874	26,876	29,295	9.00%
	Area cosechada (ha)	48,508	41,127	63,147	46,176	184,731	198,957	7.70%
	Toneladas de caña por hectárea TCH	106.7	102.7	98.8	101.0	117.8	102.1	-13.38%
	Toneladas de azúcar por hectárea TAH	11.1	10.8	10.8	10.4	12.3	10.8	-12.57%
	Toneladas de Caña por hectárea por mes TCHM	8.2	8.0	8.0	8.4	8.7	8.2	-6.37%
	Toneladas de Azúcar por hectárea por mes TAHM	0.9	0.8	0.9	0.9	0.91	0.86	-5.62%
	Rendimiento Comercial	10.4	10.5	10.9	10.3	10.5	10.6	0.94%
	Edad de Cosecha (mes)	13.3	13.0	12.4	11.9	13.8	12.6	-8.17%
	Número de corte	5.4	5.8	5.4	5.3	5.3	5.4	2.71%
Т	Toneladas totales de caña molida <sup>1</sup>	5 500 411	4 297 229	6 398 429	4 679 071	22 562 036	20 875 141	-7.48%
Fábrica	Toneladas totales de azúcar producida²	495,815	400,597	621,964	438,713	2 095 314	1 957 090	-6.60%
	Rendimiento real con base en 99.7% pol <sup>3</sup>	10.61	10.63	11.05	10.36	10.62	10.69	0.69%
	Fibra % caña	16.11	15.90	15.44	16.28	16.00	15.90	-0.65%
	Sacarosa aparente en caña %	12.19	12.19	12.67	12.00	12.12	12.29	1.42%
	perdidas de sacarosa en miel final (% sacarosa caña)	6.75	6.60	7.11	7.37	6.72	6.97	3.69%
	pérdidas en En cachaza (% sacarosa caña)	0.74	0.62	0.52	0.61	0.90	0.62	-31.01%
	pérdidas en indeterminadas (% sacarosa caña)	2.00	1.84	1.74	2.24	1.52	1.94	28.03%
	pérdidas en bagazo (%Sacarosa caña)	3.77	3.72	3.42	3.69	3.84	3.63	-5.46%
	Litros de etanol (miles) <sup>4</sup>	109.327	55.084	86.673	77.138	366,031	328,222	-10.33%
	Energía eléctrica generada (MWh)					1 666 667	1 710 445	2.63%
	Enerfía eléctrica vendida (MWh)					712,838	759,705	6.57%
Clima	Precipitación (mm mensuales)	419	275	169	392	1661	1255	-24.44%
	Oscilación media diaria de temperatura	11.3	11.8	13.4	11.6	11.1	12.0	8.38%
	Temperatura mínima media (°C)	18.8	19.2	19.0	19.5	18.7	19.1	2.34%
	Radiación solar media diaria (cal/(cm²xdia))	434	432	456	432	422	439	3.87%
	Condición climática externa	La Niña	Neutro	El Niño	El Niño	La Niña	El Niño	
	Toneladas totales de caña molida: Comprende la caña en existencia en patios más la caña que entra durante el período menos el soldo en patios al finalizar el período (existencias + caña entrada - saldo patios).     Toneladas totales de azúcar producido: Suma de las toneladas totales de las diferentes clases de azúcar			Valores multianuales 1994-2023	Precipitación	Radiación solar media diaria (cal/(cm²xdia))	Oscilación media diaria de temperatura	Temperatura mínima media (°C)
producido incluyendo lo desviado a la producción de etanol.  3. Rendimiento real: Porcentaje (%) de axúcar neto (en peso) obtenido por tonelada de caña molida, en donde el axúcar neto corresponde al axúcar elaborado y empacado más la diferencia de los inventarios anterior y actual del axúcar de los materiales en proceso en el período considerado (mieles, masas, magnas, meladuras y jugos).					305	425	11.3	19.0
					385	401	10.6	19.1
	Este índice convierte todos los tipos de azúcares a una misma base de contenido de Pol 99.7°, el cual corresponde al tipo de azúcar de mayor producción en el sector, el azúcar blanco.				190	425	12.1	18.5

Trimestre 4

10.7

18.9



Figura 1. TCH y anomalía de la lluvia mensuales entre 2022 y 2023.



El TCH comenzó el año 2023 con una media mensual de 112 T/ha y terminó en diciembre en 103 T/ha (9 toneladas menos). Este descenso gradual fue el resultado de la prolongada duración del fenómeno La Niña, lo que afectó la calidad y oportunidad de las labores de establecimiento y levante. Teniendo en cuenta que las anomalías positivas de lluvia (exceso) del 2021 impactaron negativamente el TCH de 2022, por la misma razón, las anomalías positivas de lluvia de 2022 tuvieron un efecto adverso en el TCH de 2023; esto sumado a una disminución en la edad de corte durante el segundo semestre. Figuras 1 y 2.



Figura 2. TCH y edad de cosecha promedio mensual entre 2022 y 2023.

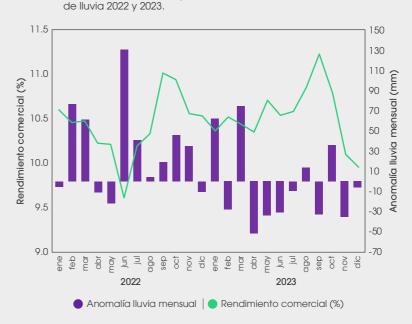




Figura 3. Sacarosa % caña y anomalía de Iluvia 2022 y 2023.

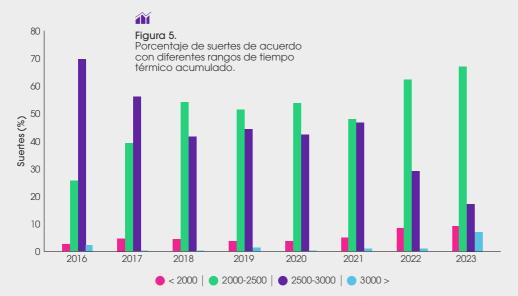


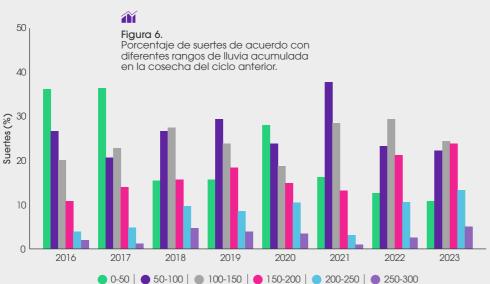
Figura 4.
Rendimiento comercial y anomalía



En el valle del río Cauca el fenómeno de El Niño trajo consigo bajos volúmenes de lluvia y éste en particular, se caracterizó por temperaturas mínimas mayores que 18°C. Esta condición y edades menores a 12 meses influyeron en las bajas concentraciones de sacarosa % caña y rendimiento (%), en especial durante el último trimestre del año. Figuras 3 y 4.

Las figuras 5 a 8 muestran el porcentaje de suertes cosechadas en 2023 de acuerdo con ciertos niveles de variables climáticas. Esto ayuda a explicar el comportamiento de la productividad para este mismo año.





En la figura 5 se observa que 80% de las suertes tuvieron menos de 2500 grados día. (Para TCH entre más grados día se acumulen mejor y para sacarosa entre 2500 y 3000). En ambos casos los grados día no fueron suficientes para obtener productividades altas.

De acuerdo con la figura 6, 70% de las suertes cosechadas en 2023 fueron cosechadas en su ciclo anterior (el de 2022) en épocas de más de 100 mm acumulados al mes, impactando negativamente la producción. Es importante recordar que el fenómeno de La Niña se expresó hasta abril de 2023, por lo que muchas suertes fueron cosechadas y/o levantadas en condiciones de alta lluvia en 2022.

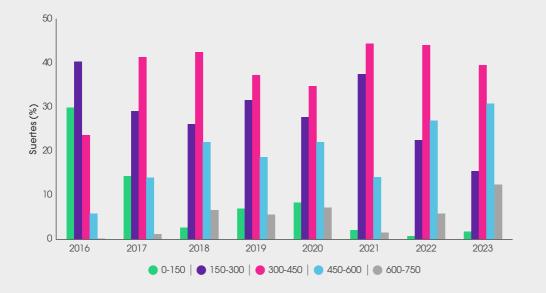
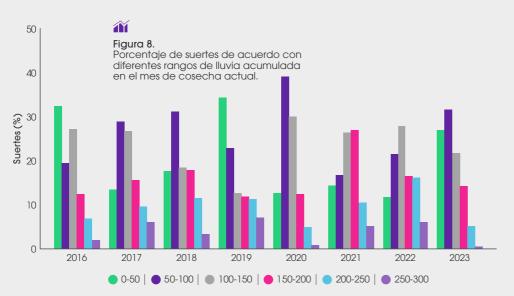




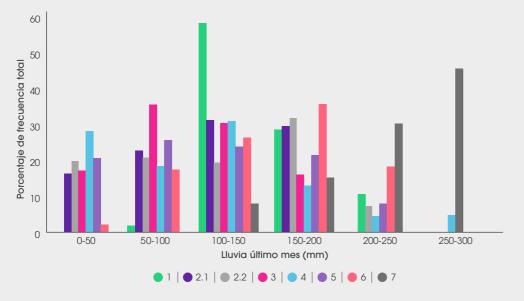
Figura 7.
Porcentaje de suertes de acuerdo con diferentes rangos de lluvia acumulada en sus primeros 90 días de cultivo.

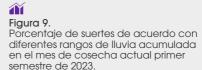


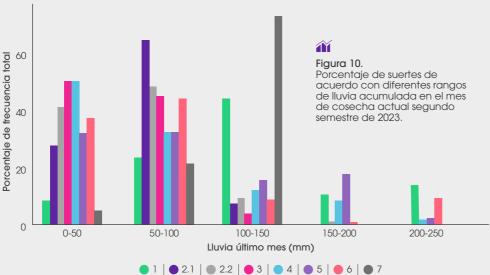
En la figura 7 se observa que 80% de las suertes cosechadas en 2023 recibieron más de 300 mm de lluvia en sus primeros meses del ciclo. Este exceso dificultó las labores de levante teniendo un impacto negativo tanto en TCH como en sacarosa.

En la **figura 8** se observa que 50% de las suertes cosechadas en 2023 recibieron más de 100 mm de lluvia en el mes de su cosecha. Sin embargo, es necesario detallar este comportamiento por semestre dado el cambio de la condición Niña a Niño que se presentó en la mitad de 2023.





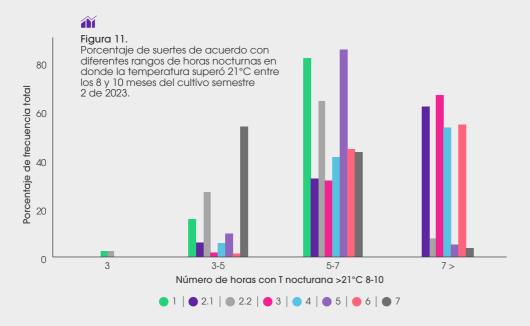


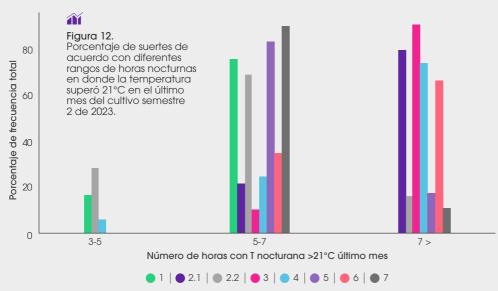


Las **figuras 9** y **10** muestran que en el primer semestre más del 50 de las suertes cosechadas recibieron más de 100 mm de lluvia en el último mes del ciclo (Fenómeno La Niña sumado a la primera temporada de lluvias en el segundo trimestre).

No obstante, en el segundo semestre las condiciones de lluvia cambiaron con la entrada de el fenómeno de El Niño y muy pocas suertes cosechadas tuvieron exceso de lluvia en su último mes.







Estas condiciones son buenas para la sacarosa pero la temperatura nocturna excedió incluso los 21°C pudiéndose ver en las figuras 11 y 12 que más del 70% de las suertes cosechadas experimentaron en sus últimos meses de cultivo en promedio más de 6 horas nocturnas con temperaturas altas (>21°C), factor reductor de sacarosa.



# Censo varietal

Variedad	Área (ha)	Área (%)
CC 01-1940	65,296	28.24%
CC 05-430	55,254	23.90%
CC 85-92	29,554	12.78%
CC 11-595	15,292	6.61%
CC 11-600	8,175	3.54%
Mezcla	8,161	3.53%
CC 09-066	7,362	3.18%

Tabla 2. Variedades sembradas en el 2023.

CC 93-4418	5,926	2.56%
SP 71-6949	1,726	0.75%
CC 01-678	1,634	0.71%
CC 12-2120	1,366	0.59%
CC 10-450	1,193	0.52%
Otras	19,973	8.64%
Renovación	10,266	4.44%
Total general	237,169	100.00%



# Indicadores de cosecha

- Caña en verde:
   146,690 hectáreas (76%), valor superior al reportado en el 2022 (136,560 hectáreas - 75%).
- Cosechas en quemas no programadas: 15,603 hectáreas (8%), valor inferior al reportado en el 2021 (18,451 hectáreas - 10%).
- Tiempo de permanencia: se presentó una disminución de 5% frente al mismo período del año pasado, es decir, 22 horas con respecto a 23.2 horas del 2022.

# · Cosecha mecánica:

en los últimos diez años la agroindustria de la caña ha evolucionado hacia sistemas de cosecha más tecnificados; mientras en el 2013 se cosecharon mecánicamente 76,512 hectáreas, en 2023 se reportaron 144,147. Este incremento representó 88% en el valor absoluto para este periodo. En igual sentido, el valor absoluto de las áreas cosechadas mecánicamente en verde aumentó 94%, al pasar de 64,741 hectáreas en 2013 a 135,693 hectáreas en 2023. Durante el último año la agroindustria cosechó de manera mecánica 70% de su área, siendo el 94% de esta cifra cosecha mecánica en verde (sin quema).



Un indicador de calidad de caña cercano a la unidad refleja una calidad de caña que favorece el proceso de recuperación de sacarosa. Cuando es menor nos indica un mayor contenido de fibra, es decir mayor combustible para los requerimientos propios de energía y potencial de generación de mayores excedentes.

# Comportamiento de algunos indicadores fabriles

La menor disponibilidad de caña por la disminución en el TCH conllevó a una reducción en la caña molida cercana a 1.7 millones de toneladas, equivalentes a 7.48% con respecto al 2022. **Tabla 1**.

La sacarosa % caña entrando a fábrica aumentó 0.17 unidades con respecto al 2022. Por otra parte, la fibra industrial % caña que incluye los sólidos insolubles presentes en el jugo diluido disminuyó 0.1 unidades con respecto al 2022, llegando a un valor promedio de 15.9%. El indicador de calidad de caña, que es la relación entre la sacarosa % caña y la fibra industrial % caña, continuó con una tendencia similar a la del 2022 con valores menores a 0.80. Figura 13.

Un análisis trimestral mostró un cuarto trimestre con mayores pérdidas totales de sacarosa % caña; esto debido a los incrementos en las pérdidas de sacarosa en miel final e indeterminadas, especialmente en diciembre por una disminución en la pureza del jugo diluido, es decir, aumentó la cantidad de impurezas entrando a la fábrica lo que incrementó los kilos de miel final.

El mayor contenido de sacarosa se presentó en el tercer trimestre, así como la mayor molienda de caña. Este trimestre fue el de menor precipitación y mayor radiación. cuadro 1.

La eficiencia de extracción que representa el porcentaje de sacarosa que se recupera en el jugo con respecto al presente en la caña, presentó mejores valores en el 2023 con respecto al 2022. **Figura 14**.

Por otra parte, la eficiencia en elaboración que representa el porcentaje de sacarosa recuperado en azúcar con respecto al presente en el jugo diluido fue menor en 2023 frente al 2022 (Figura 14), asociado a las mayores pérdidas en miel final e indeterminadas.



111

Figura 13.
Calidad de caña: Sacarosa % caña/ fibra industrial % caña. Promedio ponderado del sector datos mensuales 2022 -2023.

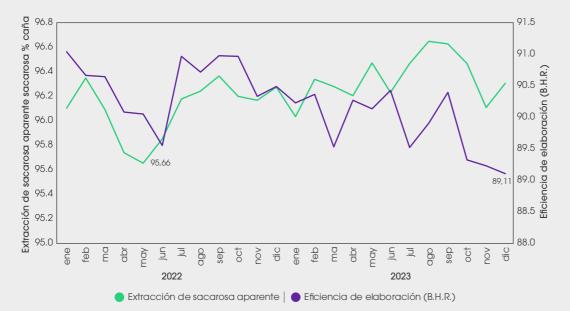




Figura 14.
Extracción de sacarosa aparente % sacarosa caña y eficiencia de elaboración (BHR).
Promedio ponderado del sector datos mensuales 2022 -2023.





La disminución en la eficiencia de elaboración ocasionó una disminución en la eficiencia global de recuperación de sacarosa en la fábrica que pasó de 87.20% a 86.66% (Tabla 1), haciendo que el rendimiento real se incrementara sólo 0.09 unidades con respecto al 2022.

La producción de azúcar disminuyó en 6.6% con respecto al 2022, asociado principalmente a la reducción en la caña molida (Tabla 1); el incremento en el contenido de sacarosa % caña contribuyó a que el porcentaje de reducción fuera menor que el observado en la caña molida. En cuanto a la producción de etanol que incluye a las 7 destilerías se presentó una disminución de 10.33% pasando de cerca de 366 millones de litros a 328 millones de litros.

Finalmente, el porcentaje de energía eléctrica vendida al sistema interconectado nacionalcontinuó su tendencia creciente y se incrementó en 2.6% con respecto al año 2022 (Tabla 1).

# Selección de variedades Cenicaña Colombia

# Ambiente semiseco

Prueba regional serie 2011 - 2014

Tras un análisis económico en la variable TCH se destacaron CC 11-0213 (19.1%), CC 10-096 (18.6%), CC 11-0129 (13.7%) y CC 11-0132 (13.0%). En la producción de sacarosa (% caña) sobresalieron CC 10-096 (1.0%) y CC 11-0132 (3.7%). En TSH sobresalieron las variedades CC 10-096 (20.2%) CC 11-0132 (17.6%) y CC 11-0213 (6.7%). La variedad CC 11-0213 mostró 2.16% menos rentabilidad que el testigo comercial, debido a su alto TCH y baja producción de sacarosa. **Figura 15**.

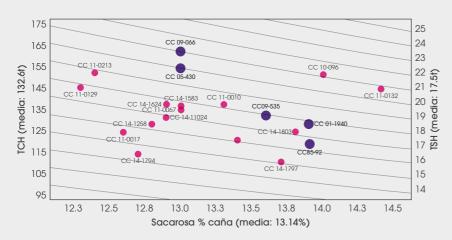


Figura 15.
Prueba regional serie 2011-2014 para ambiente semiseco, a través de 7 ingenios en plantilla y soca 1.



En un análisis de varianza a través de 14 ambientes de evaluación se observaron coeficientes de variación bajos para los caracteres TCH, TSH y sacarosa (entre 5.69 y 11.56%), diferencias significativas en la oferta ambiental de las haciendas y diferencias fenotípicas entre las variedades evaluadas y para la interacción genotipo por ambiente (GE).

La respuesta fenotípica en la productividad de las variedades depende de la genética, de la oferta y manejo agronómico. Además, la respuesta a la interacción GE, reafirma la importancia de recomendar la adopción de variedades bajo el concepto de Agricultura Específica por Sitio (Aeps).

## Ambiente húmedo

Prueba regional serie 2009-2010

Se destacaron las variedades CC 09-830 (14.3%;12.8t), CC 10-450 (14.6%;113.4t) y CC 10-476 (14.4%;114.2t) por presentar similar acumulación de sacarosa (% caña) y TCH con relación al testigo CC 01-1940 (14.3%;112.6t) y CC 85-92 (14.2%;109.3t). Figura 16.

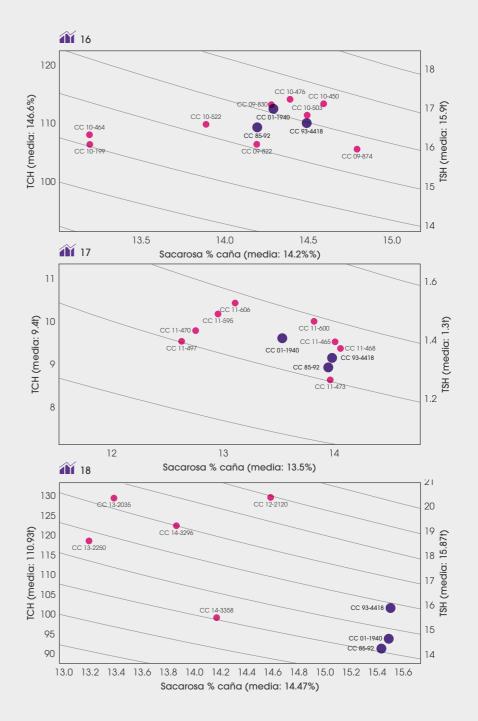
# Prueba regional serie 2011

Se destacaron las variedades CC 11-600, CC 11-606, CC 11-595 con valores de TCHM similares a la variedad testigo CC 01-1940 y superiores a CC 85-92. Por otro lado, las variedades CC 11-468, CC 11-465 presentaron valores similares por la vía de toneladas de caña por hectárea mes y sacarosa (% caña). **Figura 17**.

# Pruebas regionales series 2012, 2013 y 2014

Se destacaron las variedades CC 12-2120 por su buena relación entre el TCH y la sacarosa (% caña) y CC 13-2035 por TCH. Los testigos CC 01-1940 y CC 85-92 fueron superados significativamente en la variable TCH por cuatro de las cinco variedades evaluadas. Figura 18.

- Figura 16.
  Productividad a través de 19 ambientes, (3 Ingenios x 5 cortes, 1 Ingenio x 4 cortes) ZA: 8H3 y 5H3.
- Figura 17.
  Análisis combinado a través de 15 ambientes diferentes cortes.
- Figura 18.
  Análisis combinado a través de cinco ambientes.



# Ambiente piedemonte

Pruebas regionales serie 2003 - 2011

Estas pruebas regionales también incluyeron materiales para los ambientes semisecos y húmedos.

Todas las variedades mostraron muy buena adaptación y respuesta. Se destacan los resultados de las variedades CC 05-430, CC 09-535, CC 11-600, a lo largo de los diferentes cortes en comparacióncon el testigo CC 01-1940 en condiciones de dos ingenios. **Figura 19**.

# Prueba regional serie 2014

De esta primera serie de selección desarrollada completamente para el ambiente de piedemonte, se destacó la variedad CC 14-1102 por superar a los testigos en las variables TCH, sacarosa y TSH; adicionalmente se destacó CC 14-1325 por TCH y CC 14-1093 por su contenido de sacarosa. Figura 20.

Figura 19.
Análisis combinado de los 11 ambientes, diferentes cortes. ZA: 26H1, 6H1 y 20H0.

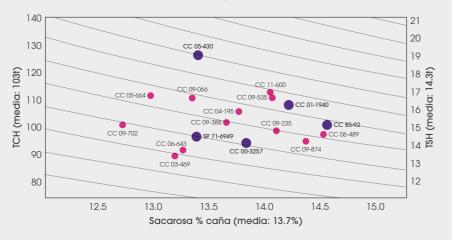
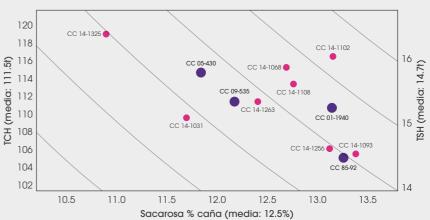


Figura 20.
Análisis combinado de cuatro ambientes (cuatro plantillas) de la serie 2014.





# SAM: Avances hacia un modelo de selección genómica

De la base de datos genotípica de 220 variedades del banco de germoplasma de la agroindustria, Cenicaña seleccionó 5500 marcadores moleculares tipo SNPs para avanzar en la construcción de un modelo de selección genómica (SG).

Del total de marcadores seleccionados, 5091 son una muestra representativa del genoma de la caña de azúcar y los otros 409 están asociados a características como concentración de sacarosa (% caña), uso eficiente del nitrógeno y resistencia o susceptibilidad a *Diatraea* spp., roya café (*Puccinia melanocephala*) y roya naranja (*Puccinia kuehnii*).

Con la base de datos de 5500 marcadores seleccionados y datos fenotípicos por ambiente colectados por Cenicaña desde el año 2016 hasta el 2023 se entrenó el modelo SG, cuyos poderes de predicción in silico oscilan entre 0.2 para TCH y 0.75 para sacarosa, sugiriendo cierto nivel de confianza en algunas variables de interés.



En una validación in vivo del modelo con 33 familias en el estado I del ambiente semiseco se obtuvo una habilidad de predicción del 0.75 al comparar los datos predichos de cada familia y los observados para la acumulación de sacarosa (% caña). Figura 21.

El modelo SG identificó las familias con un contenido de sacarosa (% caña) superior al promedio, pero difirió del ranqueo con los datos observados en campo.



Figura 21.

Comparación del contenido de sacarosa (% caña) predicho con el modelo de selección genómica y el observado en campo de 33 familias del estado I - 2023 del ambiente semiseco.



\*Fenotipificación con más de 50 variables químicas, agronómicas y fisiológicas.

# 2016

- Inició Proyecto.
- Datos de secuenciación GBS y RADSeq.

# 2017

- Fenotipificación\*: Semiseco.
- Primeros análisis GWAS.

# 2021

- Fenotipificación\*: Piedemonte.
- Se ensambló el genoma de la variedad CC 01-1940

# 2020

- Fenotipificación\*: Húmedo.
- Análisis de GWAS para ambientes secos.





# Proyecto Selección Asistida por Marcadores **Moleculares (SAM)**

Objetivo: establecer un esquema de fitomejoramiento genético asistido por marcadores moleculares para la obtención de variedades de caña que satisfagan los requerimientos de la agroindustria.

# 2023

• Entrenamiento de modelos con 5175 SNPs y datos de los tres ambientes de selección.

# 2022

 Identificación de marcadores para sacarosa, TCH y Diatraea.



- Predicción de familias
   Validacion del Estado I 2023 de ambiente semiseco, utilizando marcadores moleculares.
  - de marcadores para uso eficiente del nitrógeno.

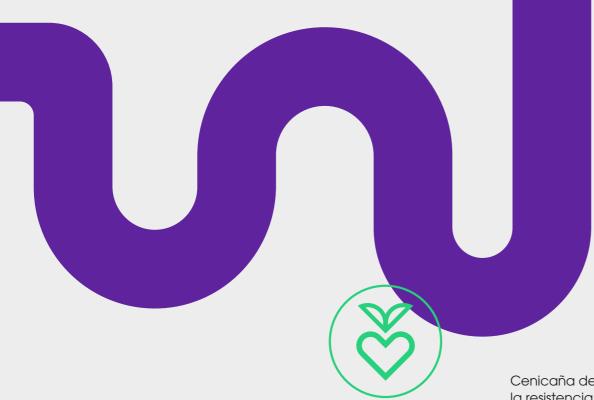




Monitoreo y evaluación al carbón en CC 11-595 Cenicaña evaluó la incidencia de carbón en suertes establecidas con la variedad CC 11-595, en edades entre 3 - 10 meses y cortes desde cero hasta cinco.

Durante el primer semestre se evaluaron 1311 hectáreas, que presentaron una incidencia promedio de 0.64%. En el segundo semestre del 2023 la incidencia promedio por ingenio fue de 1.15%.

Los resultados mostraron mayores incidencias de carbón en sitios específicos: en el primer semestre cinco suertes de un ingenio presentaron incidencias entre 7.1% - 16.8%; en el segundo semestre, seis suertes de dos ingenios presentaron incidencias entre 8.1% - 16%. Los resultados mostraron mayores incidencias de carbón en sitios específicos, lo que sugiere un posible efecto ambiental sobre el desarrollo de la enfermedad.



Evaluación al método de inoculación de yemas individuales

Cenicaña desarrolló una nueva metodología para evaluar la resistencia a carbón de variedades de caña de azúcar, consistente en la inmersión de yemas individuales, durante 15 minutos, en una suspensión del patógeno en agua a una concentración de 5 x106 conidias/ml y un adherente (Inex A® 5%) (Victoria y Cassalett, 1991).

Con este método las variedades CC 18-3078 (eliminada del proceso de selección para ambientes húmedos) y CP 57-603 se comportaron como susceptibles a carbón, con incidencias del 43.3% y 70% en invernadero y de 38.9% y 84.4% en campo, respectivamente.

Las variedades CC 85-92, CC 18-3070 y CC 16-3056 presentaron incidencias dentro del rango de resistencia tanto con el método de inoculación convencional como con el nuevo. Los resultados sugieren que la nueva metodología puede ser utilizada para la evaluación de la resistencia varietal y en otros estudios relacionados con la epidemiología y manejo de esta enfermedad.

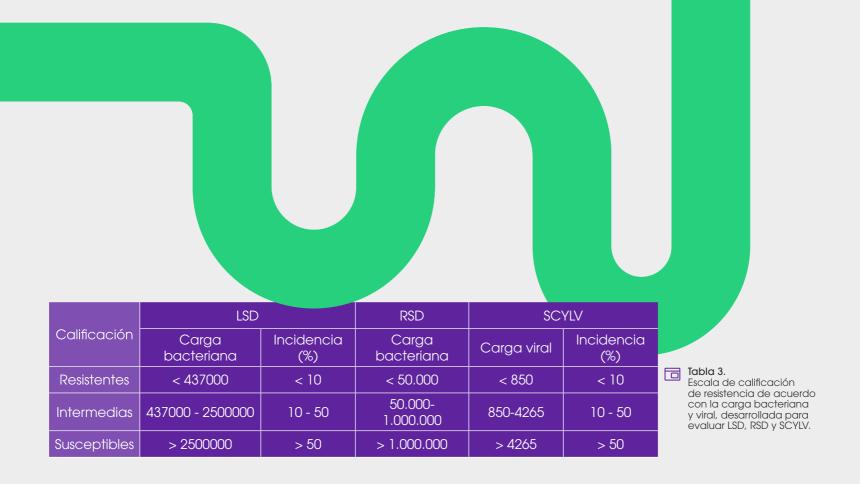


# Alternativas de manejo preventivo del carbón

Cenicaña evaluó, bajo condiciones de laboratorio, la eficiencia de fungicidas químicos y biológicos en la inhibición de la germinación del agente causante del carbón.

Los mejores resultados se presentaron al someter el patógeno a un medio de cultivo con *Azoxistrobin + Tebuconazole*, en dosis de 1 ml/L, 2.5 ml/L y 10 ml/L, y a una mezcla de especies del género *Trichoderma* (*T. viridae*, *T. harzianum y T. lignorum*) en dosis de 1x107 conidias/gramo.

Como alternativa para la desinfestación de la herramienta de corte y evitar la diseminación de esta enfermedad, se evaluaron también productos a base de yodo y amonio cuaternario, encontrándose que éste último controló más del 90% de las estructuras del patógeno.



### Hacia Ia resistencia a LSD, RSD y SCYLV

En el 2023 Cenicaña desarrollo una escala de calificación de resistencia de acuerdo con la carga bacteriana y viral para evaluar LSD, RSD y SCYLV. **Tabla 3**.

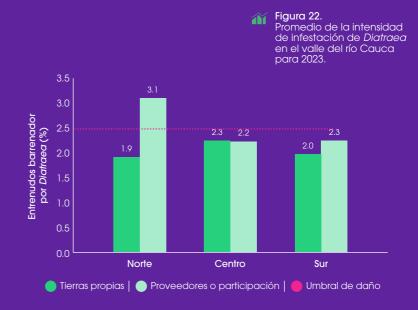
La escala está en proceso de validación bajo condiciones de campo y sus resultados se asociarán a datos genotípicos para la identificación de marcadores moleculares relacionados con la resistencia a estas tres enfermedades.



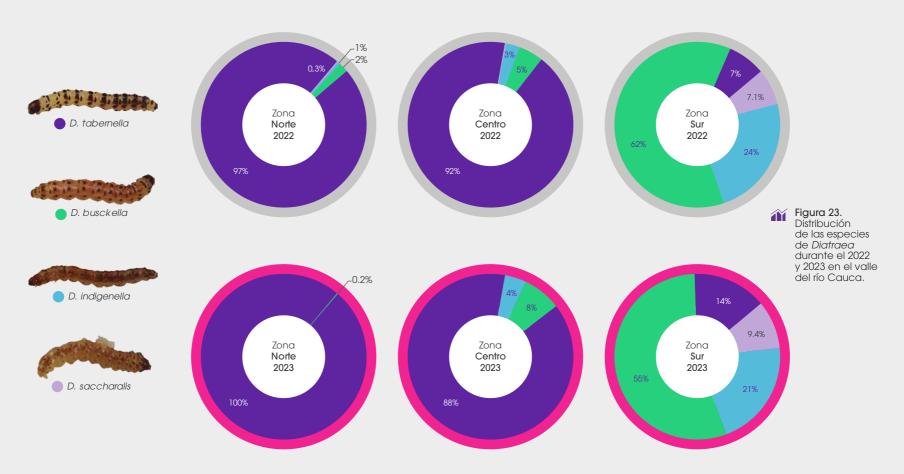


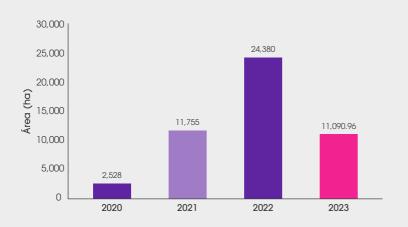
## Indicadores de Diatraea en la agroindustria

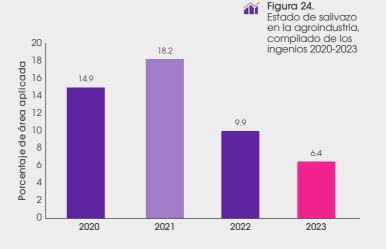
Con el objetivo de establecer estrategias de control biológico eficaces para el manejo de los barrenadores del tallo, *Diatraea* spp., es fundamental evaluar de manera continua la intensidad de la infestación y las especies de esta plaga presentes en el valle del río Cauca. En el año 2023 la intensidad de infestación de *Diatraea* en la industria tuvo un promedio total de 2.0 en áreas de manejo directo y 2.3 en proveedores. **Figura 22**.



En cuanto a la distribución de las especies de Diatraea se observó un incremento de D. tabernella en todas las zonas del valle del río Cauca, con un incremento del 7% en la zona Sur si se comparan los indicadores de 2022 y 2023. Figura 23.







## Indicadores de salivazo en la agroindustria

En los últimos años *Aeneolamia varia* se ha convertido en la segunda plaga más importante del cultivo de la caña de azúcar en el valle del río Cauca. Para el año 2022 se reportó presencia del insecto desde el municipio de la Virginia, Risaralda, hasta el sur en Padilla, Puerto Tejada, Caloto y Villa Rica, Cauca.

Para hacerle frente al incremento de la plaga se implementaron estrategias de manejo preventivo, calculando los niveles de daño económico. Los indicadores, basados en los reportes de los ingenios, mostraron un descenso en las áreas reportadas con presencia respecto con años anteriores. Este descenso podría estar asociado a las condiciones de baja humedad en el último semestre del año. Figura 24.



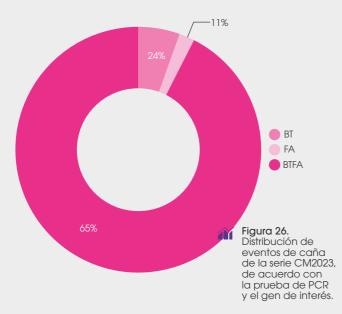
## Lineamientos básicos de manejo agronómico de nuevas variedades CC

En el año 2023 se establecieron los lineamientos básicos para las variedades CC 12-2120, CC 11-595, CC 11-600, CC 14-3296 y CC 01-1940 en la zona climática homóloga siete (7), ambiente húmedo. A continuación se presentan los aspectos más importantes a considerar para el manejo de la variedad CC 12-2120, destacada en las pruebas regionales.



Próximamente estarán disponibles en la web los lineamientos de manejo para las variedades CC 11-595, CC 11-600, CC 14-3296 y CC 01-1940.

Se proyecta disponer de los lineamientos básicos de manejo agronómico para las variedades CC 09-535, CC 09-066 y CC 11-0132 en 2024.



### Transformación genética para variedades de interés



Figura 25.
Producción de plantas completas a partir de callo embriogénico de la variedad CC 14-1167.
a. Inducción de callo,
b. Regeneración de brotes,

c. Enraizamiento

Con la estandarización del proceso de producción de plantas in vitro a partir de callo embriogénico, Cenicaña continúa avanzando en los proyectos hacia la transformación de variedades CC con genes de interés.

El callo embriogénico para la variedad CC 14-1167 destacada por su producción de sacarosa y TCH en el ambiente de piedemonte, presentó una tasa de producción del 88%, comparado con el 80% obtenido para CC 01-1940. Así se confirma su idoneidad para procesos de transformación genética con genes de interés. Figura 25.

En 2023 se logró la primera serie de transformación genética CM2023 (Caña Modificada año 2023) de una variedad comercial de caña de azúcar (CC8).

Este proyecto tiene como objetivo desarrollar una variedad de caña con alto contenido en sacarosa resistente a insectos plagas y que potencialmente incremente el TCH.

La primera serie fue transformada con los genes BT, FA y combinación de ambos (BTFA). En la estación experimental se obtuvieron 750 eventos transgénicos (362 con gen BT, 48 con gen FA y 340 con ambos genes). En una evaluación por PCR se detectaron 257 eventos PCR positivos. Figura 26.

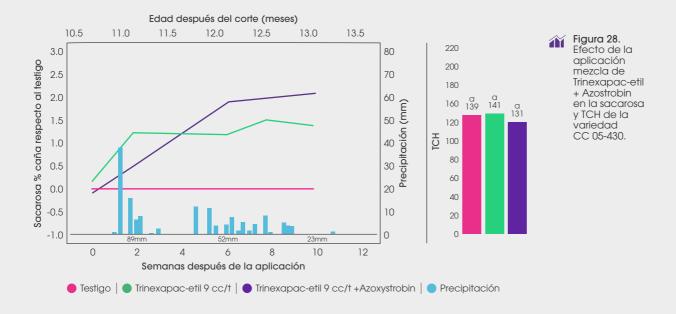


Figura 27. Plantas con fenotipo albino obtenidas con RNP usando el ARNg.

# Edición de genes de interés en caña de azúcar mediante el sistema Crispr/Cas9

Cenicaña avanza en la estandarización de un protocolo de edición de genes en caña de azúcar libre de ADN, que permitirá obtener una variedad de caña libre de ADN, no transgénica y editada en un gen de interés.

Para ello, se empleó el complejo de ribonucleoproteínas o RNP que utiliza la enzima Cas9 y el ARNg de la región del ADN que se quiere editar (previamente produjo plantas albinas) y se evaluaron diferentes variables del proceso, como temperatura, tipo de Cas9, Radio (Cas9/ARNg). De los brotes que continuaron su crecimiento se observaron plantas albinas, lo que demostraría que en el mediano plazo, la metodología puede generar plantas editadas en caña de azúcar. Figura 27.



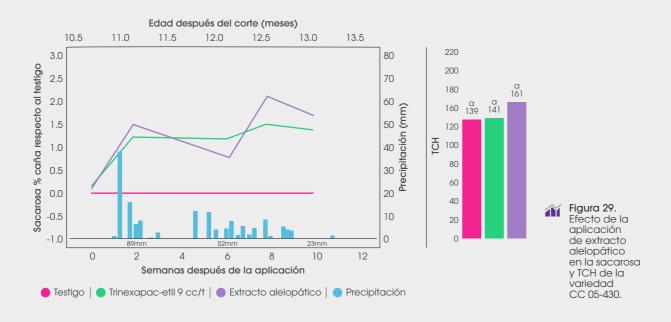
## Nuevas alternativas de maduración

Las prácticas de maduración convencionales generan una recuperación adicional de sacarosa en promedio de 3 - 7 kg de azúcar por cada tonelada de caña molida. Cenicaña identificó que la mezcla de un regulador de crecimiento (i.a: *Trinexapac-etil*) con un mejorador de la fotosíntesis (ia: *Azoxistrobin*) aplicados a las 10 semanas (2.5 meses)

antes de la cosecha puede generar una ganancia de 0.7 unidades porcentuales de sacarosa % caña o 7 kg de azúcar adicionales por cada tonelada de caña molida, con respecto a una aplicación sencilla de *Trinexapac-etil*. **Figura 28**.

Por otro lado, en la búsqueda de alternativas de manejo para cultivos orgánicos e incluso convencionales se identificó un extracto alelopático como potencial madurador. La aplicación de este extracto a las 10 semanas (2.5 meses) antes de la cosecha alcanzó una recuperación adicional entre 0.3 – 0.6 unidades porcentuales de sacarosa (% caña) con respecto a una aplicación sencilla de *Trinexapac-etil.* Figura 29.

El efecto de este extracto está relacionado con una regulación del crecimiento por elongación celular. La identificación de estas alternativas permitirá aumentar la eficacia de la práctica de maduración, mejorando los indicadores de rendimiento sin afectar la producción de biomasa.





## Estimación de ingresos por variedades

Cenicaña estimó los ingresos adicionales a la agroindustria con las nuevas variedades de caña CC frente a CC 01-1940. **Tabla 4**.

### Tabla 4. Participación de los ingresos adicionales por ambiente y dentro de cada ambiente.

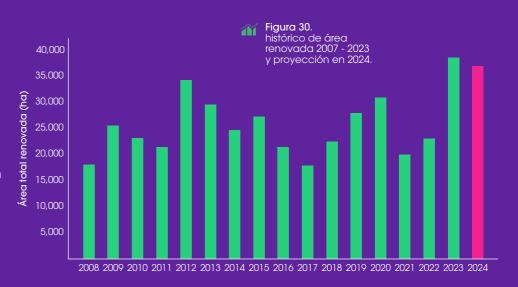
Variedad	Diferencia de TCH con respecto al testigo	Participación de los ingresos adicionales por ambiente y dentro de cada ambiente								
Ambiente húmedo 33%										
CC 11-595	7	13%								
CC 11-600	6	8%								
Ambiente piedemonte 6%										
CC 05-430	22	80%								
CC 09-066	27	11%								
Ambiente semiseco 61%										
CC 85-92	1	53%								
CC 05-430	27	89%								
CC 09-066	31	11%								



## Renovación varietal

Una de las estrategias para la recuperación de la productividad es la renovación del cultivo en las áreas que fueron afectadas por exceso de lluvias.

A pesar de que para el 2023 se estimaba una renovación de 34,665 ha, influenciado por el clima y la limitada disponibilidad de semilla, equipos y mano de obra, se alcanzó una renovación de 38,697 ha. Para 2024, se proyecta la renovación de 36,971 ha. La **Figura 30** muestra el histórico de área renovada 2008 - 2023 y lo proyectado en 2024.





### Línea base de cosecha mecanizada

Dada la importancia de realizar prácticas que optimicen la calidad y el costo de cada tonelada entregada a fábrica, Cenicaña construyó una línea base con doce ingenios que contribuirá a la entrega de una materia prima con menores pérdidas de sacarosa.

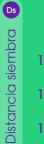
Dicha caracterización y sus indicadores evidenciaron que la calidad de trozo puede ser mejor no sólo con mantenimientos efectivos y la calidad de las operaciones de cosecha, sino también mejorando las condiciones del cultivo:

- El índice de corte de base está influenciado por la calidad de las cuchillas, de la operación y del perfil de surco y el ancho de cepa. Es necesario el cultivo aporque para un perfil uniforme o trapezoidal a los surcos y controlar el ancho de cepa.
- El paralelismo de los surcos desde el proceso de diseño de campo y levante del cultivo es clave para un uso eficiente y de mínimo impacto con sistemas de autoguiado.
- De manera general los diseños de campo no tienen un enfoque de eficiencia para la mecanización.
- Los componentes de evaluación y resultados de indicadores de calidad y eficiencia de la cosecha mecanizada se presentan en la Figura 31.

### **Parámetros** de geometría del surco

Encontrados en la agroindustria según la distancia de siembra







161.88±9.48 cm

170.63±9.71 cm

178,54±9,12 cm



Ac

Anchocepa

69.15±9.96 cm

69.19±10.03 cm

73,98±8,77 cm

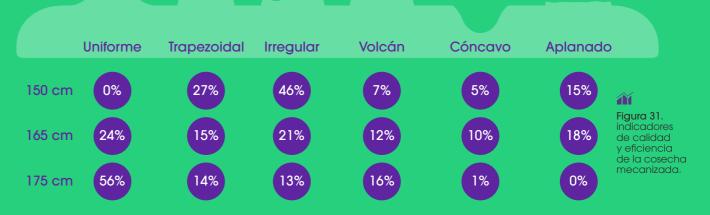
de camellón 15.78±5.26 cm

15.50±5.15 cm

16,86±5,83 cm

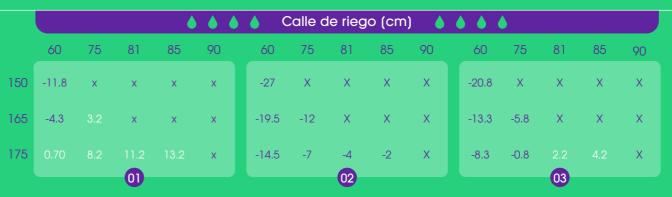
### Forma de camellón

Forma de camellón de acuerdo con la distancia de siembra



### Tráfico de equipos

de cosecha vs geometría de surco de la agroindustria.



Cosechadora con trocha de 188 cm y oruga de 40.64 cm de ancho

Tractor con trocha de 193 cm y tipo de llanta 710/65-R38 (eje trasero) Vagón con trocha de 212 cm y tipo de llanta 23,1-26



Altura de tocón **5.24± 2.93** 



Dañados



Mutilados

## Calidad del trozo







**Dañados**Rajaduras > 4 cm; remociones
de corteza entre 4 cm2 y 16 cm²



**Mutilados**Quebrados, rotos, numerosas grietas.

### Indicadores de operación las cosechadoras\*

11,85 ± 4,74 h Horas motor por día

5,49 ± 3,13 h Horas elevador por día

46,36 ± 7,88 % Uso del elevador

63,11 ± 23,14 ton/h Eficiencia de máquina en cosecha

29,26 ± 11,15 ton/h Eficiencia de máquina por día

11,77 ± 1,96 gal/h Consumo de combustible cosechando

6,51 ± 1,14 gal/h Consumo de combustible movimiento o ralentí

3,93 ± 0,95 km/h Velocidad de desplazamiento en cosecha

050.10

1050,19 ± 44,61 rpm Velocidad angular del extractor primario

53,19 ± 3,77 bar Presión del cortador base

46,97 ± 15,12 bar Presión del sistema trozador

\*129 cosechadoras evaluadas





Cenicaña realizó un análisis a la inversión en un frente de cosecha que evidenció la importancia de contar con recursos propios y créditos a bajas tasas de interés. Además, es necesario darle una buena intensidad al trabajo diario de las máquinas para que el costo por tonelada sea bajo y se mantenga alta la productividad.

El precio de mercado de las máquinas es clave en la variación del costo, en los resultados económicos y financieros y en las cantidades de equilibrio, por lo cual al momento de realizar la inversión es fundamental explorar diferentes alternativas de precio tanto de compra, reparación y mantenimiento y también tecnológicos. Cenicaña, por ejemplo, modificó y desarrolló un vagón de auto volteo que puede ser más económico que una alzadora.

De acuerdo con el análisis realizado, para cosechar dos mil hectáreas de caña a dos jornadas diarias de cosecha mecánica se debe invertir el equivalente a USD 2,507,168.



La variación del costo por tonelada está determinada por las horas de uso al día de la maquinaria (61%), la eficiencia de la cosechadora (9%) y ambas de manera inversa. De forma directa las variaciones son explicadas por la tasa de cambio y el precio de compra de la cosechadora. Altos valores de uso de la maquinaria bajan el costo de cosecha por tonelada y viceversa.

Valores altos de TCH y de la distancia recorrida (km) reducen el costo tonelada - kilómetro (CTK), mientras que valores bajos lo incrementa. La tasa de cambio y el precio de la tractomula es directamente proporcional al CTK.

La tasa interna de retorno (TIR) financiero con costos directos e indirectos del proceso está 15% respectivamente, tasa superior a la de descuento del ejercicio (14.5%). El período de recuperación del capital es de 7 años.

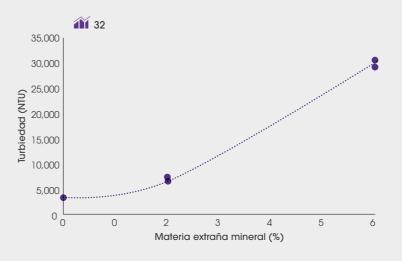
El VPN financiero se hace más grande en la medida que el TCH se incremente, el porcentaje de recursos prestados sea menor y la tarifa de la cosecha al vender el servicio sea más alta, mientras que el VPN financiero cae cuando la tasa de cambio se incrementa y el precio de compra de la cosechadora se eleva.

Es recomendable rigurosidad en el cálculo de los costos indirectos porque hay una probabilidad del 9% de que el VPN financiero sea negativo.

# Modelo de predicción de materia extraña mineral en línea

Con el propósito de caracterizar y establecer parámetros de calidad de la materia prima, Cenicaña inició pruebas en un ingenio piloto para buscar alternativas de instrumentación en línea que alerten los procesos de clarificación, filtración y generación de vapor ante mayores niveles de materia extraña mineral.

Durante el 2023 se realizaron diversos estudios exploratorios, a escala laboratorio y en fábrica, utilizando las variables de conductividad y turbiedad. Tras estas pruebas y la identificación de una relación entre la turbiedad y la presencia de materia extraña en jugos (Figuras 32 a 34), se proyecta evaluar el uso de un sensor de turbiedad en línea.



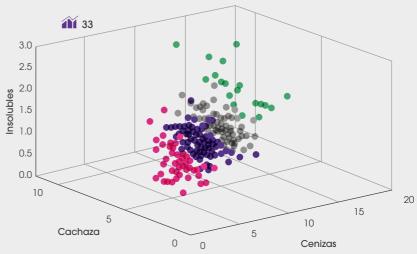


Figura 32.
Correlaciones entre
turbledad y materia
extraña mineral (%)
obtenida en laboratorio
de Cenicaña.

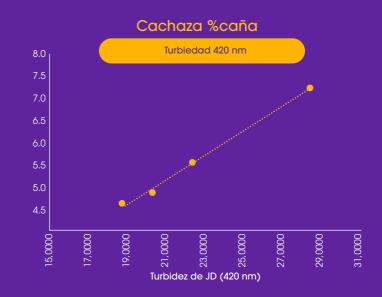
Figura 33.
Clusters obtenidos de los datos históricos de sólidos insolubles en JD, turbidez en JD, cachaza % caña y cenizas en bagazo del ingenio piloto.





Figura 34.
Correlaciones
entre turbidez,
sólidos insolubles,
cachaza % caña
y cenizas con las
medias encontradas
de los clusters





# Estandarización de metodologías de análisis de materia prima

La agroindustria trabaja en la estandarización de metodologías asociadas a la evaluación de la materia prima que ingresa a las fábricas.

Para la determinación de materia extraña se establecieron acuerdos para definir el error de muestreo, la identificación y clasificación de componentes de materia extraña. Actualmente se trabaja en la elaboración de un manual que incluirá una guía práctica para la separación de los componentes.

Con respecto a la determinación de sacarosa Cenicaña e ingenios revisaron y estandarizaron metodologías de determinación de humedad y tiempos óptimos de extracción en desintegrador. Adicionalmente se está realizando un análisis comparativo de las metodologías de análisis de sacarosa utilizando la prensa hidráulica y el digestor húmedo.



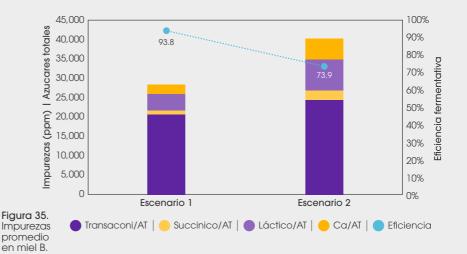


# Impacto y estrategias de prevención en la producción de azúcar

Un estudio de 2021 en 10 ingenios reveló que 62% enfrentaba problemas operativos debido a las impurezas en la caña de azúcar, tanto de origen vegetal como mineral, lo que afecta el consumo de insumos, la calidad del azúcar e incluso la producción de etanol.

En la cristalización se identificó que las dextranas, polisacáridos originados por acción microbiológica, principalmente por la bacteria ácido láctica Leuconostoc mesenteroides, incrementan la viscosidad y pureza de la miel final, alteran la morfología del cristal, aumentan los tiempos en la estación de cocimientos y generan un mayor consumo de vapor dificultando la descarga de las masas. Cenicaña encontró que concentraciones de dextranas mayores a 12,000 ppm/brix causan disminución en la velocidad de cristalización (46.6 a 2.98 um/h) y cambios en la relación largo - ancho del cristal (1.48 a 2.04 um/h)

Para enfrentar estos desafíos Cenicaña sugiere la aplicación de insumos como tensoactivos y dextranasas, especialmente en etapas críticas como la cristalización. Asimismo, es necesario mejorar los procesos de clarificación convencionales y desarrollar métodos alternativos eficaces para la remoción de impurezas, con un enfoque particular en aquellas de origen microbiano.



# Efecto de impurezas en proceso fermentativo

Con el objetivo de conocer qué tipo de impurezas impactan las variables operativas en el proceso de fermentación para la producción de bioetanol, Cenicaña evalúa el efecto de las impurezas orgánicas e inorgánicas de la materia prima.

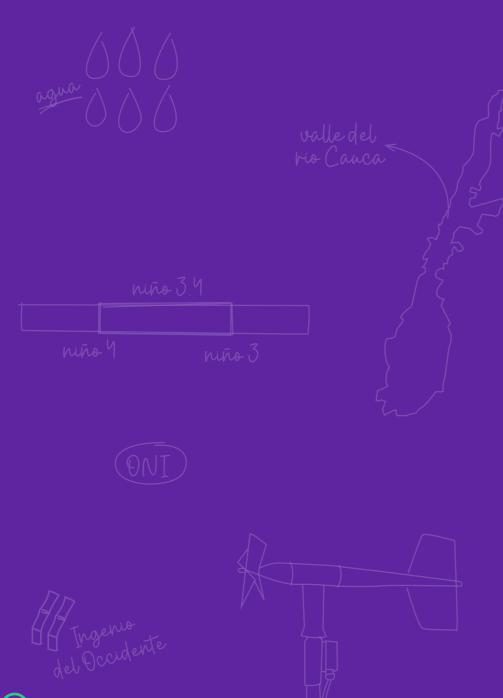
Se logró determinar que las impurezas que tienen influencia negativa sobre la eficiencia fementativa (R2: 0.75) y vitalidad (R2: 0.78) son el ácido succínico, ácido trans-aconítico, ácido láctico y calcio. Un aumento de estas impurezas en miel B mostró una disminución de las eficiencias fermentativas de 93% a 74%. **Figura 35**.

Estos resultados parciales facilitan la identificación de las incidencias del incremento de las impurezas durante la etapa fermentativa y permite priorizar la formulación de prácticas operativas para la mitigación de impurezas de mayor impacto sobre el proceso fermentativo.

Se proyecta abordar un valor superior al 80% del rango de los datos, de tal manera que se pueda obtener la concentración crítica de cada una de las impurezas, transferir esta información a las destilerías del sector y robustecer las estrategias de remoción como lo es la sedimentación y la flotación, actualmente empleadas en el sector.



\*



105°

02



## ambiente, variabilidad y cambio climático

Contribuir a la sostenibilidad de la región y del país reduciendo el impacto negativo de la variabilidad y del cambio climáticos en la productividad y en el territorio, con el uso eficiente de los recursos y con la formulación de estrategias de información, seguimiento, adaptación y mitigación, apoyadas en diferentes tecnologías de precisión, productos, servicios y gestión del conocimiento.



### Clima del valle del río Cauca en el 2023

#### Condiciones atmosféricas

Las condiciones océano-atmosféricas presentaron dos fases del fenómeno El Niño Oscilación del Sur (ENOS): un primer trimestre con una condición de La Niña y el resto del año con la consolidación del fenómeno El Niño. Los volúmenes de precipitación en el valle del río Cauca se incrementaron en los meses de enero y marzo, asociados al fenómeno La Niña; agosto y octubre registraron lluvias abundantes a pesar de estar presente el fenómeno El Niño, pero estas precipitaciones fueron moduladas por la meteorología intraestacional. Los demás meses en el segundo semestre presentaron una reducción de las precipitaciones derivadas de este episodio cálido ENOS.

Al iniciar el año 2023 en la región 3.4 y 4 del océano Pacífico tropical predominaron las anomalías negativas entre -0.1°C y -0.8°C en la temperatura superficial del mar.

En marzo, paulatinamente, las aguas del mar se empezaron a calentar, entrando a una fase de neutralidad entre abril y mayo. Estas condiciones, sumadas al cambio paulatino de otros indicadores atmosféricos, determinaron el fin del Fenómeno La Niña, que duró 30 meses. A partir de junio se presentó un rápido calentamiento en la superficie y subsuperficie con anomalías entre  $1.5\,^{\circ}\text{C}$  y  $2.3\,^{\circ}\text{C}$ .

En octubre, en la zona 1+2 (extremo oriental del Pacífico) la temperatura cayó de 3.5 °C a 2.3 °C, la cual aumentó intensamente desde mayo. La porción del centro de Pacífico alcanzó altas temperaturas del mar en septiembre, con anomalías entre 1.1 °C y 2.3°C, manteniéndose con registros similares hasta diciembre. **Figura 36**.

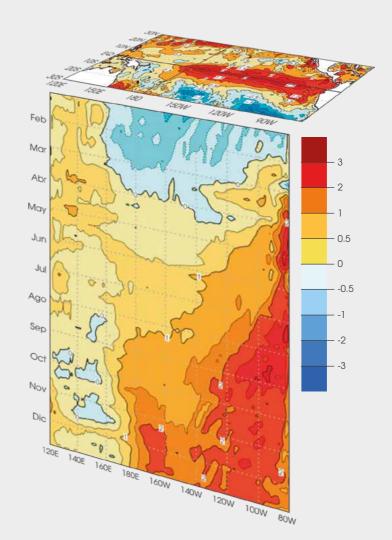


Las aguas cálidas superficiales y subsuperficiales junto a vientos débiles en los niveles bajos de la troposfera en la sección del centro del Pacífico, la poca nubosidad cerca de Indonesia, el Índice de Oscilación del Sur (SOI, por sus siglas en inglés) ecuatorial y el SOI tradicional con valores negativos en sus anomalías determinaron el desarrollo del fenómeno El Niño el cual se consolidó en noviembre según el IDEAM.

#### **1**1

#### Figura 36.

Comportamiento de la anomalía de la temperatura superficial del océano Pacífico durante 2023. En colores amarillos y naranjas se indican anomalías positivas asociadas al calentamiento de la superficie del mar entre los 180 E y los 100 W.



### **Variables** meteorológicas durante La Niña

En el primer trimestre de 2023 se presentaron excesos de precipitaciones asociadas al fenómeno La Niña en especial en enero y marzo. El incremento de las anomalías del índice ONI corresponden al desarrollo del fenómeno El Niño que favoreció las reducciones de las lluvias en 2023. Figura 37.

La Figura 38 detalla de manera ampliada la relación del índice ONI con las anomalías de la precipitación, radiación solar y temperatura máxima en los dos últimos años en los que se presentaron los fenómenos El Niño y La Niña. Las anomalías positivas asociadas al desarrollo del fenómeno El Niño influyeron en la disminución de las lluvias en el último semestre, a excepción de agosto y octubre; adicionalmente, favorecieron un aumento de los niveles de radiación solar y de temperatura máxima.



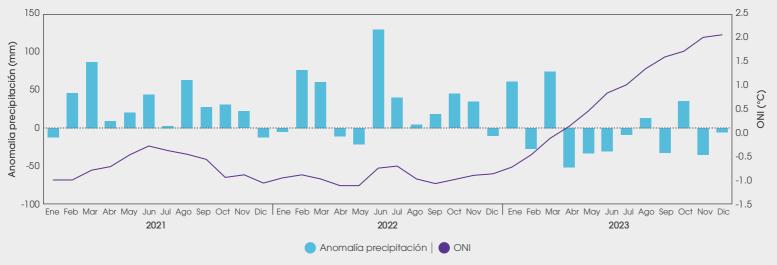
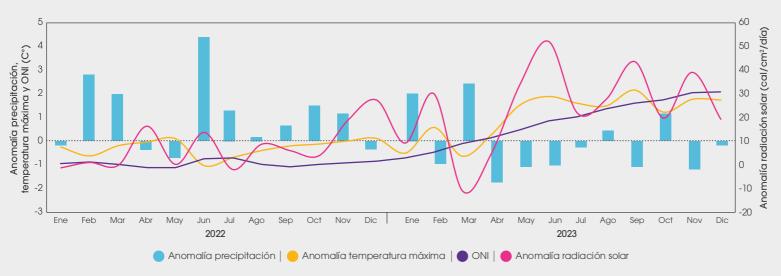




Figura 37.
Anomalía de la temperatura superficial del mar en la zona Niño 3.4. (Índice oceánico ONI de la NOAA) y anomalía de la precipitación mensual promedio calculada con los datos de la red RMA durante 2021 y 2023.



111

Figura 38.
Anomalía de la temperatura superficial del mar en la zona Niño 3.4.(Índice oceánico ONI de la NOAA), anomalía de la precipitación, de la radiación solar y de la temperatura máxima promedio obtenido de los datos de la red RMA durante 2022 y 2023.

### Comportamiento de la precipitación anual

Asociada a la ocurrencia de un episodio cálido en el Pacífico, el campo de precipitación presentó un descenso respecto al año 2022 (1661 mm). El volumen de lluvia en promedio para el 2023 fue de 1277 muy cercano a la climatología. **Figura 39**.

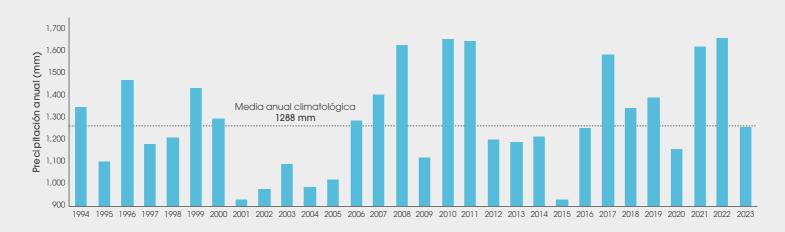


Figura 39.
Promedio de la precipitación mensual multianual entre 1994 y 2023 en las estaciones de la RMA.

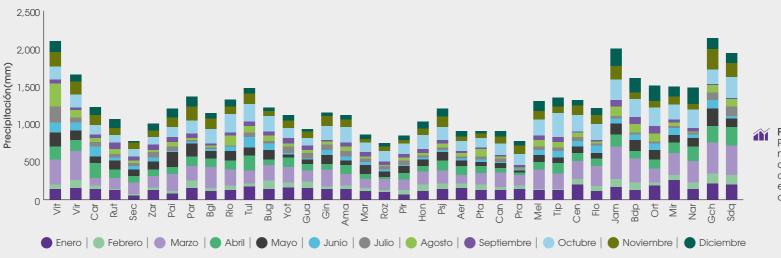


Figura 40.
Precipitación
mensual
acumulada
durante el 2023
en las estaciones
de la RMA.

Los acumulados mensuales de precipitación durante el 2023 alcanzaron altos valores particularmente en las estaciones de Jamundí, Guachinte, Santander de Quilichao y Viterbo las cuales totalizaron registros entre 1962 mm a 2162 mm. Figura 40.

#### Estaciones de la RMA

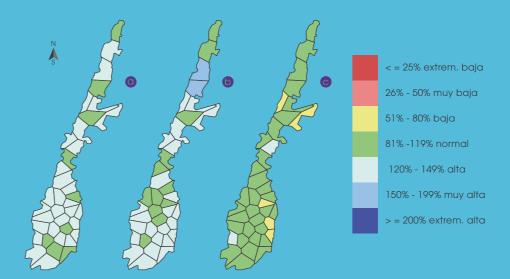
Viterbo: VIT La Virginia: VIR Cartago: CAR Seca: SEC Zarzal: ZAR La Paila: PAI Paila arriba: PAR Bugalagrande: BLG Ríofrío: RIO Tuluá: TUL Buga: BUG Yotoco: YOT Guacarí: GUA Ginebra: GIN
Amaime: AMA
Rozo: ROZ
San Marcos: MAR
Palmira la Rita: PLR
Arroyohondo: HON
Palmira San Jose: PSJ
Aeropuerto: AER
PTAR Cali: PTA
Candelaria: CAN
Pradera: PRA
Cenicaña: CEN
Melendez: MEL

El Tiple: TIP
Jamundf: JAM
Ortigal: ORT
Bocas del Palo: BDP
Miranda: MIR
El Naranjo: NAR
Guachinte: GCH
Santander de
Quillichao: SDQ



## Distribución espacial de la precipitación

La **Figura 41** muestra una diferencia marcada del comportamiento de las lluvias entre 2021, 2022 y 2023. El último año presentó un índice normal, con un promedio de las precipitaciones cercano a la climatología anual (3830 milímetros).







## Anomalías de las variables meteorológicas

Desde mitad de 2020 hasta marzo de 2023 se evidenció una disminución de la temperatura mínima media y máxima media. En el primer trimestre de 2023 debido a la presencia del fenómeno La Niña las anomalías de las variables térmicas de temperatura máxima y mínima fueron negativas (en tonos azules), es decir, que la temperatura del aire presentó una disminución respecto a la climatología de enero y marzo, particularmente.

Sin embargo, la temperatura mínima mantuvo anomalías negativas entre los meses de mayo, junio y agosto en el valle del río Risaralda, zona Norte 2a y Norte 2b, Centro Occidente, Centro Oriente y Centro Sur.

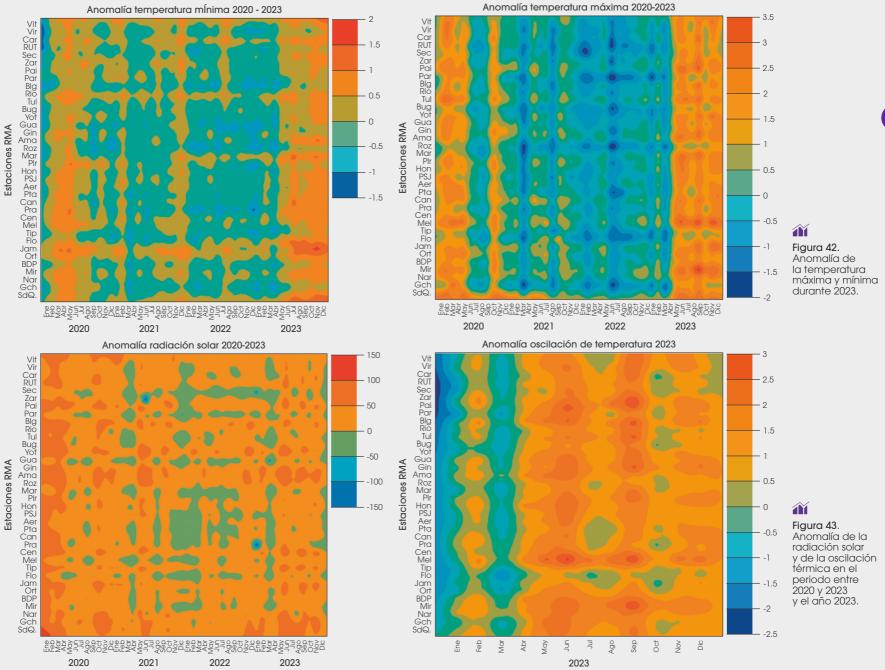
Al finalizar el año se registraron reducciones en la zona Norte 2b. Los municipios de Jamundí y Florida presentaron un incremento en sus valores de temperatura mínima. Figura 42 izquierda.

La temperatura máxima a partir de mayo incrementó sus registros y alcanzó picos en los meses de junio y de septiembre; en el ploteo se ven unos núcleos color naranja oscuro de anomalías positivas durante septiembre en varias de las estaciones de la RMA. Figura 42 derecha.

A lo largo del 2023 se refleja en el mapa que la variable de radiación solar presentó anomalías positivas, lo que indica que se registraron valores por encima de los promedios climatológicos. **Figura 43 izquierda**.

En cuanto a la variable de oscilación térmica claramente se ve en tonos azules, anomalías negativas que indican que enero y marzo presentaron una baja oscilación entre la temperatura mínima y máxima y a partir del mes de abril los valores de anomalía se tornan positivos por la amplitud térmica, salvo en el mes de octubre que disminuye por el incremento de lluvias y de nubosidad. Figura 43 derecha.

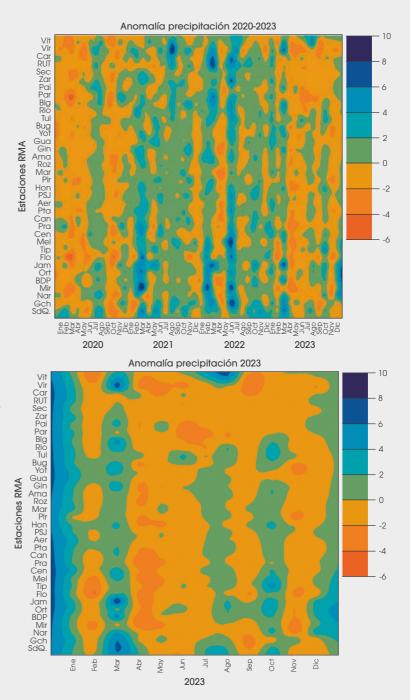




Para el caso de la precipitación media, las anomalías positivas (en tonos azules) representan valores por encima de la climatología relacionados con los meses más lluviosos durante el fenómeno La Niña.

En la **Figura 44 inferior** en tonos azules se ven los meses de enero y marzo muy lluviosos en el primer trimestre de 2023. En los meses de agosto y octubre, a pesar de un fenómeno El Niño en desarrollo, ocurrieron precipitaciones por encima de lo normal en el Centro y Sur del valle del río Cauca, lo que se expresó en anomalías positivas en el mapa. En diciembre, en las zonas de Centro Sur y Sur se reflejaron anomalías positivas derivadas de eventos lluviosos con excesos.

Figura 44. Anomalía de la precipitación en el periodo de 2020 a 2023 y durante el 2023.









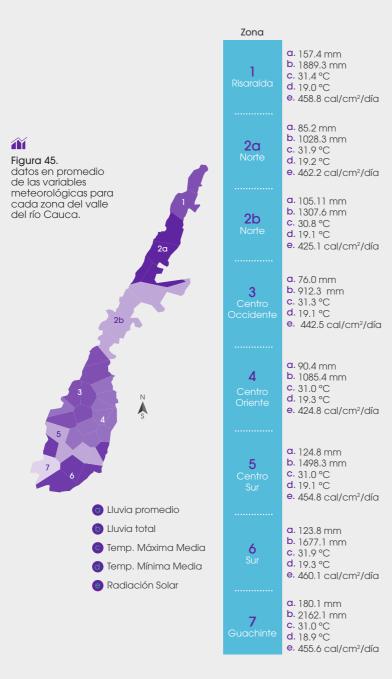
## Clima por zonas homólogas

En la **Tabla 5** se indica el promedio trimestral por cada zona homóloga en el valle del río Cauca. Los altos volúmenes de precipitación acumulada en el año fueron significativos en las zonas del valle del río Risaralda (1) y Guachinte (7) con registros entre 1889.3 mm y 2162.1 mm; los valores más bajos se registraron en las zonas Norte (2a) y Centro Occidente (3) con datos entre 1028.0 mm y 912.3 mm, respectivamente.

Los valores de radiación solar más altos se observaron en las zonas 1 y 6, con promedios de 458.8 cal/cm²/día y 460.1 cal/cm²/día, que concuerdan con las temperaturas máximas en promedio más altas en estas mismas regiones. En la **Figura 45** se destacan los datos en promedio de las variables meteorológicas para cada zona del valle del río Cauca.

Variable	Trimestre	Zona climática homóloga						Dun ann a allin		
		1	2a	2b	3	4	5	6	7	Promedio
Temperatura minima media (°C)	1	1.0	5.8	30.6	497.2	15439.1	178.6	0.1	0.0	2019.0
	2	2.9	4.0	90.6	412.8	12818.5	123.7	0.5	0.0	1681.6
	3	1.9	4.5	60.0	453.6	13500.1	139.0	0.2	0.0	1769.9
	4	19.3	19.7	19.4	19.5	19.8	19.7	19.7	19.2	19.6
	Promedio	6.3	8.5	50.1	345.8	10444.4	115.2	5.1	4.8	1372.5
Temperatura máxima media (°C)	1	0.7	5.4	22.0	469.9	14842.5	167.1	0.1	0.0	1938.5
	2	4.4	4.0	136.2	433.5	12253.5	123.3	0.4	0.1	1619.4
	3	2.4	4.4	73.2	444.7	12856.4	136.0	0.3	0.0	1689.7
	4	31.4	31.2	30.8	31.3	31.1	30.8	31.7	31.3	31.2
	Promedio	9.7	11.2	65.5	344.8	9995.9	114.3	8.1	7.9	1319.7
Radiación global (cal/cm²/dia)	1	4.4	5.1	136.4	454.8	15373.1	157.9	0.4	0.1	2016.5
	2	5.1	4.7	159.2	420.3	14426.7	146.5	0.5	0.1	1895.4
	3	0.5	5.6	14.5	463.3	13981.0	173.1	0.1	0.0	1829.7
	4	445.3	433.9	418.0	438.3	423.8	452.4	446.8	436.5	436.9
	Promedio	113.8	112.3	182.0	444.2	11051.1	232.5	111.9	109.2	1544.6
Precipitación (mm)	1	598.0	283.6	419.3	348.8	376.9	422.2	603.4	767.5	477.4
	2	434.0	295.0	320.8	183.9	206.5	275.3	348.8	571.8	329.5
	3	390.6	165.8	155.2	144.3	130.4	195.5	168.1	216.5	195.8
	4	466.9	283.9	412.3	235.3	371.6	488.4	556.9	606.3	141.9
	Total	1889.3	1028.3	1307.6	912.3	1085.4	1381.3	1677.1	2162.1	

Tabla 5.
Valores medios de las variables temperatura (mínima, media, máxima) humedad relativa, radiación global y precipitación (promedio de totales trimestrales) por zonas homólogas por trimestre en 2023.



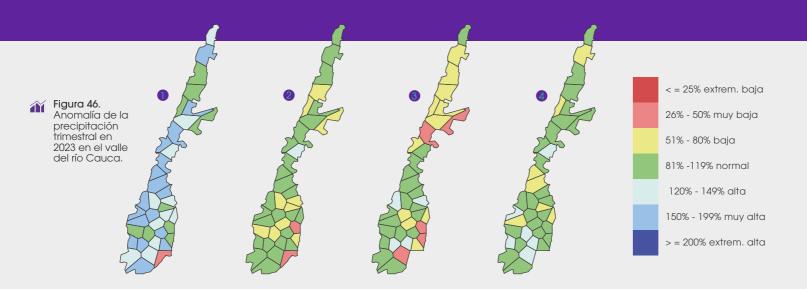
# El clima en 2023 por zonas climáticas homólogas

# Distribución espacial de diferentes variables

Distribución espacial Precipitación trimestral El primer trimestre, condicionado por el fenómeno La Niña, fue el más lluvioso del año con índices muy altos (150% - 199%) en gran parte del valle del río Cauca, exceptuando algunas estaciones en las zonas Norte 2a, Centro Sur y Centro Oriente.

Luego de un periodo de transición de La Niña a una fase neutral, el comportamiento de las lluvias para el segundo trimestre presentó índices normales.

En el tercer semestre, entre julio y septiembre, se redujeron los volúmenes de precipitación con índices bajos (51%-80%) y muy bajos (26% - 50 %) correspondientes a las zonas Norte 2a, 2b, Centro Oriente y Sur, atribuidos al desarrollo del fenómeno El Niño. Durante este periodo se presentó el mayor número de días secos, particularmente en la zona Centro Occidente (4) en donde se registraron hasta 29 días sin precipitación. El cuarto semestre presentó índices de lluvias normales y bajos. Figura 46.







#### Distribución espacial Temperatura trimestral

La temperatura del aire presentó una dualidad muy marcada entre semestres, el primero asociado al fenómeno La Niña y su rezago y el segundo semestre caracterizado por un aumento en la temperatura presentando anomalías muy altas en zonas Centro Oriente, Centro Sur y Sur. El municipio de Cartago presentó persistencia de altas temperaturas. Figura 47.

#### Distribución espacial Radiación solar trimestral

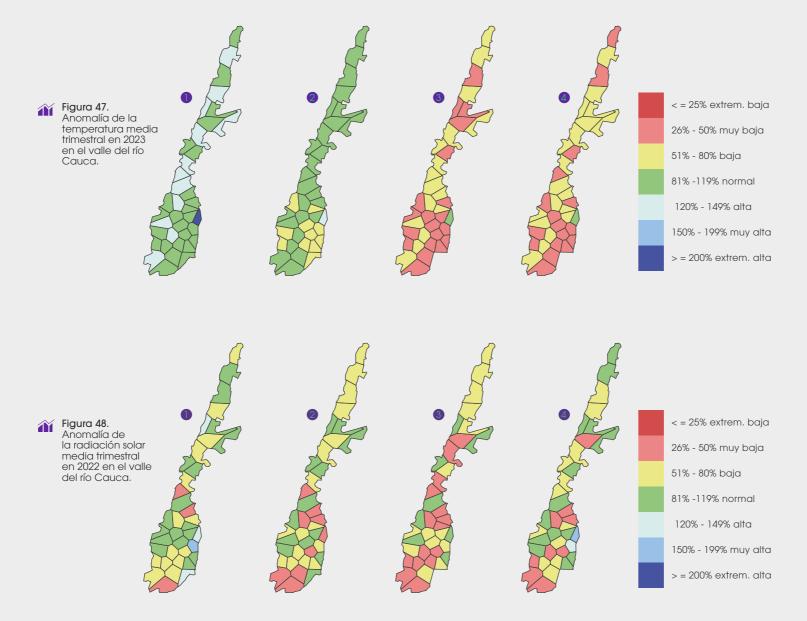
La anomalía de la radiación solar alcanzó índices extremadamente altos en los trimestres 2 y 3 en las estaciones de Yotoco, Ginebra, Amaime y Santander de Quilichao y anomalías altas en las zonas del valle del río Risaralda y zonas Norte, Centro Sur y Sur con valores por encima de la climatología. Figura 48.



En el 2023 salió de operación la estación Corinto por situación de orden público. No existen datos correspondientes a dicho año y por lo tanto no se incluyen registros de esta estación.

También este año la estación Yotoco sufrió de ataques por vandalismo y robo, y salió de servicio por una semana.

En las demás estaciones se alcanzó el indicador esperado de 13,132 datos diarios, 99.9% de información meteorológica útil para la toma de decisiones.









#### Red meteorológica automatizada RMA

En el 2023 la Red Meteorológica Automatizada (RMA) de la agroindustria colombiana de la caña de azúcar cumplió 30 años de operación. Con 38 estaciones meteorológicas distribuidas en el valle del río Cauca, el sector dispone de más de diez millones de registros diarios del clima en esta región del país. Este año salió de operación la estación Corinto, por situación de orden público.

#### Los datos recopilados a través de la RMA son utilizados como

- Información para la toma de decisiones de riego a través de la herramienta Balance Hídrico, que permite estimar la demanda hídrica de los cultivos y optimizar el uso del recurso.
- Análisis climatologicos, pronóstico del estado del tiempo y predicción climática.
- Intercambio de información en forma directa "API", para los ERP agrícolas del sector, que facilitan la gestión administrativa, financiera y operativa de los ingenios.
- Base de datos del software "Sinpavesa" para la toma de decisiones de quemas controladas y aplicación con ultralivianos, entre otros...



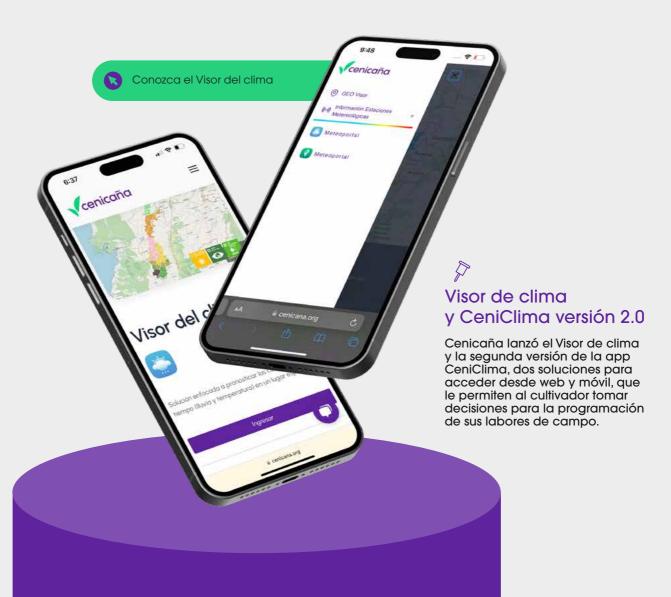
CeniClima

#### Versión 2.0

#### Las nuevas versiones ofrecen:

Pronóstico del tiempo diario y semanal por cada estación meteorológica.

Boletines de predicción del clima y de seguimiento del Niño y La Niña.





# Estrategias para mitigar impacto del fenómeno El Niño

En el 2023, previendo la consolidación de un fenómeno El Niño, la agroindustria puso en marcha una estrategia de preparación y adaptación al cambio climático consistente en la planificación, estructuración e implementación de acciones para reducir los efectos negativos de la temporada seca extrema y garantizar el recurso hídrico para el consumo humano y el aparato productivo de la región.

Asocaña, ingenios, cultivadores, el Fondo Agua por la Vida y la Sostenibilidad, Asociaciones de usuarios del agua de los ríos y Cenicaña diseñaron la estrategia, que incluye acciones como:

- Zonificación de riesgo de disponibilidad del agua, con el cual se hizo un mapa de vulnerabilidad hídrica de la región.
- Establecimiento de una moderna red de monitoreo hidrológico en 10 cuencas, para saber en tiempo real cómo se están comportando los caudales de agua de los ríos.
- Establecimiento de acuerdos colaborativos por el agua en 10 cuencas hidrográficas que tienen influencia en 1902 predios con 73.314 hectáreas de área de riego.
- Establecimiento de 10 convenios con Asociaciones de Usuarios del Agua para asesoría y apoyo con un técnico operativo contratado para cada asociación.
- Plan de transferencia a cultivadores para el uso eficiente del recurso hídrico en el manejo del cultivo.

#### En el cultivo

Como parte de esta estrategia, pero desde el manejo del cultivo, en el 2023 Cenicaña hizo énfasis en la promoción de tecnologías y labores para la programación de los riegos y la medición del volumen de agua utilizado para el riego:

- Escuela de regadores: curso teórico-práctico sobre el manejo de los riegos por gravedad, aspersión y localizado. Se formaron 24 regadores de ingenios y proveedores.
- Grupos de Transferencia de Tecnología (GTT): en cuatro eventos que reunieron a 223 asistentes se socializaron las acciones sectoriales para hacer un uso eficiente del recurso hídrico bajo el escenario del fenómeno de El Niño, las proyecciones climáticas y se hizo énfasis en cuencas hidrográficas, tecnologías de monitoreo y seguimiento.
- Balance hídrico: se realizaron 12 eventos con 43
   asistentes para fortalecer el manejo de la herramienta
   y enseñar a nuevos usuarios.
- Sensores de potencial mátrico del suelo (PMS): 8 eventos de acompañamiento a 41 usuarios de la tecnología.
- Control administrativo del riego (CAR): 18 eventos con la participación de 418 personas, para promover la medición del volumen de agua usado en un evento de riego.

## Galería de fotos

Estrategias para mitigar impacto del fenómeno El Niño.



- Fotos 1, 2 y 3: acuerdos colaborativos por el agua y entrega de implementos como parte de la estrategia.
- Fotos 4, 5 y 6: jornadas de capacitación y grupos de estudiantes en la escuela de regadores.

















## Monitoreo de las cuencas de los ríos

Cenicaña continuó el monitoreo a diferentes cuencas y realizó análisis comparativos del balance hídrico entre la zona protegida y la zona sin protección en la cuenca Bolo - Subcuenca Agua Clara.

Los análisis muestran una reducción del 14% en la escorrentía superficial y un aumento del 8% en la infiltración subsuperficial en la zona protegida. Esto ha llevado a menores pérdidas de suelo por arrastre y ha contribuido a la recarga del caudal del río durante época seca, con un aumento del 6% en la infiltración, lo que beneficia al acuífero subterráneo.

En comparación con la zona no protegida, la zona protegida muestra una capacidad notable para regular sus caudales, evidenciada por la reducción de los caudales máximos durante eventos de lluvia, en contraste con la zona no protegida. Figura 49.

A lo largo del período analizado, la cuenca conservada ha experimentado cambios constantes en los sedimentos, reflejando la dinámica del suelo en relación con la cobertura vegetal y la recuperación del servicio ecosistémico de retención de suelo.

Desde 2015, los sólidos suspendidos totales (SST) han disminuido de 1,56 t.m<sup>-3</sup> por año a 0,71 t.m<sup>-3</sup> por año en 2023, destacando la eficacia de las acciones de conservación. Este análisis comparativo subraya cómo las áreas en proceso de restauración recuperan las dinámicas ecosistémicas que favorecen la retención de humedad en el suelo.



38
Pluviómetros se instalaron y conectaron a la red Gotas en 2023





#### **Proyecto Gotas**

Gotas es una red de pluviómetros automatizados que permite conocer la precipitación en tiempo real en sitios de interés, para que agricultores, empresas y grupos de personas tomen decisiones oportunas para la ejecución de labores de campo o que requieren el conocimiento de la cantidad de lluvia en un lugar determinado.

Como parte de este proyecto se desarrolló un pluviómetro digital con las siguientes características:

- Alertas por inicio de Iluvia.
- Transmisión de datos cada 15 min.
- Uso de la red LoRa sectorial.
- Panel solar opcional, recarga continua de baterías.
- Visualización directa en mapas o a través de consumo por API.

Actualidad

Actualidad

Actualidad

Figura 50.

Etapas y actividades sugeridas en el proceso de restauración de ecosistemas degradados en el valle del río Cauca.

Estructura y biodiversidad del ecosistema

Diagnóstico y diseño de siembra Siembra de arboles
Revegetalización
o inicio de sucesión

Enrutamiento
Observación del proceso y resiembra

Incremento con vegetación de sucesión media y tardia

Ecosistema funcional

Monitoreo y control

# Fase 1 de restauración en el proyecto Caña Biodiversa

La restauración ecológica busca acelerar el proceso de sucesión vegetal para impulsar la recuperación de los servicios ecosistémicos y así restablecer la salud e integridad de los ecosistemas y los beneficios que estos prestan. Figura 50.

Como resultado del proceso de restauración que se realiza en el marco del proyecto Caña Biodiversa, se han realizado siembras en 66 predios con 8363 plantas (67% especies nativas y 33% species exóticas.) para incrementar la regeneración natural de corredores ribereños, cercos vivos diversos, separadores, parches de guadua y otros.

En el 2023 se avanzó en la primera etapa del proceso y se realizaron algunos seguimientos, para determinar las condiciones de desarrollo de los individuos sembrados y de aquellos reclutados en el tiempo.

La revegetalización, como estrategia de restauración, ha funcionado como uno de los pasos iniciales para la recuperación y formación de corredores biológicos. La mortalidad detectada (51%) y las encuestas realizadas evidenciaron que se debe hacer mayor énfasis en educación medioambiental.

De otro lado, la caracterización vegetal realizada con el inventario de flora Gentry determinó que existen 16 especies de árboles, algunos de ellos con pocos representantes en la región. La especie dominante es el Guácimo (Guazuma ulmifolia), seguida por el Matarratón (Gliricidia sepium), Guamo (Inga edulis), Sangregado (Croton gossypiifolius), Espina de mono (Pithecellobium lanceolatum), Guanábana (Annona muricata) y el Tachuelo (Zanthoxylum rhoifolium). Se encontraron frutales de interés como el Mamoncillo y la Guanábana; y otras especies que han sido dispersadas por el viento como la Leucaena y el Guácimo, además de tener la ventaja de ser especies pioneras de rápido crecimiento.

Las coberturas más buscadas para restaurar fueron zanjones, seguidos por bosques riparios ya establecidos y en las siembras realizadas se identificaron especies para ser rescatadas o con mayor posibilidad de sobrevivencia Figura 51.



- Coberturas para las que se realizaron diseños de siembra.
- Especies rescatadas y/o observadas para rescate.



Coberturas vegetales y la conservación microbiana del suelo

Las coberturas vegetales son importantes en la conservación y el mantenimiento de poblaciones de microorganismos del suelo. Por ello se caracterizó la ecología y el perfil funcional de poblaciones microbianas cultivables en la rizósfera de caña de azúcar CC-05 430 asociadas específicamente a coberturas de fríjol y maní. La asociación con frijol Mungo aumenta la abundancia de grupos microbianos funcionales de la rizósfera de la caña de azúcar y estimula el consumo de carbohidratos de la comunidad microbiana.

Asimismo, se aíslan e identifican nuevas cepas de bacterias solubilizadoras de fósforo de los géneros Burkholderia, Paraburkholderia, Enterobacter y Kosakonia obtenidos de la caña de azúcar asociada con fríjol Mungo.

# Análisis metagenómico de comunidades microbianas del cultivo

En el 2023 se realizó un análisis metagenómico de comunidades microbianas del suelo del cultivo en el valle del río Cauca, que aborda principalmente la abundancia relativa, estructura y composición de las comunidades bacterianas de la rizosfera de la caña de azúcar.

La comunidad bacteriana de la rizosfera de la caña de azúcar está conformada principalmente por los filos Actinobacteria, Firmicutes y Proteobacteria. Todos ellos con funciones muy importantes:

- filo Actinobacteria: participan en los procesos de mineralización de la materia orgánica, consolidan la formación de ácidos húmicos y fúlvicos del suelo, y han sido reportadas como promotoras de crecimiento vegetal mediante la producción de auxinas y por la solubilización de nutrientes como fósforo (Atlas & Bartha, 2002; Hariprasad et al., 2014; Chaurasia et al., 2018).
- filo Firmicutes: presenta una alta versatilidad metabólica con cepas promotoras de crecimiento vegetal (Rosenberg et al., 2014; Kumar et al., 2015).
- Proteobacterias: fijación biológica del nitrógeno gaseoso, dejando libres formas de amonio que pueden ser rápidamente disponibles para las plantas (Garrity et al., 2005; Dworkin et al., 2006).

Los análisis realizados, que incluyeron suertes con manejo agronómico convencional, orgánico, de transición y con coberturas vegetales no cultivadas con caña de azúcar, mostraron que las abundancias relativas de unidades taxonómicas operativas (OTU) variaron dependiendo del sistema de manejo agronómico. Figura 52.



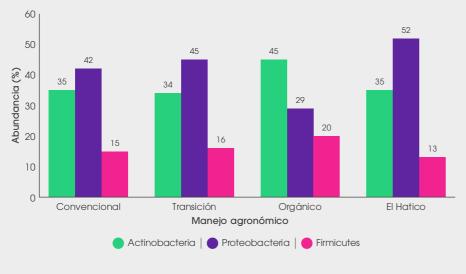


Figura 52.
Abundancia relativa de los grupos filogenéticos más relevantes en las muestras de rizósfera de caña de azúcar con diferentes manejos agronómicos y el suelo con cobertura vegetal.



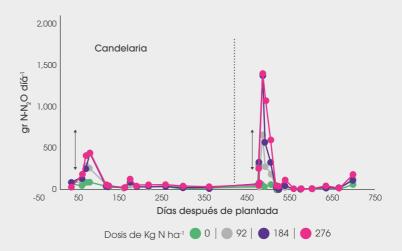


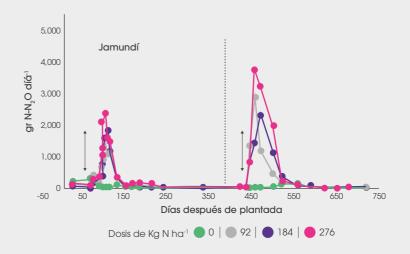
# GEI en suelos cultivados con caña de azúcar

En una evaluación del efecto de la fertilización nitrogenada sobre la emisión acumulada de  $\rm N_2O$  se observó que la aplicación de nitrógeno (N) alteró la emisión de  $\rm N_2O$  del suelo, conforme se incrementó la tasa de N aplicado. La magnitud de emisión  $\rm N_2O$  durante la soca fue mayor que en plantilla. En ambos casos, las alteraciones en la emisión duraron aproximadamente 20 días y al cabo de 100 días de iniciado el ciclo productivo se observó una estabilización de la emisión, en rangos cercanos al tratamiento sin fertilizante. **Figura 53**.

Figura 53.

Resultados de la emisión de N<sub>2</sub>O (gr N-N<sub>2</sub>O dia<sup>-1</sup>) según la dosis de nitrógeno (Kg de N ha<sup>-1</sup>) en dos localidades. Línea vertical punteada indica el momento de la cosecha que separa los ciclo plantilla y soca, flechas negras indican el momento de la aplicación del fertilizante nitrogenado.









## Red de medición de material particulado PM10 - PM2.5

La agroindustria respondió a la solicitud realizada por el Gobierno Nacional, a través del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, para apoyar con su experiencia y Red PM10 -PM2.5 en la contingencia por la actividad del volcán Nevado del Ruiz.

Con el apoyo de Cenicaña, entraron en operación tres equipos automatizados de medición de calidad del aire en el Eje Cafetero, que les permitieron a las Corporaciones Autónomas Regionales de Risaralda, Caldas y Quindío (Carder, Corpocaldas y CRQ) medir y monitorear las emisiones de material particulado generadas por el volcán Nevado del Ruiz.

También en el 2023, a solicitud de Asocaña, se realizó un estudio de pruebas Inter comparativas de medición de partículas PM10-25 para demostrar la integridad de la información suministrada a las corporaciones.

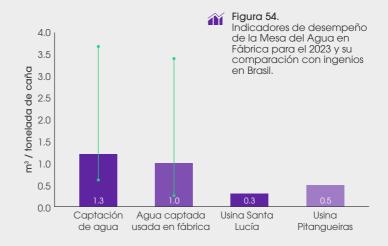
Finalizando el año se instaló y puso en funcionamiento una nueva estación de medición de calidad del aire en el municipio de Obando, exigida por la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca (CVC) en un nuevo permiso de quemas.



# Recurso hídrico: Mesa del Agua de Fábrica

En el 2023, la Mesa de Agua de Fábrica, que funciona desde el 2013, se reunió en 4 ocasiones y trabajó en una actualización de la metodología para la construcción y comparación de los indicadores de uso de agua en las fábricas.

Para este año, el indicador de captación de agua para el sector fue de 1.21 m³/t caña, con un máximo de 3.7 m³/t caña y un mínimo de 0.61 m³/t caña. Por su parte, el indicador de uso en la fábrica fue de 1.00 m³/t caña con un máximo de 3.40 y un mínimo de 0.26 m³/t caña. Figura 54.



# Galería de fotos

Reuniones de las Mesas del Agua:



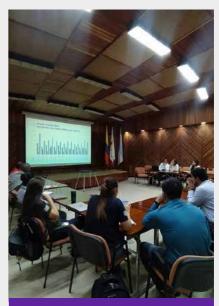
- Fotos 1 a 3: Momentos de las Mesas del Agua en Fábrica realizadas en los ingenios Risaralda y Mayagüez.
- Fotos 4 y 5: Momentos de las Mesas del Agua en campo realizadas en Cenicaña.



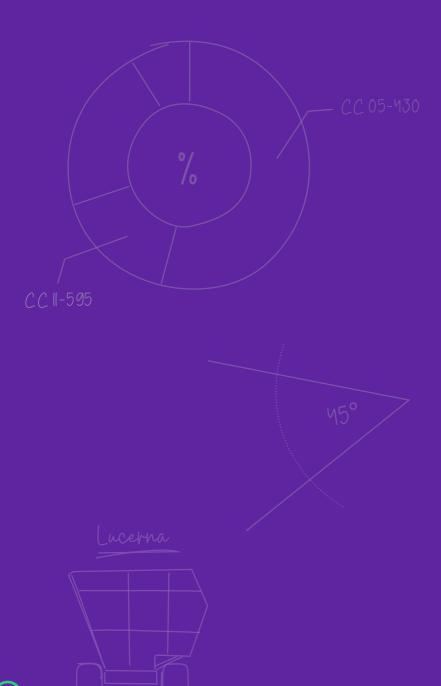




Huella Hidrica Campo 2021











# eficiencia operativa

Contribuir a la sostenibilidad del sector agroindustrial de la caña de azúcar, con énfasis en la maximización de su rentabilidad (ingresos y/o costos), optimizando los procesos de la cadena de valor (físicos y humanos): administrativos, acreditaciones, certificaciones, producción, logística, abastecimiento, etc., e implementando herramientas para la toma de decisiones basadas en información. Todo ello facilitando la comunicación entre las partes y contribuyendo a la gestión del cambio con modelos y estrategias de decisiones informadas y el conocimiento de las necesidades transversales de la industria

#### 1

# Avances en la implementación de ANA

En el 2023 Cenicaña presentó al sector la solución ANA, modelo de decisión para los procesos de producción de la agroindustria que permite programar los frentes de cosecha de acuerdo con la capacidad de corte, demanda de caña, tipo de corte y restricciones generadas por las lluvias.



En el 2023 se apoyó el diseño, la creación y el mantenimiento de diferentes soluciones (software y bases de datos): aplicación Ceniclima, visor de clima, Cenimol, Ceniprof, versiones Dspace, visor PMS, entre otros.

ANA es producto del trabajo colaborativo con ingenios y cultivadores, con los cuales se acordó estructurar los datos que utiliza el modelo. Al cierre del 2023 finalizó la instalación y configuración del servidor de Cenicaña para realizar las pruebas respectivas y continuar con permisos de acceso. **Figura 55**.



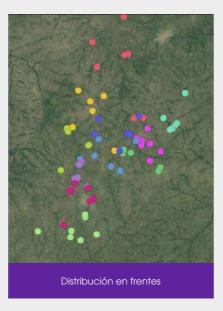




Figura 55.
Imagen de referencia del modelo de programación de cosecha generado con el apoyo de la solución ANA.



#### Red de Internet de las cosas loT

La red de internet de las cosas loT de la agroindustria colombiana de la caña de azúcar se consolidó en el 2023 como una solución para la medición de variables en tiempo real y la integración de herramientas de comunicación y sensoramiento.

La red cuenta con 28 estaciones con Gateway Lora, con cobertura en el total del área sembrada con caña de azúcar en el valle del río Cauca, lo que permite acceder a diferentes sistemas de monitoreo, entre los que se destacan:

- Control de las variables de temperatura y humedad para conocer las condiciones ambientales de los cultivos y su influencia en el desarrollo vegetal.
- Pluviómetros para registrar la cantidad y frecuencia de las precipitaciones y su impacto en el balance hídrico.
- Sensores de nivel para medir la altura del agua en los canales y reservorios y su disponibilidad para el riego.
- Sensores de potencial mátrico del suelo para estimar la tensión del suelo y su capacidad de retener agua.
- Sensores de nivel freático para determinar la profundidad del agua subterránea y su relación con el nivel del suelo.
- Equipos de transmisión y monitoreo de PM 1025 para monitorear la calidad del aire y la presencia de partículas contaminantes.
- Equipos de monitoreo de energía para controlar el consumo y la eficiencia energética de los procesos productivos.

# Galería de fotos

#### Red de Internet de las cosas IoT



- Fotos 1 y 2 instalación de pluviómetro en el municipio Florida, zona páramo.
- Foto 3 a 6: jornadas de reconocimiento e instalación en las cuencas del valle del río Cauca.

















## Las arvenses y su período crítico de control

La competencia que ejercen las arvenses sobre las plantas de caña de azúcar puede reducir de manera significativa la productividad y para contrarrestar sus efectos es necesario realizar controles oportunos.

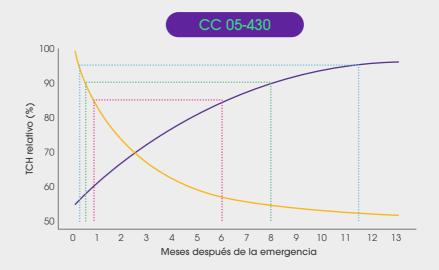
Para identificar los momentos de control oportunos por variedad se determinaron los periodos en los cuales las arvenses generan pérdidas entre 5% y 15% de TCH para CC 05-430 y CC 09-066. Figura 56.

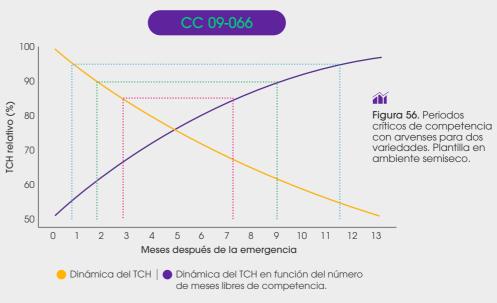
Con base en los modelos de periodos críticos de competencia se evidenció que:

- Las arvenses pueden llegar a reducir el TCH en 50% para las variedades CC 05-430 y CC 09-066.
- La variedad CC 05-430 presenta una mayor susceptibilidad a la competencia con arvenses.
- Es necesario reevaluar los momentos de control de las arvenses, debido a que controles post-emergencia tardía pueden generar disminuciones importantes en los indicadores de productividad.









Líneas discontinuas: momentos de inicio y fin del control para unas pérdidas de TCH del 5%,10% y 15%, respectivamente.





# Sistemas de riego mecanizados en el valle del río Cauca

Un total de 34 equipos, pivotes centrales y sistemas lineales, cubren una superficie de 2685 hectáreas de caña de azúcar en el valle del río Cauca, de acuerdo con un inventario realizado en la agroindustria (Tabla 6). Cenicaña evaluó 10 de estos sistemas con base en las normas de American Society of Agricultural and Biological Engineers (Asabe). Tabla 7.

Ingenio	Hacienda	Área (ha)
Manuelita	José pilla	50
	Malimbú	110
	Florencia	92
	La Aurora	83
	Malimbú 2	69
	Cascajal	96
Mayagüez	Zainera	120
	Esmeralda	112.39
	Sincerin	71.18
	Zainera	80.16
	Zainera	35.93
	El convenio	118.18
	Venecia	106.77
	San Rafael	77.95
	San Rafael	77.95
	Coloradas	35
	Coloradas	55
Castilla Agrícola	San Jorge	100

Ingenio	Hacienda	Área (ha)
San Carlos	Mayorca	100
Cenicaña	Cenicaña	8
	Cenicaña	3.58
Providencia	El trejo	49
	El trejo	110
	CIAT	20
	La paz	68
	La paz	68
	Samaria	49.13
	Samaria	76.22
	Providencia	122.7
	La paz	76
	San Jerónimo	129
	La paz	92.84
	Providencia	103
Risaralda	La Argentina	120
Total	2685.98	

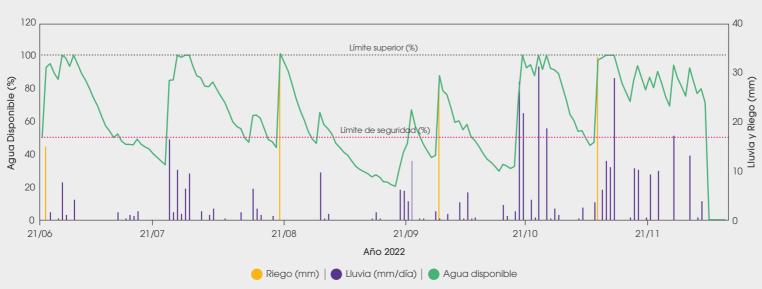
Tabla 6. Inventario pivotes registrados en el valle del río Cauca.

ID Ingenio	CUC (%)	Clasificación
N.1	75.0	Razonable
	61.0	Malo
	90.0	Excelente
	91.0	Excelente
	91.0	Excelente
N.2	88.3	Bueno
N.3	89.0	Bueno
	86.0	Bueno
N.4	81.0	Bueno
	86.0	Bueno

Tabla 7. Coeficientes de uniformidad en diferentes sistemas de riego mecanizados en el valle del río Cauca.



Modelo de balance hídrico para su implementación en sistemas de riego por superficie y en sistemas de alta eficiencia. El modelo ha sido validado a través de simulaciones numéricas, mostrando una sólida correlación. Figura 57.



**Figura 57.** Simulación del Balance hídrico para los sistemas de riego del valle del río Cauca.

# Técnica para muestreos

Con la adaptación de metodologías estadísticas Cenicaña implementó una técnica para definir el tamaño de una muestra e inferir sobre una variable de la cual no se tiene información preliminar.

Esta técnica es usada en el establecimiento del área a muestrear para determinar la floración y realizar rastreos fitosanitarios. También se adaptó para calcular el tamaño de muestra para inferir sobre el índice de forma de las suertes. Figura 58.

#### Criterios para la selección de suertes

Datos de entrado con información de estrato y área cor individuo. Cálculo del tamaño de muestra según el área de las suertes Distribución de la muestra por posición geográfica de los individuos.

Opción uno

Distribución de la muestra por peso en el área de los estratos.

Opción dos

Lista de suertes a muestrear

**Figura 58.** Flujo del proceso

del muestreo.

de muestreo y mapa







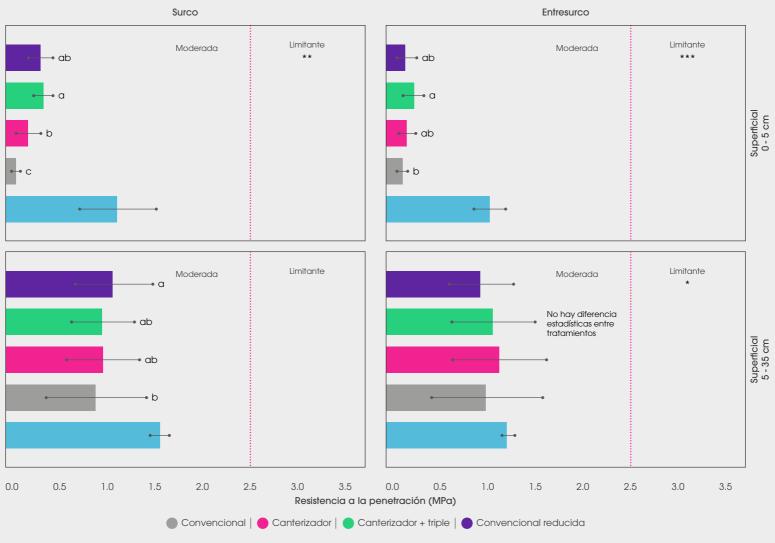
### El canterizador en la preparación de suelos

La agroindustria utiliza un nuevo equipo para la preparación de los suelos llamado Canterizador. Cenicaña y los ingenios han realizado evaluaciones, en suelos de textura franco limosa, donde los resultados son similares a la preparación convencional en la descompactación y reducción de capas endurecidas del suelo. Sin embargo, posterior a los 35 cm de profundidad, se observó que la preparación convencional presentó resistencias a la penetración más elevadas tanto en el surco como en el entresurco. Figura 59.

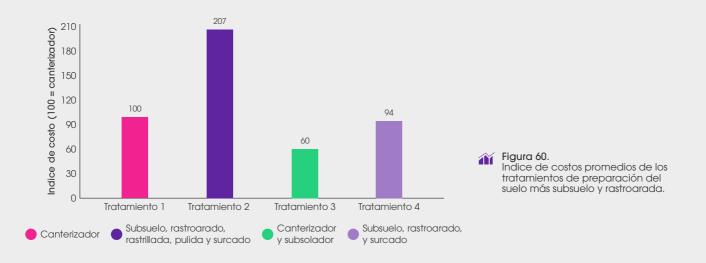
El tiempo de labor por hectárea fue de ~1.5 h, que con respecto la preparación convencional es un 50% menos, esto debido a que el canterizador realiza simultáneamente las labores de descompactación, pulida y surcado.

Los resultados indican que el canterizador puede ser una alternativa para preparar suelos agrícolas con bajos contenidos de arcilla en condiciones de humedad del suelo apropiadas (cercanas a capacidad de campo).

Figura 59.
Respuestas de la resistencia
a la penetración (Rp) bajo
uso del Canterizador y manejos
convencionales.







## El canterizador y costos de la labor

Cenicaña realizó un análisis de costeo de la labor de preparación del suelo con el equipo del canterizador frente a la preparación convencional.

Los resultados del costeo muestran todos los tratamientos por encima del tratamiento testigo (canterizador); en ese sentido, se necesitaría productividades por encima a la de los bloques preparados por el canterizador en más de una tonelada y hasta siete toneladas, para compensar la diferencia positiva en los costos de preparación.

A continuación se presentan, los costos promedios de los bloques en los tratamientos del experimento para un ingenio piloto. **Figura 60**.



# Avances en cédula cañera y Arcrop

Finalizó el desarrollo de la cédula cañera, sistema de comparación cartográfica por suertes que permite registrar el historial de producción, datos fundamentales para realizar pronósticos de productividad. A esta metodología se puede acceder a través del servidor de mapas.

Por otro lado, se incorporaron nuevas funcionalidades a la herramienta de fotogrametría Arcrop, como análisis de paralelismo y pisoteo para las líneas de surcado y cosecha y resultados en formato GeoPdf.







En el transcurso del año el servicio se interrumpió por condiciones meteorológicas en las estaciones Santander de Quilichao y Ortigal.

## Fortalecimiento de la Red de posicionamiento RTK – GNSS

La red de posicionamiento RTK - GNSS se fortaleció con la incorporación de dos nuevas estaciones, para un total de 18:

### 01

**San Jerónimo** torre de 60 m y equipos de RTK

Cobertura: 30 km a la redonda. Zona de influencia de los ingenios Providencia, Manuelita, Pichichí y Mayagüez. Financiación conjunta entre ingenio Providencia y sector.

### 02

Ortigal torre de 60 m y equipos de RTK

Cobertura: 30 km a la redonda. Zona de influencia de los ingenios Cauca, La Cabaña, Maria Luisa y Mayagüez. Financiación conjunta entre Incauca y sector.



Un total de 10 estaciones fueron configuradas y habilitadas para usar en equipos que transmiten la señal RTK por internet, como NTRIP (Networked Transport of RTCM via Internet Protocol). Actualmente, la red RTK sectorial se transmite vía radio, en frecuencias de 900 y 450 MHz.

Esta tecnología ha demostrado ser útil para pilotos automáticos de bajo costo en labores de surcado, drones y levantamientos topográficos, con un alcance superior a 30 km. Las estaciones con estas tecnologías son Cenicaña, Ortigal, Río Frío, Arroyohondo, Palmira la Rita y Santander de Quilichao.



La Aeronáutica Civil dio visto bueno para la instalación de una estación RTK adicional en los predios del CIAT. Este permiso permitirá tener una torre de 40 m de altura, con una cobertura de 33,000 ha en cultivos con caña de azúcar en señal RTK.



# Uso de LiDAR para nivelación de campos agrícolas

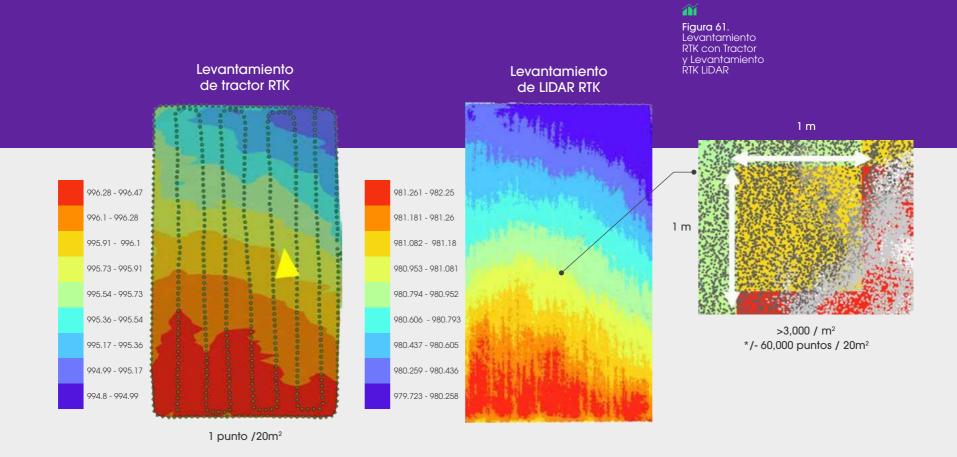
La nivelación del campo para el establecimiento de un cultivo es necesaria para la optimización de labores como el riego, el drenaje superficial, la fertilización y la cosecha, entre otros. Cenicaña evaluó la tecnología LiDAR para la nivelación del campo, con los siguientes resultados:



Se desarrolló una interfaz gráfica que permite procesar la nube de puntos en formato LAS y convertirlas a formato TXT para el software de diseño de lotes WM Form del fabricante Trimble, uno de los sistemas más utilizados para la nivelación de precisión RTK.

- Nivel de detalle del levantamiento: hasta 3.000 puntos por metro cuadrado con precisión RTK, frente a un punto RTK cada 20 metros en el levantamiento realizado con tractor. Figura 61.
- Ahorro de combustible: mínimo 4 galones por hectárea.
- Eficiencia operacional: más suertes levantadas para que el tractor con la traílla tenga opciones de trabajo en caso de presentarse dificultades para dirigirse al campo a hacer la nivelación.
- Ahorro en la operación: coordinación tractor del levantamiento con traslados en cama baja y vehículo escolta.







# Modelo geográfico para determinar la transitabilidad de maquinaria agrícola

Durante la cosecha, es importante conocer las condiciones de humedad del campo para determinar la oportunidad de ingreso de la maquinaria.

A partir del uso de las fuentes de datos georreferenciados de suelos y el Modelo Digital de Elevación (DEM ALOS) se generó un modelo de transitabilidad que permite disponer de las áreas de los lotes con las condiciones apropiadas para la cosecha. **Figura 62**.



En 2023 se conformó el comité de transformación digital del sector, integrado por los líderes de informática y transformación digital de los ingenios. En la primera reunión, realizada en Cenicaña, se habló sobre Conectaragro, para explorar de manera sectorial el desarrollo de redes privadas de telefonía celular e internet.

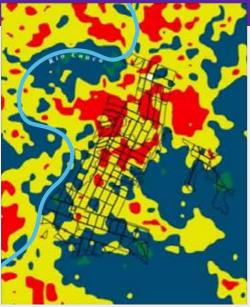
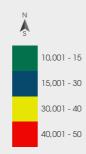
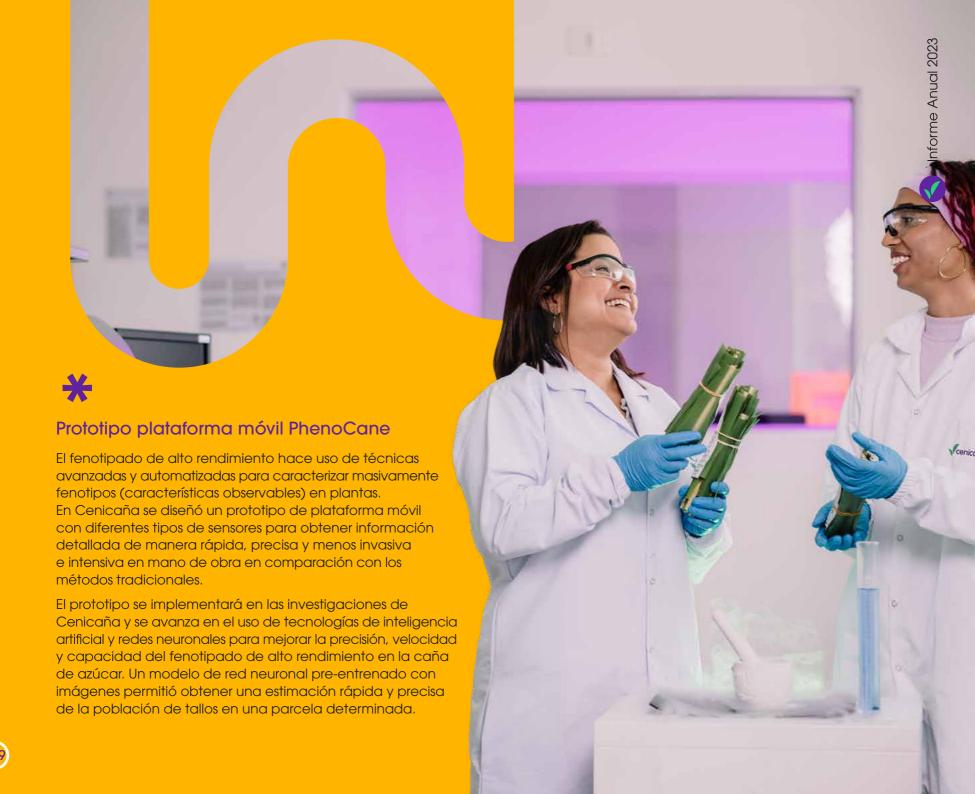


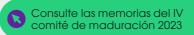


Figura 62.
Ejemplo del resultado
del uso del modelo
de transitabilidad para
un lote a cosechar
de caña de azúcar.



Ponderación modelo	Clases humedad	Clases transitabilidad	Área (ha)	%
8 a 15	Baja	Alta	9.21	2
15 a 30	Moderada	Moderada	102.3	24
30 a 40	Alta	Baja	254.8	60
40 a 50	Muy alta	Muy baja	56.6	14
	422.9	100		







# Red de experimentos de maduración (REMA)

Ingenios y Cenicaña continuaron con la Red de Experimentos de Maduración (REMA) con el objetivo de aumentar el conocimiento sobre la maduración mediante la evaluación e identificación de las mejores prácticas de maduración para las diferentes variedades de caña de azúcar. Figura 63.

Fiaura 63. Mapa de ubicación de la red de experimentos de maduración para el año 2023.



● CC 11-0132

**Variedades** analizadas CC 05-430

OCC 11-600 CC 09-066

● CC 01-1940 CC 11-595

CC 01-678

Protocolo

Nuevos productos y mezclas

Dosis de Boro

Métodos de aplicación

**Fisiología** 

25 **Experimentos** finalizados

Hectáreas de área experimental total 4.423 Muestras analizadas



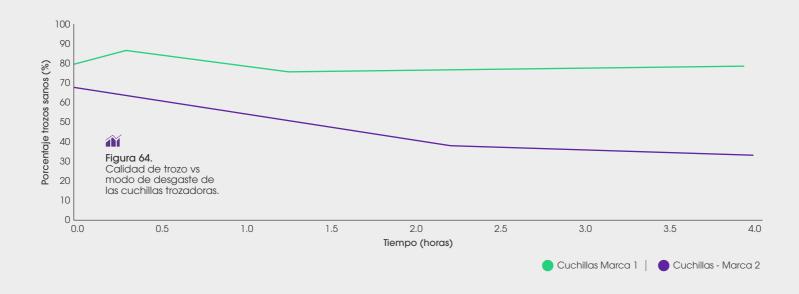


# Caracterización técnica de cuchillas de trozado

La búsqueda de indicadores de desempeño por tonelada cortada favorables y competitivos genera una alta exigencia en la aplicación de tecnologías, herramientas y consumibles que conduce a su evaluación y validación en campo.

En esta investigación se evaluaron dos marcas de cuchillas trozadoras comerciales de las máquinas cosechadoras en campos con presencia de piedras, en función de la calidad de trozo y la durabilidad de estas. **Figura 64**.

Este estudio concluyó que, en campos con alta presencia de piedras, las cuchillas duras y frágiles (marca 1) exponen un mejor comportamiento por la mayor proporción de trozos sanos sostenidos durante las primeras 4 horas de operación, comparado con cuchillas tenaces y dúctiles (marca 2), cuya disminución de la calidad de trozo es acelerada en ese mismo rango de tiempo. Adicionalmente el tipo de falla por fractura evita mayores daños en el sistema de trozado de las cosechadoras, permitiendo así que la disponibilidad de la máquina cosechadora sea mayor.







### Diseño de campo

En el marco del proyecto Diseño de Campo del macroproyecto CATE II, que tiene como objetivo, el desarrollo de campos con diseño y adecuación de precisión para mejorar la eficiencia de las operaciones de la cosecha mecánica y manual, se realizó una encuesta a personal de diseño de campo y cosecha de la agroindustria.

Con este procedimiento se identificó que la decisión de diseñar un campo surge cuando se decide renovar una suerte, y la unidad de área a diseñar está entre 10 y 20 ha. Los campos se diseñan con base a la ubicación de la hacienda, topografía y área a diseñar. En cuanto, a la longitud de los surcos se evidenció que en las zonas húmedas se diseñan surcos entre 90-120 metros y en zonas secas mayor a 120 metros. Actualmente, la supervisión de los diseños de campo se realiza por medio de los sistemas de Agricultura de Precisión (AP).





## **Evaluaciones** para cosechas más eficientes

En la búsqueda de operaciones de cosecha más eficientes se avanzó en conocer los tiempos de espera para un tractor con vagón de autovolteo y los tiempos de espera de la cosechadora, con el objetivo de encontrar la distancia ideal de la estación de transbordo. La tabla 8 presenta los resultados.

Asimismo, con el fin de establecer las dimensiones requeridas de los callejones en los cultivos de caña de azúcar para la adecuada circulación de la maquinaria agrícola se implementó una metodología de evaluación para estimar el radio de giro de los equipos de cadeneo y transporte de caña de azúcar. Se evaluaron tractores GAME 85ATX, John Deere 6175J, Case Puma 180 y un tren cañero de tres canastas HD30000, en los cuales se obtuvieron los resultados presentados en la figura 65.

	Tiempos de espera en un tractor de autovolteo de 10 toneladas a una velocidad de 9 km/h													
Distancia (m)	TCH													
(11)	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200
200	11:26	9:17	8:44	6:15	5:09	4:14	3:27	2:47	2:13	1:42	1:15	0:51	0:31	0:12
250	10:46	8:37	8:04	5:35	4:29	3:34	2:47	2:07	1:33	1:02	0:35	0:11	0:09	0:28
300	10:06	7:57	7:24	4:55	3:49	2:54	2:07	1:27	0:53	0:22	0:05	0:29	0:49	1:08
350	9:26	7:17	6:44	4:15	3:09	2:14	1:27	0:47	0:13	0:18	0:45	1:09	1:29	1:48
400	8:46	6:37	6:04	3:35	2:29	1:34	0:47	0:07	0:27	0:58	1:25	1:49	2:09	2:28
450	8:06	5:57	6:04	2:55	1:49	0:54	0:07	0:33	1:07	1:38	2:05	2:29	2:49	3:08
500	7:26	5:17	4:44	2:15	1:09	0:14	0:33	1:13	1:47	2:18	2:45	3:09	3:29	3:48

● Tiempo de espera tractor │ ● Tiempo de espera tractor y cosechadora │ ● Tiempo de espera cosechadora

Resultados de tiempos de espera.





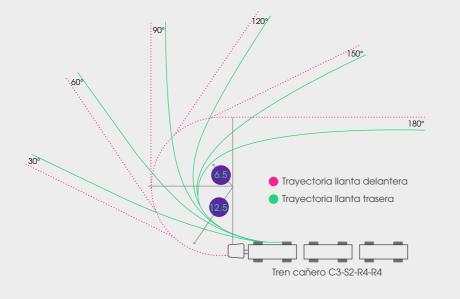
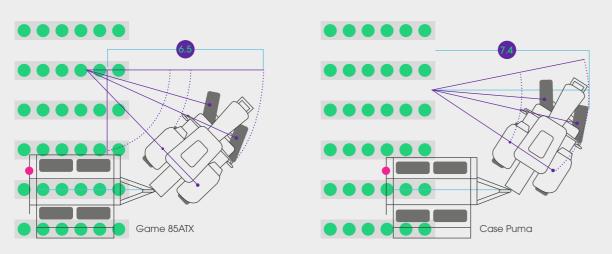
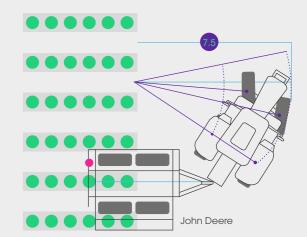




Figura 65. Resultados radios de giro equipos de transbordo y transporte.





● Radio de giro (m) | ● Planta de caña | ● vagón 10-12 ton

Surco

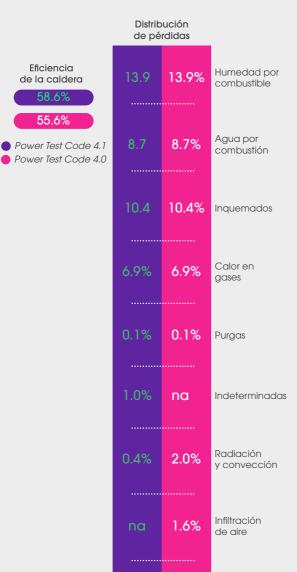


Actualización de metodología para evaluar pérdidas energéticas

En los últimos 15 años, Cenicaña ha apoyado la evaluación integral y la optimización de sistemas de cogeneración en ingenios, centrándose en la eficiencia y uso racional de combustibles, especialmente bagazo, en las calderas.

La más reciente actualización de la norma Power Test Code 4.1 (PTC 4.1), establecida por American Society of Mechanical Engineers (Asme) introdujo cambios significativos que Cenicaña adoptó para sus protocolos de evaluación integral y la optimización de sistemas de cogeneración en los ingenios.

El nuevo protocolo de evaluación incorporó analizadores de gases, medidores de flujo de gases y cámaras termográficas para las mediciones en campo y la construcción de un laboratorio de biocombustibles para análisis de muestras con metodologías actualizadas para su caracterización. El primer caso de estudio comparativo en una caldera bagacera tradicional de baja presión demostró una diferencia en la eficiencia de hasta 3 unidades porcentuales al comparar ambas metodologías de evaluación. Figura 66.



0.8%

Equipos CCA

El nuevo protocolo permitió identificar impactos antes no cuantificados como la ruptura de tubos en calentadores de aire, mal estado del aislamiento e infiltraciones en los ductos de gases.

En respuesta a estos hallazgos, el ingenio del estudio implementó un plan de mantenimiento en la caldera: sustitución paulatina de los tubos del calentador, revisión de los sellos del hogar de la caldera, ductos y sistemas de limpieza de gases. Se proyecta evaluar la caldera para cuantificar el beneficio de estos ajustes.

Análisis comparativo en caldera bagacera de la metodología de evaluación de eficiencia de calderas.

# Alternativas tecnológicas para incrementar eficiencia energética

Con el propósito de apoyar los procesos de transformación tecnológica de los ingenios para la producción eficiente de azúcar, etanol y energía eléctrica, Cenicaña continuó caracterizando nuevas tecnologías.

En el ámbito de la eficiencia energética, el área de calentamiento de jugo utiliza principalmente intercambiadores de calor de tubos y coraza por su robustez y facilidad de limpieza, mientras que los intercambiadores de calor de placas ofrecen una alternativa de diseño compacto y mayor eficiencia en la transferencia de calor.

	Tecnología			
Indicador de desempeño	Intercambiador de calor de placas	Intercambiador de calor de tubos y coraza		
HTC (W°C <sup>-1</sup> m <sup>-2</sup> )	2,487	1,055		
Delta T (°C)	2.3	7.1		

Ta

Tabla 9. Comparación de desempeño de intercambiadores de calor de placas y tubos.

Un estudio de Cenicaña en un ingenio piloto demostró que el calentador de placas tiene un Coeficiente de Transferencia de Calor (HTC) 1.3 veces mayor que el tubular y una menor diferencia de temperatura (Delta T), optimizando el uso de vapores de baja temperatura y favoreciendo la cogeneración. Tabla 9.

De otro lado, el sistema experimental de calentamiento se implementó en diferentes ingenios y demostró su utilidad en la investigación de estrategias de control y en el manejo de la variabilidad de la calidad de las materias primas. El sistema, altamente instrumentado para el monitoreo y control de variables de proceso, opera en paralelo con el proceso productivo del ingenio, permitiendo evaluar las condiciones de limpieza adecuadas en función de las condiciones operativas específicas de cada ingenio.





Herramienta para sintonización de controladores en fábricas

Para avanzar hacia la automatización de procesos en las fábricas de la agroindustria Cenicaña desarrolló un software para simplificar y mejorar la sintonización de controladores PID, labor que hoy se realiza de manera manual, basada en la pericia del ingeniero de control y que puede tomar entre 1 a 4 horas. Figura 67.

Durante la validación de la herramienta se alcanzaron valores similares de sintonización en 20 minutos. Actualmente la herramienta continúa en proceso de validación y mejora continua. A medida que se recopilen más datos de otros procesos, los resultados operativos y sobre todo la retroalimentación del personal alimentarán el ciclo de mejora continua, garantizando que la herramienta evolucione para optimizar aún más cada uno de los procesos.

p.A. Tyasistencia programa técnica

Ingenia - San Carlas

Ingenio Carmelita 04



# acompañamiento y adopción

Contribuir a la sostenibilidad de cada ingenio y cultivador, con énfasis en su productividad, guiándolos en procesos de innovación y suministrándoles de manera oportuna y efectiva las tecnologías de manejo del cultivo, cosecha y fábrica.

Azucari



# **†**integra

Actualmente, el Programa cuenta con

279 cultivadores

519 unidades productivas

**49,488** hectáreas

# Programa Integra: en crecimiento

En el 2023 se vincularon al Programa Integra 131 cultivadores, con 252 unidades productivas, que suman 18,855 hectáreas. Actualmente, el Programa cuenta con 279 cultivadores, 519 unidades productivas y 49,488 hectáreas.

Un total de 295 unidades productivas (31,123 hectáreas) han diligenciado la Guía de Caña Sostenible y los temas de manejo de cultivo con mayor adopción corresponden a sanidad vegetal y conservación y mejoramiento del suelo, con un cumplimiento de más del 84% de los indicadores evaluados.





### Entre las acciones implementadas por los cultivadores vinculados al Programa sobresalen:

- Cálculo de la huella de carbono.
- Identificación de las fuentes de emisiones de GEI.
- Instalación de pluviómetros.
- Estimación de la cantidad de agua necesaria para el riego.
- Renovación de acuerdo con el enfoque de Agricultura específica por sitio.
- Diversificación varietal.
- Actualización de los análisis de suelos para la toma de decisiones de la aplicación de fertilizantes.
- Adecuado almacenamiento y disposición final de los envases vacíos de agroquímicos.

Así mismo, ha sido posible identificar los retos de adopción en el pilar agroambiental, observando en el 73% de las unidades productivas caracterizadas hay un potencial de adopción del tema de huella de carbono, 57% en el manejo integrado de los residuos, 40% en fertilización, 38% en el fortalecimiento de la biodiversidad y 31% en el uso eficiente del recurso hídrico. En cuanto al pilar social, los principales retos se encuentran en seguridad en el uso de los agroquímicos (38%), evaluación de los riesgos y accidentes de trabajo (31%) y en la interacción con la comunidad (31%).



El Programa Integra es una iniciativa sectorial, liderada por Cenicaña para acompañar a los cultivadores de caña de azúcar en el proceso de adopción de prácticas y tecnologías más sostenibles, promoviendo la conservación del medio ambiente, el fortalecimiento del tejido social y el progreso económico.







# Círculo de agricultores innovadores

Con el objetivo de incrementar la velocidad de adopción de las diferentes tecnologías se generan espacios de diálogo e intercambio de experiencias en las fincas de los cultivadores. En el 2023 se realizaron 3 días de campo en las zonas norte, centro y sur del valle del río Cauca y se identificaron las haciendas que han implementado prácticas o tecnologías compartidas por los agricultores durante los años 2022 -2023:

### Días de campo

- Hacienda La Barca zona norte (julio):
   utilización de biofertilizantes para mejorar la productividad
   y condiciones de los suelos. El anfitrión expuso el uso con tinuo de cepas de microorganismos, que les ha permitido
   identificar beneficios adicionales a la nutrición, como el
   aumento de la resistencia del cultivo a cambios drásticos
   de clima, mayor germinación, mejor desarrollo del cultivo
   y menor control de arvenses dentro del cultivo.
- Hacienda La Merced zona centro (agosto):
   la hacienda presentó su estrategia para aumentar la productividad con base a la ubicación de las variedades CC. Con el apoyo de Cenicaña, la hacienda estableció una zona piloto para conocer el comportamiento de las variedades CC 05-430, CC 11-0132, CC 09-066 bajo sus condiciones, información que les permite tomar decisiones para la multiplicación.
- Agropecuaria Pichucho S.A.S.- zona centro y sur (septiembre): prácticas agronómicas con enfoque de AEPS. Labores con tecnologías de agricultura de precisión, tecnologías de riego y metodologías de renovación.



### Prácticas o tecnologías en implementación 2022 - 2023

- Manejo eficiente del recurso hídrico: implementación del balance hídrico, instalación de sensores de potencial mátrico y entrenamiento del personal en control administrativo del riego y sensores (6 unidades productivas)., adopción de riego mixto -surcos convencional más mangueras-(2 unidades productivas), instalación de pozos de observación del nivel freático (4 fincas).
- Agricultura de precisión: implementación de mapas de productividad (10 haciendas), lo cual les permite identificar las zonas de alta, media y baja producción dentro de una suerte.

## Galería de fotos

### Círculo de agricultores innovadores

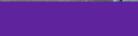
### 

- Fotos 1 y 2: Hacienda Pichucho, en Candelaria.
- Fotos 3 y 4: Laboratorio de microorganismos en la hacienda El Indio, en Cartago.
- Fotos 5: Hacienda La Merced, en El Cerrito.

















# Apoyo en decisiones de renovación varietal

Cenicaña capacita a los productores y a los asistentes técnicos del sector en el uso de herramientas que facilitan la toma de decisiones en el proceso de renovación. De esta manera, se promueve la correcta ubicación y el adecuado manejo agronómico de las variedades CC para optimizar su productividad. En 2023, se realizaron tres eventos en los que participaron 175 productores y personal técnico de los ingenios Castilla, La Cabaña, Manuelita e Incauca.

Un seguimiento a la productividad de 308 ha que Cenicaña acompañó en su proceso de renovación varietal entre 2019 y 2020, mostró un aumento de productividad de 59%, al pasar de 97.7 TCH a 155.3 TCH. También se capacitaron a nuevos profesionales del sector en el ejercicio de selección de la variedad con enfoque Aeps y se hizo acompañamiento para la renovación de 342 ha.

El acompañamiento realizado a 13 haciendas consistió en capacitación en las soluciones Geoportal y curvas de isoproductividad y visitas en campo para verificar la zona agroecológica de las suertes.



# Diagnóstico de factores que afectan la productividad

En el 2023 Cenicaña continuó capacitando a los profesionales de los ingenios en la metodología de diagnósticos y el uso de la herramienta digital para la recopilación de la información; también siguió haciendo acompañamiento a la realización de éstos y apoyó en el análisis de los resultados para la formulación de los planes de mejoramiento. Tabla 10 y figura 68.

Número de predios y el área por ingenio en donde

se realizaron diagnósticos de los factores que afectan la productividad durante el 2023

Ingenio	Número predios	Área (ha)	
Incauca	315	26.271	
Providencia	106	13.250	
Pichichí	93	4.851	
La Cabaña	39	3.670	
Castilla	12	1.425	
Risaralda	8	1.336	
Carmelita	5	536	
Sancarlos	1	172	
Total	579	51.510	

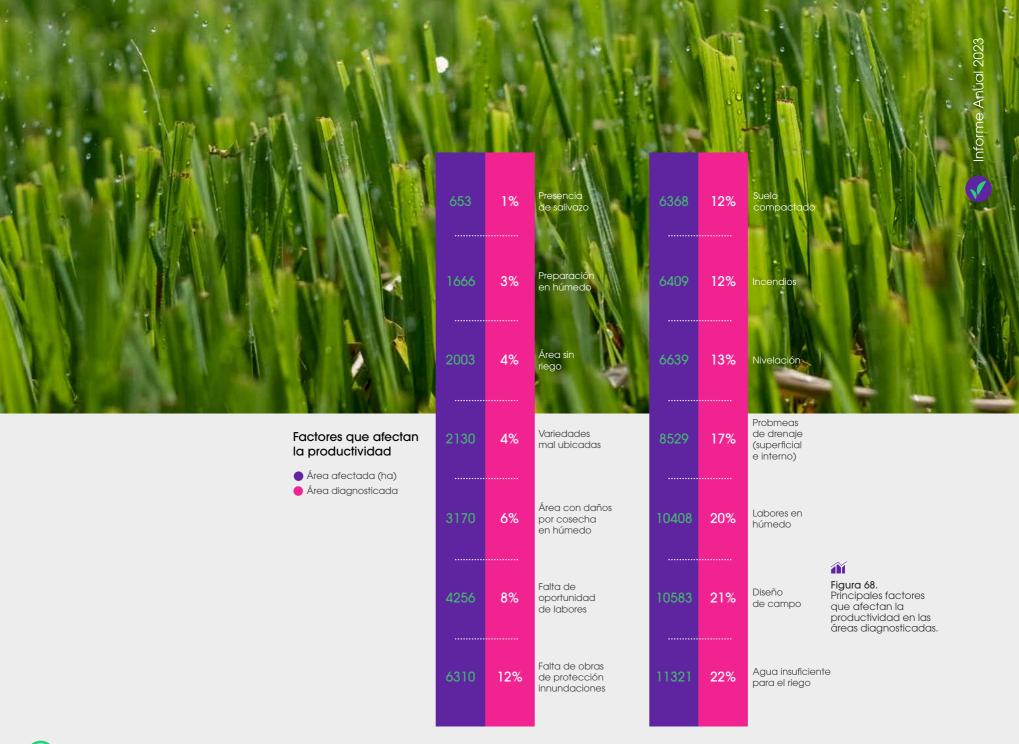




Tabla 11.
Capacitaciones impartidas por el SCTT en 2023.

# Plan de capacitaciones 2023

En el año 2023 se realizaron 81 eventos de capacitación, a los cuales asistieron 2522 usuarios potenciales de las principales tecnologías. **Tabla 11**.

Tecnología	Eventos	Participantes		
Efectos del clima en la productividad	3	288		
Manejo de aguas	32	471		
Fertilización y AEPS	4	267		
Prácticas mitigación ola invernal /BPA	4	212		
Manejo integrado de arvenses	8	181		
Mecanización agrícola	5	158		
Maduración y aplicaciones con dron	3	139		
Cálidad de cosecha mecánica	5	247		
Manejo del cultivo caña	2	36		
Manejo integrado de plagas (salivazo y barrenadores)	8	269		
Reconocimiento de variedades	3	120		
Renovación varietal	1	55		
Reconocimiento y manejo de enfermedades	1	26		

## Galería de fotos

### Plan de capacitaciones 2023



- Foto 1: Práctica calibración equipos para control de malezas.
- Foto 2: Jornada de capacitación en mecanización y labores de APS.
- Foto 3: Actividad de calidad de cosecha mecanizada.
- Foto 4: capacitación en calidad de las aplicaciones aéreas con dron.
- Foto 5: GTT de malezas con proveedores del ingenio Pichichí.
- Foto 6: Capacitación sobre manejo de salivazo.















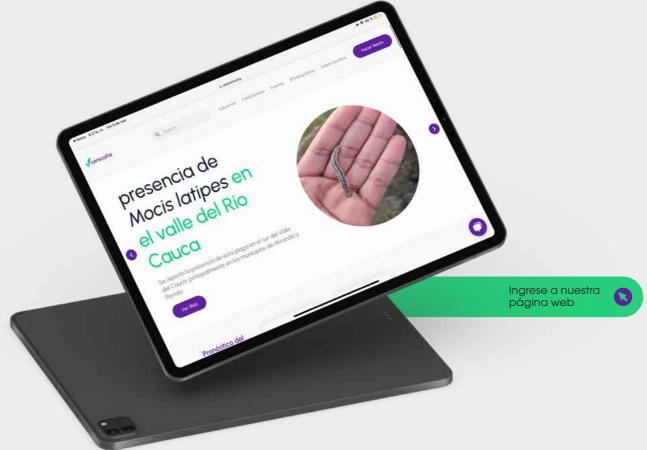
Con el objetivo de identificar y priorizar las oportunidades en el proceso de siembra mecanizada y semi - mecanizada, se realizó un taller en el que participaron 80 profesionales de diez ingenios.



El plan de capacitación en el 2023, que incluyó actividades del Programa de Asistencia Técnica (PAT) y GTT focalizados, hizo énfasis en diferentes temáticas:

- Sanidad del cultivo: monitoreo y manejo de salivazo para proveedores, especialmente de la zona sur del valle del río Cauca. También se reforzó en manejo de barrenadores y corredores biológicos y su beneficio en el cultivo de la caña de azúcar.
- Nutrición y fertilización: manejo de suelos, desde la conservación y recuperación con microorganismos, hasta la nutrición del cultivo con fuentes convencionales. Análisis de suelos, análisis foliares y curvas de extracción para el diseño y formulación de los planes de fertilización ajustados a la variedad y a las condiciones de suelo.
- Maduración: maduración en nuevas variedades, aplicación de maduradores con drones y normatividad vigente.

- Manejo de arvenses: manejo integrado y control químico de arvenses, propiedades de los herbicidas, periodos de interferencia, diagnóstico en campo de la población de arvenses, la calibración de equipos mecanizados (Jacto) y la evaluación posterior al control.
- Labores mecanizadas, cosecha y diseño de campo: labores mecanizadas para adecuación, preparación y siembra y labores postcosecha, despaje 0x0 y roturación, siembra mecánica, calidad de corte y el diseño de campo para la cosecha mecánica.
- Clima y productividad: efecto del clima en la productividad del sector. Se realizó un seminario sobre el fenómeno El Niño, que incluyó recomendaciones de prácticas agronómicas en épocas de sequía, para minimizar los impactos en la productividad.



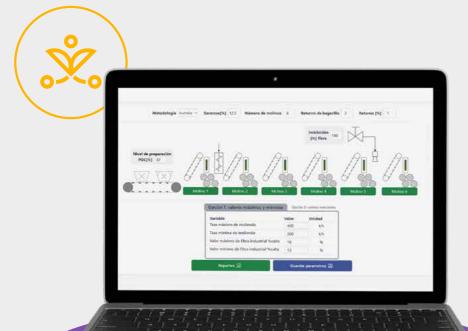
# Sistema de información en web

Con la renovación de la imagen institucional de Cenicaña, se dispuso un nuevo sitio web orientado a brindar soluciones para la agroindustria.

En www.cenicana.org los usuarios también encuentran recursos de información y publicaciones técnicas de apoyo.

Las actividades de transferencia de tecnología también incluyeron eventos informativos y de capacitación en modalidad virtual, disponibles para consultas posteriores en los canales digitales.





# Actualización de la solución Cenimol

En 2023 se actualizó a un formato web la solución Cenimol para el cálculo de ajustes de molinos y se brindó soporte a las áreas de molinos de las fábricas de la agroindustria para mejorar los procesos de extracción de sacarosa.



CeniMol

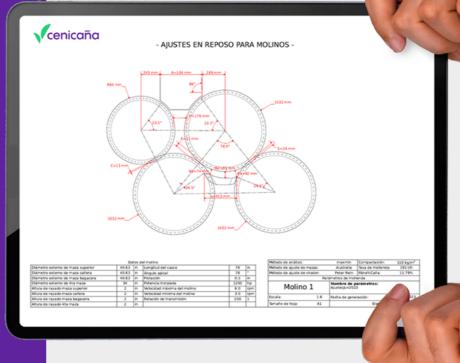
Conozca la actualización de Cenimol\*



\*Para ingresar debe tener usuario y contraseña en nuestra web.

#### Novedades en la actualización:

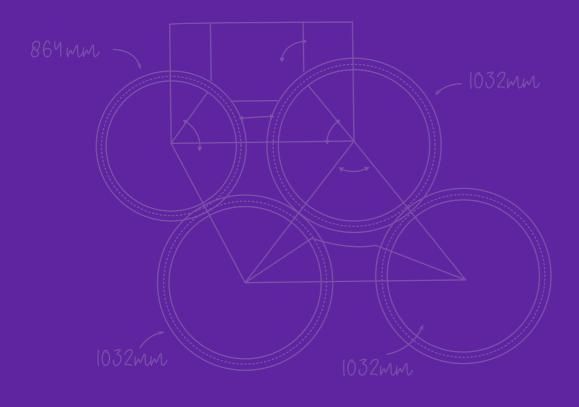
- Almacenamiento de los parámetros para el cálculo de ajustes, con la posibilidad de realizar comparativos bajo diferentes condiciones de molienda.
- Permite calcular ajustes para enfrentar escenarios de baja y alta molienda.
- Cálculo y ploteo en plano de los ajustes para cada molino específico. Figura 5.
- Cálculo y ajuste optimizado del virador de cada molino.
- Simulación del proceso de extracción con datos detallados y estimaciones de los consumos de energía.





Con el direccionamiento de Reddi se realizó un taller sobre nivel de madurez tecnológica para fortalecer el portafolio tecnológico de Cenicaña para la agroindustria.

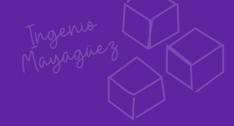




tallos

-> Kisaralda

05



# diversificación

Contribuir a la sostenibilidad del sector agroindustrial de la caña de azúcar reduciendo el tiempo de desarrollo de nuevos productos y servicios y la incertidumbre por la introducción a nuevos mercados y ampliando el portafolio de productos y servicios de alto valor agregado.



# Avances en la inyección de bioetanol en motores turbodiésel

En búsqueda de disminuir la utilización de combustibles fósiles en la cadena productiva de la caña, se encontró una alternativa para utilizar bioetanol de caña en motores turbodiésel por medio de la inyección de bioetanol. Ésta tiene como objetivo enfriar el aire antes de ingresar a la cámara de combustión, incrementando la disponibilidad de oxígeno en la mezcla aire-combustible lo que mejora la combustión.

Carlab es una iniciativa de Cenicaña y consiste en un vehículo con motor turbodiésel al cuál se le adaptó un kit de inyección comercial de bioetanol, recorriendo a la fecha 60,000 km sin inconvenientes. Posteriormente, el kit se instaló en una camioneta modelo 2023 y se demostraron los beneficios del bioetanol en motores similares. En las pruebas especializadas, se observó una reducción del 54.5% en la opacidad de los gases, un aumento del 20% en la potencia y un 10% en el torque del motor, junto con una disminución del 6.4% en el consumo de combustible.

El éxito de las pruebas realizadas en Carlab condujo a la implementación del kit en tractocamiones y cosechadoras de la agroindustria. En pruebas con tractocamiones, se notó un aumento de potencia entre el 16% y 18.5%, con una reducción promedio del 7.8% en el consumo de diésel y una disminución del 14% en las emisiones de gases de efecto invernadero. Esto representa una reducción de costos operativos del 4.6% en el transporte de caña. Adicionalmente, en pruebas con cosechadoras, se registró una reducción del 7% al 10% en el consumo total de combustible y una disminución del 18% en las emisiones de gases de efecto invernadero durante la cosecha, lo que se traduce en una reducción de costos operativos del 2%.

Actualmente, está en curso la implementación de esta tecnología en cuatro cosechadoras de dos ingenios y siete tractocamiones de tres ingenios.





# Biogás y su impacto sobre las emisiones de gases de efecto invernadero

Algunos de los subproductos del proceso de aprovechamiento de la caña, como la cachaza y la vinaza, tienen el potencial de generar biogás a partir de la digestión anaerobia. El biogás está compuesto principalmente de metano (50 – 65%) y dióxido de carbono (35 - 50%), además de una fracción de monóxido de carbono y ácido sulfhídrico. Este producto, siendo un biocombustible, tiene el potencial de mitigar las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), debido a sus bajas emisiones por unidad energética, comparado con los combustibles fósiles y algunos combustibles renovables. **Tabla 12**.

Una de las alternativas para el aprovechamiento del biogás es llevarlo directamente a las calderas instaladas en el sector y utilizarlo para reducir el consumo de carbón o bagazo. Considerando las emisiones de GEI por GJ de energía contenida en los combustibles, el biogás tiene el potencial de mitigar más del 99% de las emisiones del carbón y alrededor del 97% de las emisiones del bagazo.

Por otro lado, es posible utilizar el biogás para la generación de energía eléctrica en motogeneradores especiales. Para este fin, es necesario remover la humedad y el ácido sulfhídrico del biogás para evitar problemas de corrosión en los equipos. Las emisiones asociadas a la combustión del biogás en la generación de energía eléctrica son aproximadamente 0.001 kg CO2eq/kWh, mientras que el factor de emisión de la Red Nacional en 2022 fue de 0.11 kg CO<sub>2eq</sub>/kWh.

Combustible	kg CO <sub>2eq</sub> /GJ	
Carbón	88.58	
Diesel	73.47	
Gasolina	67.03	
Gas natural	55.60	
Bagazo/RAC	1.90	
Bioetanol	0.25	
Biogás	0.05	

Tabla 12.
Emisiones de GEI de diferentes combustibles y biocombustibles.

Finalmente, luego de remover la humedad y el ácido sulfhídrico, el biogás puede someterse a un proceso de remoción del dióxido de carbono para alcanzar la calidad de biometano, el cual puede ser un reemplazo directo del gas natural. Uno de los usos para el biometano es como combustible para la flota de transporte de caña. Las emisiones de GEI de la flota tradicional de tractocamiones a diésel rondan alrededor de los 3.1 kg  $\rm CO_{2eq}$ /km; si se utilizaran vehículos a gas natural, las emisiones podrían llegar a 2.2 kg  $\rm CO_{2eq}$ /km, reduciendo alrededor del 30 % de estas. Sin embargo, si se utilizara biometano como combustible, las emisiones serían de aproximadamente 0.002 kg  $\rm CO_{2eq}$ /km, reduciéndose más de un 99%.

El biogás se proyecta como una de las alternativas promisorias para la diversificación del portafolio de productos del sector. Este contribuiría a incrementar la circularidad del proceso productivo y es una alternativa que favorece la transición energética y la mitigación de emisiones requerida a nivel nacional e internacional.



Cenicaña participó en el programa Pactos por la Innovación, auspiciado por Minciencias y operado con la Cámara de Comercio de Cali, con el reto: Residuos mixtos: ¿cómo podríamos aprovechar los residuos mixtos del departamento del Valle del Cauca para generar combinaciones de biomasas que maximicen el poder calorífico?















# Galería de fotos

Primer Foro Mitigación y compensación de emisiones en el sector agroindustrial de la caña



## Pellets de biomasa: estudio integral de Cenicaña

En el 2023 Cenicaña continuó con la caracterización del proceso de peletizado de biomasa, con el que se busca parametrizar el proceso para asegurar una producción eficiente y uniforme. Esto es esencial para la toma de decisiones sobre el proceso industrial, garantizando calidad, eficiencia y uniformidad en la producción.

Se evaluó a escala piloto la producción de pellets de residuos agrícolas de cosecha (RAC), bagazo y bagacillo (Figura 69), las cuales son biomasas con un potencial aprovechamiento en esta línea. Los resultados de 50 experimentos llevados a cabo en el equipo piloto de Cenicaña permitieron validar los rangos de humedad, tamaño de partícula, temperatura y adición de aglomerantes sugeridos por fabricantes y la literatura para realizar una peletización adecuada. El rango de humedad inicial de la biomasa debe mantenerse entre un 13-17%, el tamaño de partícula menor a 12 mm, la temperatura de dado de 100-120°C y la adición de aglutinantes entre un 3-10%.

En la **Tabla 13**, se presenta la densidad a granel, durabilidad mecánica y el contenido de cenizas de los pellets fabricados en el equipo piloto de Cenicaña para las diferentes biomasas, los cuales llegan a cumplir los estándares comerciales establecidos por la norma ISO 17225-6, para su comercialización como pellets de biomasa no leñosa.

Cenicaña realizó el Primer Foro de Mitigación y compensación de emisiones en el sector agroindustrial de la caña en noviembre del 2023.





Figura 69.
Pellets de a. RAC,
b. bagazo
y c. bagacillo.

Biomasa	Densidad a Granel (kg/m³)	Durabilidad Mecánica (%)	Cenizas (%)
Bagacillo	617.1	87.6	14 - 25
RAC	568.3	95.0	12 - 20
Bagazo	634.0	97.0	6 - 13

Tabla 13.
Propiedades Pellets de Biomasa Fabricados.



Actualmente Cenicaña Ileva a cabo una evaluación de la viabilidad económica del proceso de peletizado, con el objetivo de determinar su rentabilidad y así explorar el potencial del mercado para los pellets producidos.



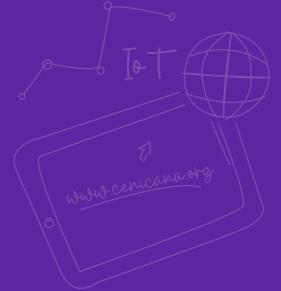
### Desarrollo de un bioproceso para la obtención de xilitol

Según el departamento de energía de Estados Unidos, uno de los compuestos más prometedores obtenidos a partir de biomasa es el xilitol, que es utilizado en industrias como la farmacéutica, cosmética y nutrición (Queiroz, 2022). El sector agroindustrial de la caña de azúcar produce diferentes biomasas lignocelulósicas (RAC, bagazo y bagacillo) que, debido a su composición presentan potencial para ser utilizados en un modelo de biorefinería, produciendo diferentes compuestos químicos, entre ellos el xilitol.

En el 2023 Cenicaña diseñó un bioproceso para la obtención de xilitol a partir de estos residuos lignocelulósicos a través de fermentación. El primer paso fue el aislamiento de un microorganismo proveniente de jarabes de xilosa, obtenidos a partir de residuos lignocelulósicos. Con esta información, actualmente se está construyendo el balance de masa de proceso completo de producción de xilitol para la evaluación de viabilidad económica.







O6 Colegios Unision social del

conocimiento

Contribuir a la sostenibilidad y al bienestar de la región y del país, con énfasis en el desarrollo social, económico y ambiental, y fortalecer las relaciones entre el sector agroindustrial de la caña de azúcar y las comunidades ampliando las dinámicas del uso del conocimiento y transformando los diálogos ciudadanos a través del intercambio de diferentes saberes con todos los actores.





## Alianza social con el proyecto Gotas

En marco del proyecto Gotas se concretó una alianza con el centro de desarrollo social comunitario Cedesca, que emplea a jóvenes entre 18 y 25 años del corregimiento de San Antonio de los Caballeros.

Actualmente la alianza vincula a jóvenes en el armado de los pluviómetros con los que se empezó a implementar la red de monitoreo en las cuencas de los ríos Fraile, Palo y Amaime.

# Galería de fotos

Alianza social con el proyecto Gotas



• Fotos 1 a 6: Equipo de la Fundación Cedesca recibiendo capacitación en montaje de pluviómetros.

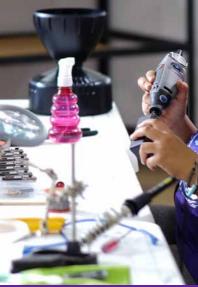
















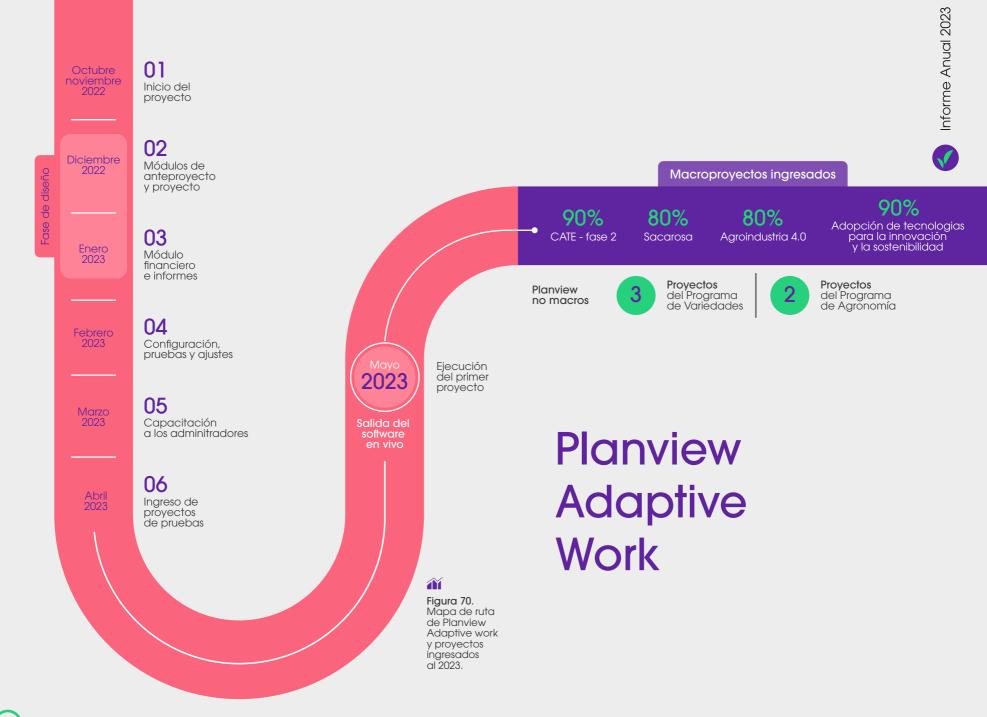
# Apoyo para la gestión de proyectos

Para apoyar los procesos de formulación y gestión de proyectos, Cenicaña empleó la metodología de marco lógico a través de las herramientas C-Innova Digital y Planview Adaptive Work.

C-Innova digital es el repositorio institucional que comprende la información del sistema de proyectos, el banco de imágenes y documentación interna de cada programa o servicio. En el 2023 se realizó la migración de la información a la versión 7X, lo que permite un diseño más limpio y se facilita la búsqueda de información. Planview Adaptive Work permite realizar todo el flujo de formulación, aprobación, seguimiento y cierre de proyectos en el marco de trabajo PMI.

En 2023 inició la migración de C-Innova digital a Planview para realizar seguimiento a los cuatro macroproyectos y a los proyectos nuevos a partir de 2023. Al cierre del año 27 de los 95 proyectos estaban en el nuevo sistema y se espera culminar su implementación en octubre de 2024. **Figura 70**.



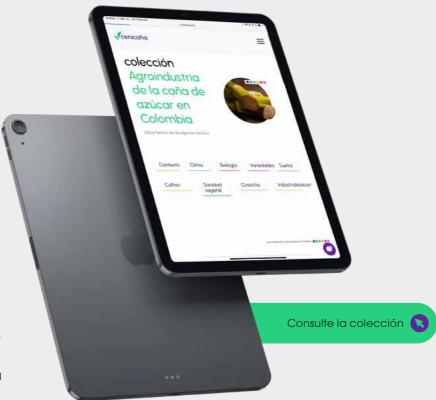




En el 2023 se atendieron cerca de 600 visitantes, en más de 40 visitas de colegios y universidades de todo el país.

# Colecciones y otros materiales

- El proyecto editorial Colección de la Agroindustria de la caña de azúcar en Colombia, que compila el conocimiento de la agroindustria de la caña en el valle del río Cauca, se dispuso en web con 13 documentos de divulgación técnica. La colección se publicó en www.cenicana.org en formato PDF y FlipBook, junto con referencias y material complementario audiovisual.
- Videos ilustrativos de la instalación y desinstalación de estaciones de potencial mátrico y el manejo adecuado de campos con presencia de carbón.
   Este último video acompaña a un plegable ilustrativo sobre la detección de síntomas de carbón en caña de azúcar.



En apoyo a la alianza ÓMICAS, Optimización Multiescala In-silico de Cultivos Agrícolas Sostenibles, foco estratégico de Alimentos en Colombia, se publicaron en formato digital dos artículos sobre emisión de óxido nitroso (N2O) en el cultivo de la caña de azúcar: Emisión de óxido nitroso (N2O) en el cultivo de la caña de azúcar: La variedad cultivada es clave para reducir la huella de N2O y Emisión de óxido nitroso (N2O) en el cultivo de la caña de azúcar: La dosis de fertilizante como factor determinante.







# Convenios suscritos en el 2023

#### Plasma Waters

8 de mayo de 2023 Tecnología que produce aguas plasma.

#### Escuela Militar De Aviación Marco Fidel Suárez

29 de julio de 2023

Promoción conjunta de proyectos académicos, de investigación, extensión, proyección comunitaria, cultural, ambiental, científico y tecnológico.

#### Florida Sugar Cane League

Septiembre 20 de 2023

Memorando de acuerdo mediante el cual se brinda apoyo financiero para ser utilizado por chacra para apoyar la investigación del proyecto 'Validación del gen candidato para el gen de resistencia marrón Bru1, a través de la eliminación de genes mediada por CRISPR'.

#### Chacra Experimental Agricola Santa Rosa

Septiembre 8 de 2023

Memorando de acuerdo mediante el cual se brinda apoyo financiero para ser utilizado por chacra para apoyar la investigación del proyecto 'Validación del gen candidato para el gen de resistencia marrón Bru1, a través de la eliminación de genes mediada por CRISPR.'



#### Vsi - Vasantdada Sugar Institute

Septiembre 20 de 2023

Memorando de acuerdo mediante el cual se brinda apoyo financiero para ser utilizado por chacra para apoyar la investigación del proyecto 'Validación del gen candidato para el gen de resistencia marrón Bru1, a través de la eliminación de genes mediada por CRISPR'.

#### Wicscbs- West Indies Central Sugar Cane Breeding

Septiembre 20 de 2023

Memorando de acuerdo mediante el cual se brinda apoyo financiero para ser utilizado por chacra para apoyar la investigación del proyecto 'Validación del gen candidato para el gen de resistencia marrón Bru1, a través de la eliminación de genes mediada por CRISPR'.

#### **National Audobon Society**

Agosto 1 de 2023

Promover la cooperación y asistencia mutua, buscando a través de actividades de investigación y transferencia de conocimiento que el sector agroindustrial de la caña de azúcar en el valle del río Cauca sea más sostenible.

#### Ciat -Centro De Agricultura Tropical

1 diciembre de 2023

Cooperación técnica e institucional a largo plazo buscando el desarrollo e impacto en los sistemas agroalimentarios.

#### American Sugar Cane League

agosto 28 de 20023

Proyecto 'Genome asembly of brown (puccinia melanocephala) orange (puccinia kuehnii), and tawny (macruropyxis fulva) sugarcane rust pathogens'.

#### **CIRAD**

septiembre 20 de 2023

Proyecto 'Genome asembly of brown (puccinia melanocephala) orange (puccinia kuehnii), and tawny (macruropyxis fulva) sugarcane rust pathogens'.

#### Univalle (renovación convenio marco)

Octubre 2 de 2023

Establecer bases para una cooperación recíproca orientada a la promoción conjunta de proyectos e intereses conjuntos en los campos académicos, de investigación, extensión, proyección comunitaria, cultural y científico.

#### CVC y Asocaña

Diciembre 20 de 2023

Acuerdo de voluntades para fortalecer el seguimiento y control en la producción de vinaza y la aplicación de sus subproductos en el departamento del Valle del Cauca.



# Colombia Agropecuaria y sostenible

Finalizando el 2023 inició la ejecución presupuestal del proyecto denominado Colombia Agropecuaria Sostenible (Iniciativas climáticamente inteligentes para la adaptación al cambio climático y la sostenibilidad en sistemas productivos agropecuarios priorizados en Colombia, Csicap, por sus siglas en inglés), al cual se unió Cenicaña en 2022 como parte de la alianza que busca reducir la vulnerabilidad de la producción agrícola del país ante las amenazas del cambio climático y así minimizar sus impactos en la competitividad del sector.



Colombia Agropecuaria Sostenible, liderado por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural e implementado por la Alianza Bioversity International y CIAT beneficiará a cerca de medio millón de productores rurales de caña de azúcar de 22 departamentos.

#### Cenicaña está participando con 3 soluciones:

- Variedades de caña con mayor resiliencia y capacidad de adaptación a diferentes condiciones climáticas.
- Caracterización de parentales elites en condiciones de estreses abióticos e identificación de fuentes de tolerancia a través de técnicas convencionales y moleculares.
- Multiplicación por un sistema de multiplicación masiva de semilla libre de patógenos por medio de métodos in vitro y por yemas individuales de genotipos seleccionados.

## Galería de fotos

Momentos de visitas y actividades conjuntas con aliados



- Foto 1: Escuela Militar de Aviación Marco Fidel Suárez.
- Fotos 2 y 3: Seminario Internacional Agroindustria
   An
- Fotos 4 y 5: Visita de la Fundación de la Sociedad Portuaria de Buenaventura.







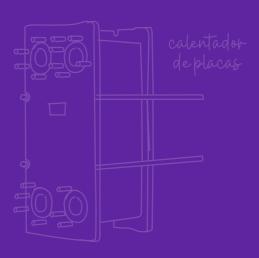






07

Cenicaña







# cenicaña

## Renovación de imagen institucional

A partir del 7 septiembre de 2023, Cenicaña adoptó una nueva imagen institucional. Para el evento de lanzamiento tanto empleados, como directivos, empresarios y aliados se unieron en una jornada que incluyó a Jon Black, experto en tendencias para hablar sobre soluciones a través de la creatividad y la innovación y el diseño de futuros, una feria de Compromiso Rural y una vista tecnológica de la región y de su proyección como agroindustrias 4.0 con una experiencia de realidad virtual.

A partir del lanzamiento, inició la renovación paulatina de canales de comunicación, espacios, productos y servicios con la nueva imagen institucional. Asimismo, se realizó una campaña de comunicación destinada a la apropiación del sistema de marca.













# Galería de fotos

Momentos momentos del lanzamiento de la nueva imagen























#### Cenicaña en redes sociales

En el 2022, llegamos a 31.465 seguidores con un total de 970.256 vistas.

Para el 2023 llegamos a 39.919 seguidores con 2.472.564 vistas.

Cenicaña siguió explorando otros canales y formatos de divulgación para ampliar el alcance de sus acciones y el posicionamiento de su imagen, como experiencias de realidad virtual y participación en ferias, entre otros.



20.000 Interacciones

3.200 Clics en enlaces

Y.OUU Seguidores

Visite nuestro Instagram

1.087.870 Alcance total



10.100 Interacciones 118 Clics en enlaces 5.400 Seguidores Alcance total

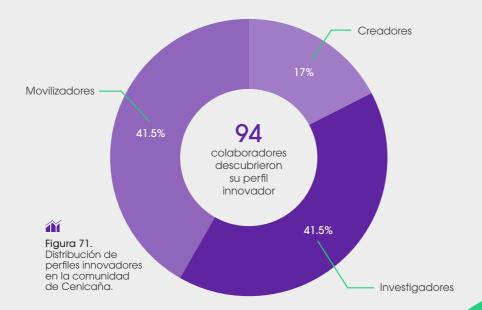




# Procesos de innovación y cultura organizacional

En el 2023 Cenicaña inició un camino hacia la sistematización de los procesos de innovación con un foco sistémico de la innovación en la cultura organizacional.

Crear un ecosistema interno y externo para impulsar una estrategia ¿Qué? de innovación y gestión del conocimiento. Objetivo Lograr un enfoque sistémico de la innovación en Cenicaña Con etrategías y actividades de innovación. • Relacionamiento ¿Cómo? con el ecosistema. Mentalidad y cultura Comunidad de innovación. Con colaboradores de Cenicaña. ¿Con Profesionales del sector. auíen? Actores del ecosistema. Para incrementar las capacidades ¿Por qué? de innovación.



8

192 personas participaron en los talleres de innovación y 243 participaron en los talleres y espacios de cultura.

#### Como parte de este enfoque de trabajo, se conformaron dos comunidades de práctica:

- Comunidad de práctica de innovación: trabajó en la definición de modelos, perfiles de los colaboradores y focos de innovación para el 2024. Con la identificación de los perfiles de innovación de 94 colaboradores se espera conformar equipos con habilidades complementarias para la solución creativa de problemas. Figura 71.
- Comunidad de práctica de inteligencia artificial o Cen IA lideró un seminario interno y conferencias.

# comunidad innovación p



## Comunidad Inteligencia artificial







Figura 71.
Actividades de seguridad y salud en el trabajo y colaboradores beneficiados.

# Gestión de talento humano

En el 2023, con el acompañamiento de la agencia consultora Harmonice, Cenicaña avanzó en la definición de las políticas de compensación y salarios, evaluación de desempeño y de gestión humana con el propósito de seguir construyendo un ambiente que contribuya al desarrollo de los colaboradores y genere valor al Centro de Investigación.

También se definieron 29 manuales de perfil y funciones y se realizó un programa de liderazgo transformacional con 51 líderes, que incluyó competencias blandas de liderazgo, autoobservación, autonomía responsable, confianza, competencias conversacionales, inteligencia emocional y articulación de equipos que agregan valor. Figura 71.



## Revisión de pares internacionales

Entre el entre el 5 y 8 de junio de 2023 Cenicaña acogió a un grupo de expertos internaciones a quienes se les encomendó evaluar al Centro de Investigación, de acuerdo con las tendencias mundiales de las agroindustrias de caña de azúcar del mundo y en comparación con centros similares de otras latitudes.

El ejercicio realizado con los expertos internacionales dejó una serie de recomendaciones que permitirán mejorar los resultados del Centro de Investigación para la agroindustria de la caña y la región.

Esta revisión externa es la tercera evaluación internacional a la que Cenicaña se somete en sus 45 años de existencia. En 1998 fueron invitados Peter Jennings, William Burnquist, Don Heinz y NillsBerding para hacer una revisión al Programa de Variedades. En el 2012 se recibió la visita de Mike Cox, Richard Flavel, Abraham Singels, Benjamin Legendre y Alvaro Melendez para evaluar los tres programas de investigación de Cenicaña y el Servicio de Cooperación Técnica y Transferencia de Tecnología.

#### Grupo de revisores

- Brenda Ortiz: ingeniera agrícola de Univalle y doctora en Ingeniería Biológica y Agrícola. Actualmente se desempeña como profesora especialista en agricultura de precisión y extensión del Departamento de Cultivos, Suelo y Ciencias Ambientales de la Universidad de Auburn, Alabama, EE.UU.
- Ross Broadfoo: consultor para fábricas en India, China, Brasil, Indonesia, Colombia, Nicaragua, Guatemala y Ecuador. Entre 1971 y 2005 fue líder de Grupo de Procesos del Instituto de Investigación del Azúcar, Mackay, Queensland, Australia.
- Fernando Braz Tangerino Hernández: doctor en riego y drenaje, fue jefe del Departamento de Sanidad Vegetal, Ingeniería Rural y Suelos de la Universidad Estadual Paulista, Brasil, y tiene experiencia en el área de ingeniería agrícola, con énfasis en riego y drenaje.
- Frederik Botha: ha sido director Ejecutivo del Programa de Mejoramiento de Variedades en Sugar Research Australia, Director Ejecutivo del Instituto de Investigación de Caña de Azúcar de Sudáfrica y del Instituto de Biotecnología Vegetal en Stellenbosch, Sudáfrica, entre otros.



# Participación y reconocimientos

- Durante la reunión del Consorcio Internacional de Biotecnología en Caña de Azúcar (ICSB por sus siglas en inglés) que se realizó entre el 25 y 26 de febrero en Pune, India, se aprobó una propuesta presentada por Cenicaña para desarrollar el proyecto Ensamblaje del genoma de patógenos de la roya café, roya naranja y roya ocre.
- En el Congreso de ISCCT, que se realizó en Hyderabad, India, se designaron los nuevos miembros de las comisiones que conforman la Sociedad, entre los que figuran seis profesionales de Cenicaña: Freddy Fernando Garcés (Ejecutiva), Luis Fernando Chávez (Agronomía), John Jaime Riascos (Biología), Carolina Camargo (Entomología), Juan Gabriel Rodríguez (Fábrica) y David Palacios (Coproductos).
- En ese mismo congreso se anunció la asignación de Colombia como sede del XXXII Congreso de la Sociedad Internacional de Técnicos de la Caña de Azúcar (ISSCT, por sus siglas en inglés) para el 2025.
- Cenicaña fue elegida como 'Organización del Año' en el 'MasterCana Award 2023'.



# Infraestructura de la Estación experimental

Concluyó un plan de instalación de hidrantes en todos los lotes de la estación experimental y se proyecta instalar tubería de 10 pulgadas enterrada, para abastecer el lote en comodato y facilitar la labor de riego de 11 hectáreas. La distribución de tubería enterrada e hidrantes se puede observer en la figura 72.

Con la conducción de agua por tubería enterrada y la adopción de las recomendaciones en la Guía de Recomendaciones Técnicas, en promedio se utilizan 1050m³/ha para el riego por gravedad. Para disminuir los volúmenes de agua aplicados se empezó a utilizar equipos de riego por aspersión para germinación y primeros riegos de plantillas.

Se renovaron las cubiertas de uno de los cuartos de fotoperiodo por mantenimiento y para mejorar las condiciones de luminosidad y absorción de calor y se automatizó el sistema de riego por microaspersión en las terrazas de los invernaderos.





### V

# Galería de fotos

### Momentos de misiones internacionales



- Fotos 1 y 2: Congreso de ISCCT, en Hyderabad, India.
- Fotos 3 y 4: Reconocimiento Mastercana 2023.
- Fotos 5: Revisión de pares internacionales.











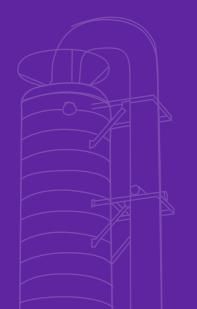
3 programas de investigación



GeoPortal







## Contenido

Productividad de variedades Cenicaña Colombia

Pág. 186

Servicio de diagnóstico de enfermedades

Pág. 190

Servicios de multiplicación y propagación de variedades

Pág. 192

Servicios de laboratorio

Pág. 195

Servicio de información y documentación

Pág. 196

Propiedad intelectual

Pág. 197

Capital humano

Pág. 198

Personal profesional

Pág. 199

Referencias

Pág. 205





# Productividad de variedades Cenicaña Colombia

Zona agroecológica	Variedad	Suertes	Area cosechada (h)	TCH	TAH	TCHM	TAHM	Rendimiento comercial (%)	Edad (m)	Corte
10H3	CC 01-1940	249	2206	92	9.9	7.4	0.79	10.7	12.8	5.7
	CC 85-92	185	1166	96	10.3	7.1	0.77	10.8	13.8	10.8
	CC 11-595	55	500	89	8.8	7.4	0.73	9.9	11.7	2.2
	CC 05-430	50	409	111	11.5	8.8	0.91	10.3	12.2	1.9
	CC 11-600	49	287	93	9.9	6.7	0.72	10.6	14.4	2.8
	CC 93-4418	29	211	90	9.5	7.0	0.75	10.6	13.1	9.4
	00011040	400	4/00		10 (	0.0	1.01	11.0	10.5	<b>5</b> (
	CC 01-1940	428	4609	114	12.6	9.2	1.01	11.0	12.5	5.6
	CC 05-430	318	3115	141	14.4	11.2	1.14	10.2	12.4	2.2
11H0	CC 85-92	247	2184	103	11.4	7.9	0.88	11.1	13.1	12.4
	CC 93-4418	75	749	109	12.0	9.1	1.00	11.0	12.1	9.6
11110	CC 09-066	55	520	142	14.7	11.4	1.17	10.3	12.1	1.9
	CC 01-1228	18	250	122	13.4	10.2	1.11	10.9	12.0	9.9
	CC 01-746	15	225	110	11.8	8.8	0.95	10.8	12.6	7.1
	CC 97-7170	20	202	110	11.7	9.1	0.97	10.7	12.2	6.2
	CC 01-1940	548	5352	108	11.6	8.7	0.94	10.8	12.5	5.8
	CC 05-430	418	3984	133	13.6	10.7	1.09	10.2	12.3	2.4
	CC 85-92	226	1740	101	11.1	8.1	0.89	11.0	12.6	12.0
	CC 93-4418	118	1144	108	11.7	8.8	0.96	10.9	12.3	8.9
11H1	CC 09-066	117	916	152	15.3	11.8	1.19	10.1	12.5	1.7
	CC 11-600	31	341	101	10.1	8.0	0.79	10.0	12.8	3.1
	CC 01-678	56	320	108	11.7	9.0	0.98	10.8	12.0	4.3
	CC 11-595	32	284	109	10.8	9.1	0.90	9.9	11.9	2.7
	CC 09-535	31	204	109	11.1	9.2	0.93	10.2	11.6	2.2

Zona agroecológica	Variedad	Suertes	Area cosechada (h)	TCH	TAH	TCHM	TAHM	Rendimiento comercial (%)	Edad (m)	Corte
	CC 01-1940	242	2039	87	9.2	7.2	0.76	10.5	12.2	6.1
	CC 05-430	176	1452	117	11.5	9.6	0.95	9.9	11.8	2.1
	CC 85-92	161	980	95	9.8	7.6	0.77	10.2	12.7	13.0
11H2	CC 93-4418	69	435	101	10.2	8.4	0.85	10.1	12.2	8.7
	CC 11-600	34	354	88	8.9	7.1	0.72	10.1	12.4	4.1
	CC 11-595	40	331	96	9.5	8.2	0.81	10.0	11.5	2.9
	CC 09-066	24	143	118	12.6	9.7	1.03	10.7	11.6	1.6
	CC 01-1940	473	2178	79	7.7	7.0	0.67	9.7	11.5	6.6
	CC 05-430	373	2161	115	10.9	9.8	0.92	9.5	11.5	2.0
11H3	CC 85-92	225	875	89	9.1	7.4	0.75	10.3	12.1	15.7
11110	CC 11-595	137	609	91	8.6	8.2	0.77	9.5	11.1	3.6
	CC 93-4418	101	468	85	8.2	7.7	0.74	9.7	11.0	9.4
	CC 11-600	67	325	85	8.3	7.3	0.71	9.8	11.7	4.0
	CC 01-1940	111	1230	108	11.7	8.8	0.95	10.8	12.4	5.9
	CC 05-430	64	607	138	14.4	11.2	1.17	10.5	12.2	2.7
15H1	CC 85-92	54	538	104	11.0	8.0	0.85	10.5	13.2	12.1
	CC 11-595	11	116	119	12.2	8.1	0.83	10.2	14.7	1.9
	CC 11-600	12	100	99	11.0	7.5	0.83	11.1	13.6	2.4
		- /-								
1H1	CC 01-1940	165	1667	97	10.6	7.6	0.83	11.0	13.0	5.4
	CC 85-92	109	668	94	10.4	6.9	0.77	11.1	14.1	10.2
	CC 05-430	61	657	112	12.4	8.5	0.93	11.0	13.0	1.6
	CC 11-600	29	219	81	8.9	5.9	0.64	10.9	14.1	2.4

Zona agroecológica	Variedad	Suertes	Area cosechada (h)	TCH	TAH	TCHM	TAHM	Rendimiento comercial (%)	Edad (m)	Corte
	CC 01-1940	257	2014	92	9.9	7.2	0.77	10.7	13.3	5.8
	CC 85-92	103	727	103	10.8	7.2	0.76	10.6	15.6	10.7
5H3	CC 11-600	70	558	93	9.8	6.0	0.63	10.5	16.7	1.9
	CC 11-595	34	318	94	9.8	7.7	0.81	10.5	11.8	1.5
	CC 05-430	21	143	91	9.5	6.5	0.68	10.4	14.6	1.9
	CC 01-1940	982	9956	113	12.4	9.0	0.99	11.0	12.6	5.6
	CC 05-430	459	4305	138	14.3	10.8	1.12	10.4	12.6	2.2
	CC 85-92	373	3384	99	11.2	7.7	0.87	11.2	13.0	10.8
	CC 93-4418	88	876	104	11.3	8.2	0.90	10.9	12.8	8.9
	CC 11-600	101	845	101	10.8	8.0	0.86	10.7	12.7	3.2
6H1	CC 09-066	46	393	142	14.2	11.4	1.14	10.0	12.4	2.4
	CC 01-678	43	327	107	12.0	8.8	0.98	11.1	12.2	5.3
	CC 11-595	44	313	101	10.2	8.1	0.82	10.1	12.2	2.0
	CC 01-1228	25	283	123	13.4	10.0	1.10	10.9	12.3	10.2
	CC 09-535	25	165	118	11.8	9.8	0.97	10.0	12.0	2.0
	CC 97-7170	19	163	106	11.1	8.8	0.92	10.5	12.1	6.9
6H2	CC 01-1940	208	1974	87	9.2	7.1	0.74	10.5	12.5	5.3
	CC 05-430	95	811	104	10.2	8.3	0.81	9.8	12.4	2.2
	CC 11-595	56	390	86	8.4	7.0	0.69	9.8	12.2	2.6
	CC 85-92	56	371	89	9.6	7.0	0.76	10.8	12.9	10.8
	CC 11-600	38	313	89	9.4	7.0	0.75	10.6	12.9	3.0
	CC 93-4418	35	236	83	9.0	6.9	0.75	10.8	12.2	8.7



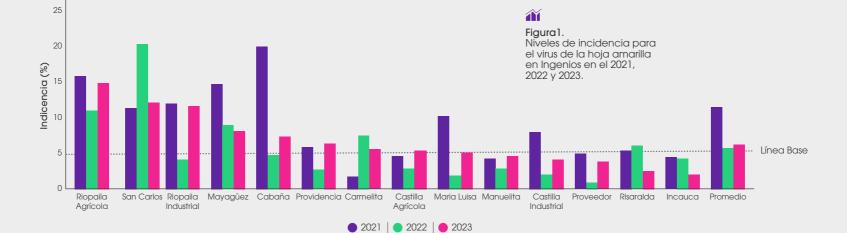
# Servicio de Diagnóstico de Enfermedades

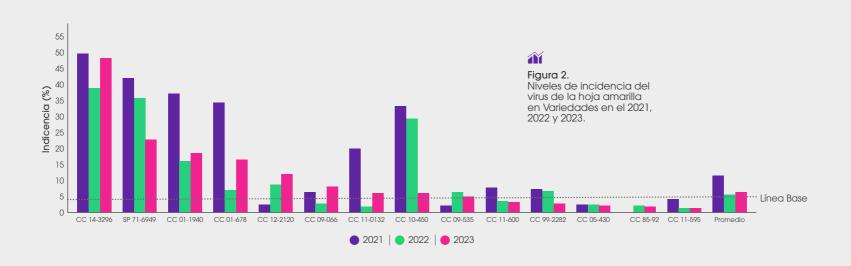
En el 2023 se han evaluado muestras provenientes de 6416.3 ha entre lotes semilleros y comerciales, para un total de 8343 análisis, 6067 corresponden a solicitudes externas y 2276 a solicitudes internas.

De los trece ingenios que hacen uso del Servicio de Diagnóstico de Enfermedades se puede observar que actualmente el 77% presentan niveles de incidencia para el virus de la hoja amarilla (SCYLV) por debajo del 10%. **Figura 1**.

De las 14 variedades más evaluadas se encuentra la CC 05-430, seguida de las variedades CC 11-595, CC 09-066, CC 01-1940, CC 12-2120, CC 11-0132, CC 85-92, CC 11-600 entre otras; el 64% tienen niveles de incidencia por debajo del 10% para SCYLV. Se destaca los bajos % de incidencia para RSD y LSD desde el 2016 que no sobrepasan el 1% tanto en ingenio como en variedades.

En cuanto al virus de la hoja amarilla el pico máximo en él % de incidencia se obtuvo en el 2021 con un 13%, sin embargo, para los años 2022 y 2023 este nivel de incidencia disminuyó a 5.7 y 6.2%, respectivamente. **Figura 2**.







# Servicio de Multiplicación y Propagación de Variedades

Se recibieron 64 solicitudes de producción de ingenios, proveedores, entidades en convenio e internas de las cuales se entregaron 385,486 plantas, 62% corresponde a las nuevas variedades CC (Series 11,12,13 y 14) de los diferentes ambientes, y 22 solicitudes de semilla convencional entregándose 12,262 paquetes.

El 80% de las solicitudes corresponde a ingenios, el 12% de proveedores, 5% de solicitudes internas de Cenicaña y el 3% de entidades en convenio como Agrosavia, CIAT y universidades (Figura 3). Las variedades más solicitadas fueron CC 12-2120, CC 09-066, CC 13-2035, CC 05-430, CC 11-595. Figura 4.

Bajo las técnicas de cultivo in vitro fueron producidas un total de 52,934 plantas listas para ser llevadas a campo, para el establecimiento de semilleros de fundación o básicos. Figura 5.

En el banco de germoplasma in vitro se cuenta con 181 variedades en medio líquido y 214 variedades en medio semisólido que pueden ser utilizadas para renovación de los semilleros con las nuevas variedades CC o para los diferentes proyectos de investigación del área de mejoramiento, entre otros.

### 385,486 **Plantas** solicitadas

Providencia	2,000
Carmelita	3,000
Riopaila Agrícola	3,000
Incauca	5,451
María Luisa	9,500
Entidades en convenio	9,800
San Carlos	10,000
Mayagüez	11,375
Riopaila Indistrial	12,000
Castilla Agrícola	12,730
Manuelita	13,000
Cenicaña	19,315
Proveedores	48,250
Risaralda	52,541
Pichichí	57,574
Castilla Industrial	117,200



Figura 3.
Cantidad de plantas entregadas a ingenios, proveedores, entidades en convenio e investigación solicitadas durante el 2023.

### 32

### Variedades solicitadas

94,384	CC 05-948	1,000
67,390	CC 93-3826	890
56,360	CC 00-3257	650
38,415	CC 93-4418	522
31,771	CC 93-7711	500
26,225	CC 93-7510	250
15,469	CC 93-7511	250
13,582	CC 10-450	250
13,286	CC 88-584	250
4,950	MZC 74-275	250
4,755	CC 09-235	200
4,326	CC 13-2196	51
4,000	CC 13-2014	33
3,574	CC 13-2166	21
1,810	CC 13-2250	17
1,300	CC 12-2121	5
	67,390 56,360 38,415 31,771 26,225 15,469 13,582 13,286 4,950 4,755 4,326 4,000 3,574 1,810	67,390 CC 93-3826



Figura 4. Cantidad de plantas entregadas por variedad durante el 2023.

### 52,934

### Plantas producidas en cultivo in vitro

CC 01-1940	19,360
CC 11-0132	16,978
CC 13-2035	7,489
CC 05-430	4,383
CC 14-3358	1,699
CC 85-92	1,071
CC 14-1263	521
CC 14-1102	463
CC 14-1093	379
CC 14-1256	284
Co 421	91
CC 14-1108	60
CC 09-066	59
RB 97-5201	54
CC 10-450	43



Figura 3.
Cantidad de plantas entregadas a ingenios, proveedores, entidades en convenio e investigación solicitadas durante el 2023.







## Servicios de laboratorios

### 01

Análisis de suelos y tejido foliar

7,610 Muestras procesadas

- 3,400 muestras de suelos (72 % solicitudes de donantes y 28 % análisis internos para la investigación).
- 2,900 de tejido foliar (30% solicitudes de donantes y 70% análisis internos para la investigación).
- 1,310 jugos y mieles para análisis especiales como color, minerales, fosfatos, brix, fenoles, flavonoides y almidón.

### 02

Análisis de cromatografía 5.870

Muestras procesadas

- 4,070 análisis de azúcares como sacarosa, glucosa, fructosa, arabinosa, xilosa y manitol.
- 1,800 ácidos orgánicos como indicadores de deterioro y contaminación en procesos de fermentación y en pérdidas de sacarosa.

### 03

Análisis de caña 26.099

Muestras procesadas

- 11,768 fueron Ceni-AD.
- 14,117 corresponden a análisis directo (tallos) y análisis de azúcares reductores.
- 214 pruebas regionales (Extracción vía prensa).







Servicio de Información y documentación

140 préstamos ejemplares físicos



Ingrese a nuestra biblioteca digital

173

documentos digitales enviados

- 149 artículos
- 9 capítulos de libro
- 15 normas

600

títulos nuevos en el catálogo de biblioteca

- Artículos de revistas.
- Artículos de congreso.
- Libros
- Informes de prácticas, pasantías y tesis.



# Propiedad intelectual

Se realizó un mapa tecnológico en sistemas o equipos de compactación del suelo para el macroproyecto CATE, a través del Centro de Información Tecnológica y Apoyo a la Gestión de la Propiedad Industrial (CIGEPI) de la Superintendencia de Industria y Comercio.

Registro del nuevo logo-símbolo de la marca Cenicaña.



# Capital humano

El Centro contó durante el año 2023 con 368 colaboradores para el desarrollo de los proyectos de investigación, así: 150 personas de nivel profesional, de los cuales 1 de ellos

con postdoctorado, 18 con doctorado, 37 con maestría, 95 con pregrado; 57 personas de apoyo en investigación y servicios, 92 trabajadores de campo, y 25 aprendices del Sena. En trabajo de grado y pasantía estuvieron 41 estudiantes de distintas disciplinas.

Durante el año 2023 se presentaron tres retiros de personal por motivo de pensión; ellos son: María Claudia Castro, Germán Gustavo Prado y José Isaías Mendoza.

En el tercer trimestre del año se vinculó como Director del Programa de Agronomía a Julián Fernando Mateus Rodríguez, ingeniero agrícola de la Universidad del Valle y Universidad Nacional de Colombia (1999), con maestría en producción agrícola de la Universidad Agraria La Molina de Lima, Perú (2010) y doctorado en Crop Sciences de la Universidad de Reading, UK (2022).

#### Dirección administrativa

Einar Anderson Acuña Director Administrativo Ingeniero Industrial.

Karen Bolaños Botello Contadora Contadora Pública.

Yorlady Muñoz Ortiz Contadora Asistente Contadora Pública.

Paola Andrea Sarria Acosta Contadora Asistente Contadora Pública.

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

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

### Programa de Variedades

John Jaime Riascos Arcos Director Programa de Variedades Biólogo, Ph.D.

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

Carlos Arturo Viveros Valens Fitomejorador Ingeniero Agrónomo Ph.D.

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

Gershon Darío Ramírez Sánchez Entomólogo Ingeniero Agrónomo.

Leonardo Fabio Rivera Pedroza Entomólogo Biólogo, Ph.D.

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

Eliana Andrea Rincón Microbióloga Agricola Ingeniera Agrónoma, M.Sc.

Leidy Diana Donneys Velasco Coordinadora Laboratorio Diagnóstico Enfermedades Bacterióloga.

Fernando Silva Aguilar Fitomejorador Ingeniero Agrónomo, Ph.D.

Hugo Arley Jaimes Quiñónez *Biotecnólogo* Biólogo.

# Personal profesional

#### Dirección General

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

María Cristina Cifuentes Valverde Asistente Administrativa Profesional en Mercadeo.



Claudia Ximena Ocampo Restrepo Asistente de Investigación Ingeniera Agrónoma, M.Sc.

Claudia Echeverri Rubiano *Bióloga* Bióloga, M.Sc.

Rocio del Pilar Barrios Méndez *Bióloga* Bióloga.

Alejandra Londoño Villegas Asistente de Investigación Bióloga, M.Sc.

John Henry Trujillo Montenegro Ingeniero de Sistemas Ingeniero de Sistemas y Computación, Ph.D.

Viviana Marcela Aya Vargas Investigadora Temporal Bióloga.

Carolina Camargo Gil Entomóloga Entomóloga, Ph.D.

Luis Felipe Bohórquez Carillo Ingeniero Agrónomo Ingeniero Agrónomo.

Dilmer Gabriel Guerra Guzman Ingeniero Agrónomo Ingeniero Agrónomo, M.Sc. Winberthey Gaitan Hernández Ingeniero Agrónomo Ingeniero Agrónomo.

Juan Camilo Vivares Zapata Ingeniero Agrónomo Ingeniero Agrónomo.

Mónica Andrea Prias Blanco Asistente de Investigación Bióloga, M.Sc.

Janeth Rocío Caballero Rivera Asistente Administrativa Ecóloga y Manejo Ambiental.

### Programa de Agronomia

Julián Fernando Mateus Rodríguez *Director Programa de Agronomía* Ing. Agrícola, Ph.D.

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

Maricela Trejos Arroyave Ingeniera Agrícola Ingeniera Agrícola, M.Sc.

Laura Eleanor Collazos Rivera Investigador Temporal Ingeniera Agrícola.

Sergio Andrés Herrera Jiménez Ingeniero Agrónomo Ingeniero Agrónomo. Luis Fernando Chávez Oliveros *Edafólogo* Biólogo, Ph.D.

Yeison Mauricio Quevedo Amaya *Fisiólogo* Ingeniero Agrónomo, M.Sc.

Pedro Francisco Sanguino Ortiz Ingeniero de Mecanización Ingeniero Agroforestal, Ph.D.

Aura Mercedes Cepeda Quevedo Investigadora Temporal Ingeniera Agrónoma.

Oscar Javier Munar Vivas Investigador Agricultura de Precisión Ingeniero Agrónomo, M.Sc.

Sebastián Anderson Guerrero Ingeniero en Inteligencia Artificial Ingeniero Mecatrónico.

Julián Esteban Masmela Mendoza *Microbiólogo* Biólogo, M.Sc.

Alberto Mario Arroyo Avilez Ingeniero de suelos y aguas Ingeniero agrícola, Ph.D.

Jhon Anderson Bartolo Becerra Ingeniero Agrícola Ingeniero Agrónomo. Camila Andrea Luna Hernández Asistente Administrativa Administradora de Empresas.

### Programa De Procesos De Fábrica

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

María Alejandra Gómez Duque Química Industrial, Química, M.Sc.

Geyzar Alejandra Trochez Sánchez Química Química. Esp.

José Sebastián Soto Girón *Químico* Quimico. Esp.

Esteban Omar Benavides Hidalgo *Químico* Químico.

Sebastian Mercado Guerrero *Químico* Químico.

Nicolás Galves Velandia Químico Químico. Liliana Patricia Echeverri Sandoval *Química* Bioquímica.

Juan Gabriel Rodríguez Sarasty Ingeniero Químico Ingeniero Químico. M.Sc.

David Palacios Garcia Ingeniero Químico Ingeniero Químico. M.Sc.

Joan Sebastian Luna Martínez Ingeniero Químico Ingeniero Químico.

Dario Fernando Yépez Vela Ingeniero Químico Ingeniero Químico.

Andrea Agudelo Cifuentes Ingeniera Química Ingeniera Química.

Karin Parra Rosero Ingeniera Bioquímica Ingeniera Bioquímica.

María Fernanda Hernández Zúñiga Ingeniera Química Ingeniera Química Esp.

Lina Marcela Arévalo Hurtado Ingeniera Química Ingeniera Química. M.Sc. Zunny Tatiana Daza Merchán *Microbióloga* Microbióloga Industrial, M.Sc.

Paula Daniela Cuadrado Osorio *Microbióloga* Microbióloga Industrial, M.Sc.

Juanita Sierra Becerra *Microbióloga* Microbióloga Industrial.

Andrés Felipe Ospina Patiño Ingeniero Mecánico Ingeniero Mecánico. MBA

Thomas Pantoja Erira Ingeniero Mecánico Ingeniero Mecánico.

Julian David Montes Posso Ingeniero Mecánico Ingeniero Mecánico. M.Sc.

Juan Camilo Aristizabal Carvajal Ingeniero Mecánico Ingeniero Mecánico.

Juan José Echeverry Ingeniero Mecánico Ingeniero Mecánico

William Alexander Ojeda Muñoz Ingeniero Mecánico Ingeniero Mecánico.

Julio Antonio Calpa Pantoja Ingeniero Electrónico Ingeniero Electrónico.

Jhon Andrés Tierradentro Muñoz Ingeniero Electrónico Ingeniero Electrónico.

Diana Milena Méndez Quintero Química Química.

Juan Camilo Aristizabal Carvajal Ingeniero Mecánico Ingeniero Mecánico.

Juan Manuel Pineda Villamizar Ingeniero Mecánico Ingeniero Mecánico.

María Alejandra Correa Betancourt Ingeniera Ambiental y Sanitario Ingeniera Ambiental y Sanitario.

Paula Andrea Osorio Bedoya *Microbióloga* Ingeniera Bioquímica.

Freddy Álvarez Palechor Ingeniero Mecánico Ingeniero Mecánico.

Juliana Alejandra Piedrahita González *Asistente Administrativa* Administradora de Empresas. Esp.

#### Servicio De Analítica

Héctor Alberto Chica Ramírez Coordinador Servicio de Analítica Ingeniero Agrónomo, M.Sc.

José Fernando Giraldo Jiménez *Biometrista* Ingeniero Agrónomo, M.Sc.

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

Luz Ángela Mosquera Daza Estadística Estadística, M.Sc.

### Servicio De Cooperación Técnica y Transferencia De Tecnología

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

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

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

Óscar Andrés Saavedra García Asistente del Servicio de Cooperación Técnica y Transferencia de Tecnología Comunicador Social. María Claudia Pizarro Esguerra Ingeniera Agrónoma Ingeniera Agrónoma.

Liliana Jiménez Lozano Ingeniera Agrónoma Ingeniera Agrónoma.

Nathalia González López Ingeniera Agrícola Ingeniera Agrícola.

Edis Milena Quintero Valencia Ingeniera Agrónoma Ingeniera Agrónoma.

Sandra Lorena Alarcón Muriel Ingeniera Agrícola Ingeniera Agrícola, M.Sc.

Angela Liliana Criales Romero Ingeniera Agrícola. Ingeniera Agrícola, M.Sc.

Diana Fernanda Quiceno Torres Ingeniera Agrónoma. Ingeniera Agrónoma.

Diego Armando Ramos Cabrero Ingeniero Agrónomo. Ingeniero Agrónomo.



### Servicio de Tecnología Informática

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

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

William Berrio Martínez Ingeniero de Sistemas Ingeniero de Sistemas.

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

Andrés Fernando García García Ingeniero de Redes y Telecomunicaciones. Ingeniero electrónico.

Jesús Adrián Díaz Bravo Ingeniero de Redes y Telecomunicaciones. Ingeniero Electrónico.

Weymar Yesid Narváez Sabogal Ingeniero de Sistemas Ingeniero de Sistemas Esp. Seguridad Informática. Christian Iván Rojas Valencia Ingeniero de Sistemas Ingeniero de Sistemas.

Cristian Alexander Espinosa Rodriguez Ingeniero Electrónico Ingeniero de Sistemas.

Diego Fernando Bedoya Mejia Ingeniero de Sistemas Ingeniero de Sistemas.

Juan Manuel Valencia Correa Analista SIG Ingeniero topográfico, M.Sc.

Julián David Ome Narváez Analista percepción remota Ingeniero topográfico.

Juan Pablo Zúñiga Ramírez Analista SIG Ingeniero topográfico.

Michael Andrés Arredondo Mendoza Ingeniero topográfico Ingeniero topográfico.

Jorge Alexander Celades Martínez Tecnólogo de Comunicaciones Ingeniero Electrónico.

### Servicio de Agroclimatología

Mery Esperanza Fernández Porras Coordinadora del Servicio AgroClimatología Meteoróloga, M.Sc.

### Servicio Gestión del Conocimiento

Adriana Arenas Calderón Jefe del Servicio de Gestión del Conocimiento Bibliotecóloga, M.Sc.

Diana Marcela Posada Zapata *Biblioteca Digital Bibliotecóloga*.

Daniela Valderrama Gestora de Innovación Ingeniera industrial, M.Sc.

### Superintendencia de la Estación Experimental

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

Francisco Javier Millán Quiroga Supervisor de Campo Ingeniero Agrícola.

### CATE

Samuel Andrés Galeano Patiño Coordinador Macroproyecto CATE Ingeniero Agroindustrial, MBA.

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

Henry Bladimir Tarapues Ipial Ingeniero Mecánico Cosecha Ingeniero Mecánico, M.Sc.

Julio Cesar Largo Ramirez Ingeniero Auxiliar CATE Ingeniero Mecánico.

### Oficina de Comunicaciones Estratégicas

Margarita María Rodríguez Comunicadora Comunicadora Social-Periodista.

María Andrea Llantén Márquez Analista de Comunicación Digital Diseñadora industrial.

## Referencias

Atlas, R. M., & Bartha, R. (2002). Ecología microbiana y microbiología ambiental. Pearson-Addison Wesley.

Croft, 2002: Croft, BJ (2002). Un método para calificar cultivares de caña de azúcar en cuanto a resistencia a la enfermedad del retraso del crecimiento de las socas basado en un inmunoensayo ligado a enzimas. Patología vegetal de Australasia, 31 (1), 63-66.

Chaurasia, A., Meena, B. R., Tripathi, A. N., Pandey, K. K., Rai, A. B., & Singh, B. (2018). Actinomycetes: An unexplored microorganisms for plant growth promotion and biocontrol in vegetable crops. World Journal of Microbiology and Biotechnology, 34(9), 1-16.

Dworkin, M., Falkow, S., Rosenberg, E., Schleifer, K. H., & Stackebrandt, E. (Eds.). (2006). The Prokaryotes: Volume 5: Proteobacteria: Alpha and Beta Subclasses. Springer-Verlag.

Dworkin, M., Falkow, S., Rosenberg, E., Schleifer, K. H., & Stackebrandt, E. (2006). The Prokaryotes, A handbook on the Biology of Bacteria, Volume 6: Proteobacteria: Gamma Subclass. Springer, New York.

Garrity, G. M., Brenner, D. J., Krieg, N. R., Staley, J. R., & Manual, B. S. (2005). Systematic bacteriology. The Proteobacteria, Part C: The Alpha-, Beta-, Delta-, and Epsilonproteobacteria, Bergey's Manual Trust, Department of Microbiology and Molecular Genetics, 2.

Hariprasad, P., Venkateswaran, G., & Niranjana, S. R. (2014). Diversity of cultivable rhizobacteria across tomato growing regions of Karnataka. Biological control, 72, 9-16. https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2014.01.012.

Kumar A, Guleria S, Mehta P, Walia A, Chauhan A, Shirkot CK. Plant growth promoting traits of phosphate solubilizing bacteria isolated from Hippophae rhamnoides L.

Rosenberg, E., DeLong, E. F., Lory, S., Stackebrandt, E., & Thompson, F. (Eds.). (2014). The prokaryotes: Firmicutes and tenericutes. Springer Berlin Heidelberg.

Victoria y Cassalet, 1991: Victoria K, J. I., Cassalett, C. (1991). Resistencia a enfermedades de la caña de azúcar en Colombia. Sugar cane. 2. Marzo – abril. P 26-29.

Queiroz, S. S., Jofre, F. M., Mussatto, S. I., & Felipe, M. A. (2022). Scaling up xylitol bioproduction: Challenges to achieve a profitable bioprocess. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 1-2. doi:https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.111789

Wink, J., Mohammadipanah, F., & Hamedi, J. (Eds.). (2017). Biology and biotechnology of actinobacteria. Berlin, Germany: Springer International Publishing.

