



Sembrar conocimiento, cosechar progreso: producción panelera del Guaviare

AGROSAVIA
Corporación colombiana de investigación agropecuaria




Agricultura


**GOBERNACIÓN DE
GUAVIARE**


Ciencias



Sembrar conocimiento, cosechar progreso: producción panelera del Guaviare

Bellanid Huertas Carranza
Eduar Yovany Antolinez Sandoval
Ayda Fernanda Barona Rodríguez
Carlos Felipe González-Chavarro
Ginna Natalia Cruz Castiblanco
Nancy del Carmen Barreto Triana
Juan Carlos Benavides Cruz
Óscar Andrés Mendieta Menjura



Sembrar conocimiento, cosechar progreso: producción panelera del Guaviare. / Bellanid Huertas Carranza [y otros siete] – Mosquera, (Colombia): AGROSAVIA, 2026.

96 páginas (Colección Alianzas AGROSAVIA)

Incluye referencias bibliográficas, ilustraciones y gráficos.

ISBN: 978-958-740-912-3

ISBN e-Book: 978-958-740-913-0

1. *Saccharum officinarum* 2. Producción de semillas 3. Control de plagas 4. Subproducto 5. Agroindustria 6. Comercialización 7. Guaviare (Colombia).

Palabras clave normalizadas según Tesauro Multilingüe de Agricultura -Agrovoc

Catalogación en la publicación – Biblioteca Agropecuaria de Colombia

Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria - AGROSAVIA

Centro de Investigación Tibaitatá

Kilómetro 14 vía Mosquera-Bogotá, Mosquera, código postal 250047, Colombia.

Centro de Investigación Tibaitatá. Sede Cimpa

Kilómetro 2 vía antigua a Cipe, Barbosa, Santander. Código postal 051020, Colombia.

Centro de Investigación La Libertad

Kilómetro 17 vía Puerto López, Meta. Código postal 502008, Colombia.

Esta publicación se deriva del proyecto de regalías 2113 "Fortalecimiento de la capacidad de investigación y del desarrollo tecnológico, para gestionar conocimiento vinculado con el sistema productivo de caña de azúcar para producción de panela y mieles, para el departamento del Guaviare".

Colección: Alianzas AGROSAVIA

Tipología: Cartilla

Publicado: agosto de 2026

Preparación editorial

Editorial AGROSAVIA

editorial@agrosavia.co



<https://co.creativecommons.net/tipos-de-licencias/>

Dirección editorial

Astrid Verónica Bermúdez Díaz

Edición

Nathalie De la Cuadra N.

Adecuación pedagógica

Andrés Castillo Brieve

Corrección de estilo

Alejandro Merlano Aramburo

Diseño de pauta

Sonia Rodríguez

Diagramación

María Paula Berón

Impresión:

DGP Editores S. A. S.

Las imágenes incluidas en esta cartilla fueron elaboradas por los autores mediante una combinación de fotografías originales e ilustraciones generadas con el apoyo de herramientas de inteligencia artificial: ChatGPT y DALL-E de OpenAI; Gemini 3 Flash Image de Google.

Citación sugerida: Huertas Carranza, B., Antolínez Sandoval, E. Y., Barona Rodríguez, A. F., González-Chavarro, C. F., Cruz Castiblanco, G. N., Barreto Triana, N. del C., Benavides Cruz, J. C., & Mendieta Menjura, Ó. A. (2026). *Sembrar conocimiento, cosechar progreso: producción panelera del Guaviare*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA). <https://doi.org/10.21930/agrosavia.nbook.7409130>

Línea de atención al cliente: (+57) 601 914 4677

atencionalcliente@agrosavia.co

www.agrosavia.co

Cláusula de responsabilidad: AGROSAVIA no es responsable de las opiniones y de la información recogida en el presente texto. Los autores asumen de manera exclusiva y plena toda responsabilidad sobre su contenido, ya sea este propio o de terceros, declarando en este último supuesto que cuentan con la debida autorización de terceros para su publicación. Igualmente, expresan que no existe conflicto de interés alguno en relación con los resultados de la investigación propiedad de tales terceros. En consecuencia, los autores serán responsables civil, administrativa o penalmente, frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros, relativa a los derechos de autor u otros derechos que se vulneren como resultado de su contribución.

Contenido

Agradecimientos	7
Autores	9
Cultivo de caña de azúcar (<i>Saccharum officinarum</i>) en el Guaviare	15
Capítulo 1. ¿Quiénes producen panela en el Guaviare?	17
Perfil socioeconómico de los productores paneleros	18
Producción panelera en municipios del Guaviare	20
Producción, comercialización y uso de subproductos	25
Capítulo 2. Cómo evaluar los servicios asociados al carbono en cultivos y suelos destinados a la producción panelera	27
Metodología de campo	29
Tratamiento de los datos	31
Capítulo 3. Producción de semilla de caña de azúcar: aspectos básicos para el Guaviare	33
Selección de la semilla	35
Preparación y siembra	37
Siembra	37
Manejo agronómico del semillero	38
Cosecha y desinfección de la semilla	38
Resultados destacados del proyecto en materia de semilla	39

Capítulo 4. Manejo agronómico de las variedades de caña panelera.....	41
Variedades de caña sembradas en Guaviare	43
Capítulo 5. Manejo integrado de plagas y enfermedades en cultivos de caña panelera del Guaviare	49
Principales insectos plaga en la caña de azúcar del Guaviare	50
Gusano tornillo o barrenador gigante de la caña (<i>Telchin</i> spp.)	50
Barrenador del tallo de la caña (<i>Diatraea</i> spp.)	52
Salivazos (<i>Aenolamia</i> spp. y <i>Mahanarva</i> spp.)	56
Complejo de hormiga loca, <i>Nylanderia fulva</i> , y cochinilla harinosa, <i>Saccharicoccus sacchari</i>	58
Principales enfermedades de la caña en el Guaviare	60
Recomendaciones generales	62
Capítulo 6. Micorrizas en el cultivo de caña de azúcar para la producción de panela	63
¿Qué son las micorrizas y cómo se asocian a la raíz de la caña?	65
¿Dónde viven las micorrizas y cuál es su diversidad en los suelos del Guaviare?.....	66
¿Cómo multiplicar hongos micorrícicos en la finca?	67
¿Cómo se usan las micorrizas en campo y cómo ayudan a disminuir costos?.....	70

Capítulo 7. Agroindustria de caña de azúcar para la producción de panela y miel.....	71
Proceso de transformación de caña de azúcar en panela: <i>tips</i> para cada etapa.....	74
Hornilla panelera ecoeficiente tipo Cimpa	82
Capítulo 8. Aprovechamiento de subproductos de la agroindustria panelera	85
Caracterización de los subproductos paneleros.....	87
Bloques multinutricionales (BMN) con bagazo	87
Ensilaje con cogollo de caña.....	90
Impacto productivo y ambiental	92
Bibliografía	93





Agradecimientos

Los autores expresan su sincero reconocimiento y agradecimiento a las siguientes entidades y personas por su valiosa contribución al desarrollo del proyecto “Fortalecimiento de la capacidad de investigación y del desarrollo tecnológico, para gestionar conocimiento vinculado con el sistema productivo de caña de azúcar para producción de panela y mieles, para el departamento del Guaviare”, del que se deriva la presente cartilla:

Al Órgano Colegiado de Administración y Decisión (OCAD) de Ciencia, Tecnología e Innovación del Sistema General de Regalías, y al Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación (Minciencias), por la financiación y el apoyo brindado para la ejecución del proyecto.

A las asociaciones de productores y cultivadores de caña de azúcar para panela del Guaviare, cuya participación activa, compromiso y disposición fueron fundamentales para realizar las actividades en campo.

A la Gobernación de Guaviare (Secretaría de Agricultura y Medio Ambiente), por su apoyo y por facilitar el ingreso y la articulación con los actores del territorio a través de las asociaciones de productores, así como por su acompañamiento en distintas actividades desarrolladas durante el proyecto.

A las alcaldías de San José del Guaviare, El Retorno, Calamar y Miraflores, por su apoyo y acompañamiento en las actividades realizadas en territorio.

Al Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA), por el suministro de información sobre trabajos previos realizados con productores y asociaciones del territorio, y por su participación en las diferentes actividades del proyecto junto con aprendices de la institución.

Al Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), por su acompañamiento institucional y técnico en distintas actividades.

A la Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD), sede Guaviare, por facilitar espacios para realizar las reuniones y los encuentros con entidades del territorio.

A la Cooperativa Multiactiva Ecomún Jaime Pardo Leal (Coojapal), por su valioso papel como aliada territorial para actividades de capacitación y transferencia de conocimiento.

Al ingeniero agrónomo Fernel Beltrán Durán, quien se desempeñó como profesional de apoyo a la investigación entre 2022 y 2025, por su valioso aporte en la caracterización técnica, edafoclimática, social, económica, ambiental y fitosanitaria del sistema de producción de panela y mieles en el departamento del Guaviare.

Y a los investigadores, profesionales y equipos técnicos y administrativos de AGROSAVIA que participaron en este proceso, por su experiencia, rigurosidad científica y conocimiento especializado.

El trabajo articulado entre productores, entidades aliadas, técnicos, profesionales e investigadores permitió consolidar los aprendizajes y resultados que se presentan en esta cartilla.

Autores

Bellanid Huertas Carranza

Correo electrónico: bhuertas@agrosavia.co

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-1034-4072>

Administradora ambiental, magíster en Estudios y Gestión del Desarrollo y estudiante doctoral en Ciencias Ambientales y Sostenibilidad, con amplia experiencia en proyectos de investigación, transferencia, asistencia técnica, ordenamiento social de la propiedad, gestión de información y gestión de conocimiento en el sector agropecuario y su planificación rural. Desarrolla temas relacionados con el sistema productivo de caña panelera, referentes a la visibilización de la importancia que tienen la agricultura de conservación y sus productores mediante el manejo adecuado de los sistemas agrícolas. También determina y evalúa servicios ecosistémicos de provisión, soporte y regulación en diferentes unidades del paisaje agrícola del país, y evalúa herramientas para la adaptación y mitigación del cambio climático.

Eduar Yovany Antolinez Sandoval

Correo electrónico: eantolinez@agrosavia.co

Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-0145-6002>

Ingeniero agrónomo y magíster en Fisiología Vegetal de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (UPTC), con experiencia en el estudio de las interacciones genotipo-ambiente en cultivos de interés, la evaluación

en campo de genotipos promisorios (alto rendimiento) y su capacidad de adaptación al cambio climático, sistemas agroforestales con cacao, el manejo agronómico de cultivos como cacao y caña de azúcar para panela, la evaluación de la adopción e impacto de tecnologías y la producción de semilla de calidad. Es coinvestigador en el desarrollo de las variedades de cacao TCS 13 y TCS 19. Tiene interés en la investigación de las respuestas de las plantas al estrés biótico y abiótico, en la relación suelo-planta-ambiente, en la adaptación de los cultivos como respuesta al cambio climático y en el área de bioestadística. Actualmente se desempeña como investigador máster de la sede Cimpa de AGROSAVIA.

Ayda Fernanda Barona Rodríguez

Correo electrónico: abarona@agrosavia.co

Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-8487-2727>

Ingeniera agrónoma y especialista en Educación Ambiental y Desarrollo de la Comunidad de la Universidad de Cundinamarca, y máster en Ciencias Agrarias, con énfasis en suelos y aguas, de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (UPTC). Se vinculó a AGROSAVIA con su tesis de pregrado en 2010 y como profesional desde 2013. Cuenta con experiencia en manejo agronómico, nutrición, plagas y enfermedades de importancia económica y evaluación de nuevos materiales de caña para producción de panela.

Carlos Felipe González-Chavarro

Correo electrónico: cfgonzalez@agrosavia.co

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-1720-5067>

Ingeniero agrónomo y magíster en Fisiología Vegetal, con diplomado en Extensión Rural, de la Universidad Nacional de Colombia. Cuenta con experiencia en la red de permanentes y frutales, ejecutando proyectos

con énfasis en fisiología de cultivos, fitotecnia, multiplicación de semilla, requerimientos nutricionales, recomendación de nutrición integrada, aplicaciones de microorganismos y caracterización genotípica-fenotípica con marcadores moleculares. Ha trabajado en vinculación tecnológica y evaluación de impacto (balance social) en cultivos como caña de azúcar para panela, palma de aceite, guayaba, marañón, cítricos, mangostino y rambután. Es investigador máster del Centro de Investigación La Libertad de AGROSAVIA.

Ginna Natalia Cruz Castiblanco

Correo electrónico: gcruz@agrosavia.co

Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-2355-4914>

Ingeniera agrónoma y magíster en Estadística Aplicada de la Universidad Santo Tomas. Su línea de investigación se enfoca en la aplicación de modelos de predicción de rendimiento, modelos de crecimiento en frutos, caracterización y tipificación de sistemas productivos, análisis para evaluar el efecto de los pesticidas en las abejas melíferas e interacción de plagas y enfermedades respecto a los factores bióticos y abióticos que favorecen su prevalencia. Durante su trayectoria ha diseñado y validado métodos de control de plagas y enfermedades en diferentes sistemas productivos. Actualmente se desempeña como profesional de apoyo a la investigación en AGROSAVIA.

Nancy del Carmen Barreto Triana

Correo electrónico: nancyb.triana@gmail.com

Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-7516-4761>

Ingeniera agrónoma de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (UPTC); magíster en Ciencias Agrarias, con énfasis en fitoprotección integrada, de la Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá, y doctora en Ciencias-Entomología, con énfasis en ecología química y comportamiento

de insectos, de la Escuela Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (Esalq), de la Universidad de São Paulo (Brasil). Tiene treinta años de experiencia en el ajuste y la validación de estrategias para el manejo integrado de plagas en diferentes agroecosistemas (pastos de clima frío, papa, caña de azúcar para panela y durazno) y en transferencia de tecnología con productores y asistentes técnicos. Ha liderado proyectos de investigación en fitosanidad de la caña de azúcar para panela, con énfasis en manejo de barrenadores del tallo, control biológico por conservación y estudios epidemiológicos de enfermedades. Ha publicado artículos científicos en revistas indexadas y ha participado en otras publicaciones técnicas sobre diferentes temas relacionados con el manejo integrado de plagas.

Juan Carlos Benavides Cruz

Correo electrónico: jbenavidez@agrosavia.co

Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-1293-8242>

Zootecnista y magíster en Agroforestería Tropical. Se ha desempeñado como investigador en producción animal, ganadería de leche, sistemas silvopastoriles, y pastos y forrajes. Ha desarrollado trabajos en evaluación de sistemas silvopastoriles y estrategias de producción eficiente y sostenible para sistemas de ganadería del trópico alto. Se desempeña como investigador máster en el Centro de Investigación Tibaitatá de AGROSAVIA y está adscrito a la Red de Innovación de Ganadería y Especies Menores.

Óscar Andrés Mendieta Menjura**Correo electrónico:** omendieta@agrosavia.co**Orcid:** <https://orcid.org/0000-0002-2517-212X>

Ingeniero químico de la Universidad Industrial de Santander (UIS), Colombia. En 2009 fue joven investigador del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación (Minciencias), en AGROSAVIA. En 2012 obtuvo el título de máster en Ingeniería Química por la UIS y se incorporó a AGROSAVIA como investigador. A partir de ahí, propuso y desarrolló varios proyectos para la agroindustria panelera orientados a mejorar la eficiencia energética del proceso y las buenas prácticas de manufactura. En 2016 fue beneficiario del Minciencias para realizar estudios de posgrado en Colombia, y en 2021 obtuvo el título de doctor en Ingeniería Química de la UIS. En su tesis propuso la digestión anaeróbica como una alternativa sostenible para la gestión y valorización de residuos agroindustriales. Actualmente trabaja como investigador Ph.D. en la sede Cimpa, adscrita al Centro de Investigación Tibaitatá de AGROSAVIA.





Cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) en el Guaviare

Esta cartilla forma parte de un proyecto dirigido a fortalecer la investigación y el desarrollo tecnológico alrededor del sistema productivo de caña de azúcar para la producción de panela y mieles en el departamento del Guaviare.

La iniciativa busca consolidar capacidades técnicas, científicas y organizativas que ayuden al desarrollo sostenible del sector panelero en este territorio.

El proyecto surge de la necesidad de acercar la investigación aplicada a la producción local, a partir de las condiciones agroecológicas particulares del Guaviare y de los retos que enfrenta el sector en materia de productividad, transferencia tecnológica y sostenibilidad ambiental.



Esta cartilla se elaboró como parte del proyecto “Fortalecimiento de la capacidad de investigación y del desarrollo tecnológico, para gestionar conocimiento vinculado con el sistema productivo de caña de azúcar para producción de panela y mieles, para el departamento del Guaviare”.

El departamento del Guaviare, ubicado en una zona de transición entre la Orinoquía y la Amazonía, reúne una diversidad de suelos, climas y paisajes que ofrecen oportunidades y desafíos para el desarrollo agroindustrial. En este contexto, la producción de panela y mieles representa una actividad con potencial para dinamizar la economía rural, generar ingresos y fortalecer el arraigo de las comunidades a su territorio.

Sin embargo, el sistema productivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) enfrenta **retos relacionados con la calidad de la semilla, el manejo agronómico, la sanidad vegetal, la eficiencia de los procesos de transformación y el aprovechamiento de los subproductos**, a lo que se suman la necesidad de adaptarse a los efectos del cambio climático y las crecientes exigencias de los mercados.

Frente a este panorama, el proyecto ha promovido un enfoque que reúne aspectos agronómicos, ambientales, tecnológicos y sociales, con el propósito de generar y transferir conocimiento útil para el territorio. Esta cartilla recoge los principales resultados y aprendizajes de ese proceso, organizados en diferentes componentes que permiten comprender de manera propositiva la producción de panela y mieles como un sistema interrelacionado.

Su propósito es acercar conocimiento técnico y científico de manera práctica y comprensible para fortalecer las capacidades de productores, técnicos y demás actores vinculados al sector panelero del Guaviare. Así, busca aportar al fortalecimiento del sistema productivo, para que sea más competitivo, resiliente y acorde con las dinámicas del territorio.

Capítulo 1.

¿Quiénes producen panela en el Guaviare?



La producción de panela y mieles en el Guaviare se desarrolla en un contexto rural con características sociales, productivas y tecnológicas propias que es importante conocer para llevar a cabo las acciones de fortalecimiento del sector. **En este capítulo se presenta una caracterización de los productores del departamento, sus condiciones socioeconómicas, las prácticas de manejo del cultivo, la infraestructura disponible y las formas de comercialización, con el fin de identificar oportunidades de mejora para la actividad panelera.**

Perfil socioeconómico de los productores paneleros

Los productores de caña de azúcar para la elaboración de panela y mieles son, en su mayoría, hombres adultos con una edad cercana a los 53 años. En general, presentan bajos niveles de escolaridad y formación académica. **Además, es frecuente que combinen la actividad panelera con la ganadería u otras ocupaciones, como parte de las estrategias de sustento propias de la agricultura familiar campesina.**

La situación económica del sector tiene importantes limitaciones: la cobertura pensional es prácticamente inexistente y el acceso al crédito agropecuario y al ahorro es reducido, principalmente por los bajos ingresos y los niveles de endeudamiento.





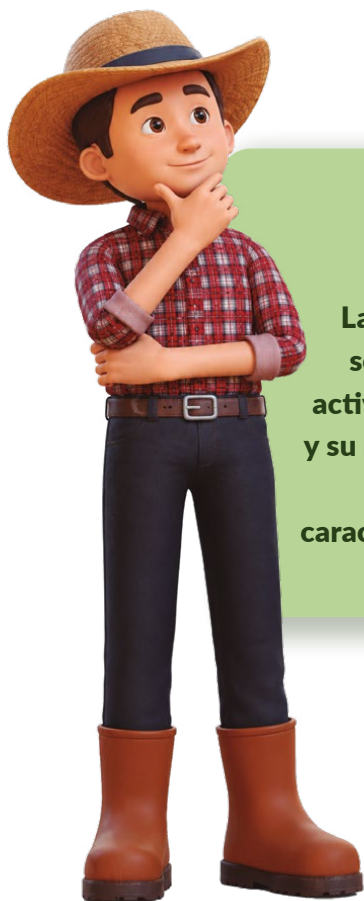
El sistema panelero se basa en agricultura familiar, con baja formación técnica y diversificación de actividades como estrategia de subsistencia.



Caracterización socioeconómica de productores de caña para producción de panela y mieles, departamento de Guaviare.

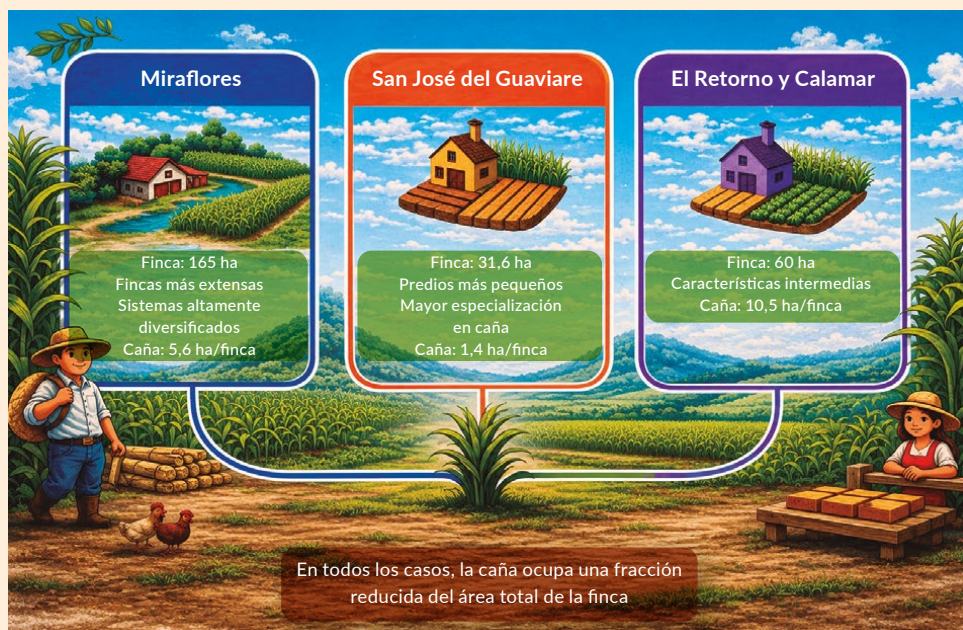
Producción panelera en municipios del Guaviare

La producción de panela y mieles presenta diferencias entre los municipios. En Miraflores predominan las fincas de mayor extensión y con actividades productivas diversificadas; aunque los predios alcanzan en promedio unas 165 hectáreas, la caña ocupa una proporción reducida (5,6 ha). En San José del Guaviare, los predios son más pequeños (31,6 ha) y muestran una mayor especialización en el cultivo de caña (1,4 ha), favorecida por la cercanía a los mercados. Por su parte, El Retorno y Calamar presentan un tamaño de predio intermedio, aunque con mayor proporción de área sembrada en caña que los otros dos municipios.



Recuerde

La producción de caña se combina con otras actividades agropecuarias, y su nivel de especialización depende de las características del territorio.



Producción panelera en municipios del Guaviare.

Tamaño de los predios, nivel de especialización y área sembrada en caña.



La actividad de molienda cambia entre los municipios, según el acceso a mercados, las vías y la tecnología disponible.



La producción anual de miel y panela también varía por municipio. Miraflores registra los mayores volúmenes en ambos productos (865 L de miel y 980 kg de panela), pese a moler solo dos veces al año, mientras que Calamar se destaca en panela (697 kg) con una frecuencia de molienda mayor (tres veces al año). El Retorno y San José del Guaviare presentan los volúmenes más bajos de miel (397 L y 390 L, respectivamente), con tres moliendas anuales cada uno.

Brechas agronómicas importantes:

- Desconocimiento del origen del material de siembra.
- Baja o nula fertilización.
- Control manual de malezas.
- Alta incidencia de *Diatraea* sp. con manejo químico y mínima adopción de control biológico.

Las labores de poscorte son fundamentales, si no existen planes de mantenimiento.

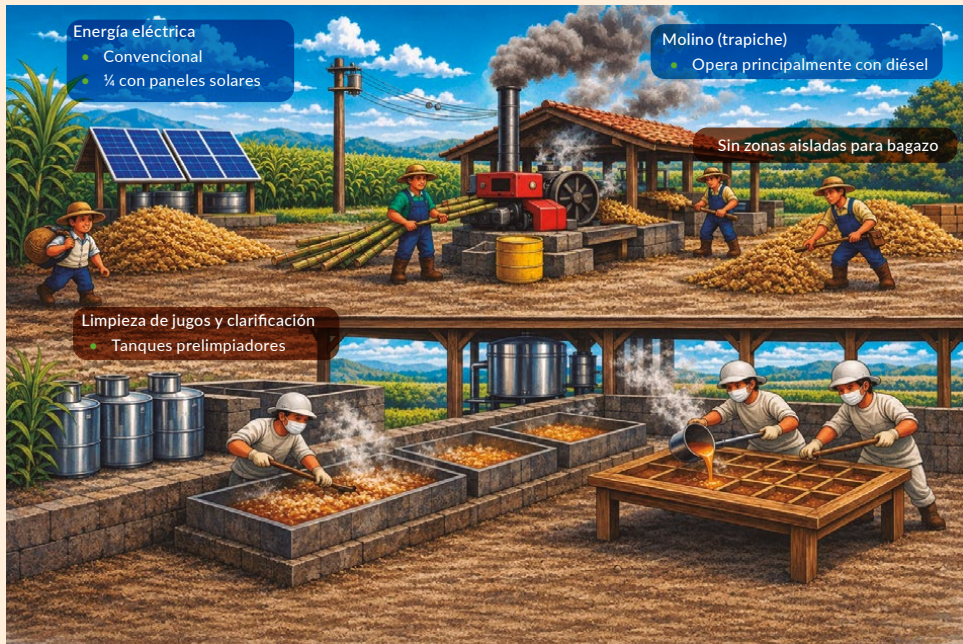
Mejorar el manejo del cultivo es fundamental para aumentar el rendimiento y la sostenibilidad del sistema productivo de caña.



Manejo agronómico del cultivo de caña en el Guaviare.

La mayoría de los trapiches cuenta con energía eléctrica convencional, y una cuarta parte ya usa paneles solares. **El molino funciona principalmente con diésel. En materia de inocuidad, la mayoría de las instalaciones no dispone de zonas separadas para el bagazo ni de espacios independientes para el batido y moldeo.** Para la limpieza de los jugos, se utilizan tanques prelimpiadores de aluminio, bateas de acero inoxidable y balso como clarificante.

La modernización de los trapiches sigue siendo un reto, especialmente en el aislamiento de áreas y la eficiencia energética, lo cual influye en la calidad y competitividad del producto.



Planta de producción y proceso de elaboración de panela y mieles en el Guaviare.

Producción, comercialización y uso de subproductos

La producción se orienta principalmente a mieles y es complementada con la producción de panela. La comercialización es limitada por el autoconsumo y el mal estado vial, lo que restringe el acceso a mercados formales. Por su parte, los subproductos, como el bagacillo, la cachaza o la ceniza, se aprovechan en los cultivos o en la alimentación animal.

El sistema panelero enfrenta barreras para acceder a los mercados debido a las condiciones de las vías, pero aprovecha de manera integral los subproductos del proceso.



Comercialización y uso de subproductos en la elaboración de panela y mieles.

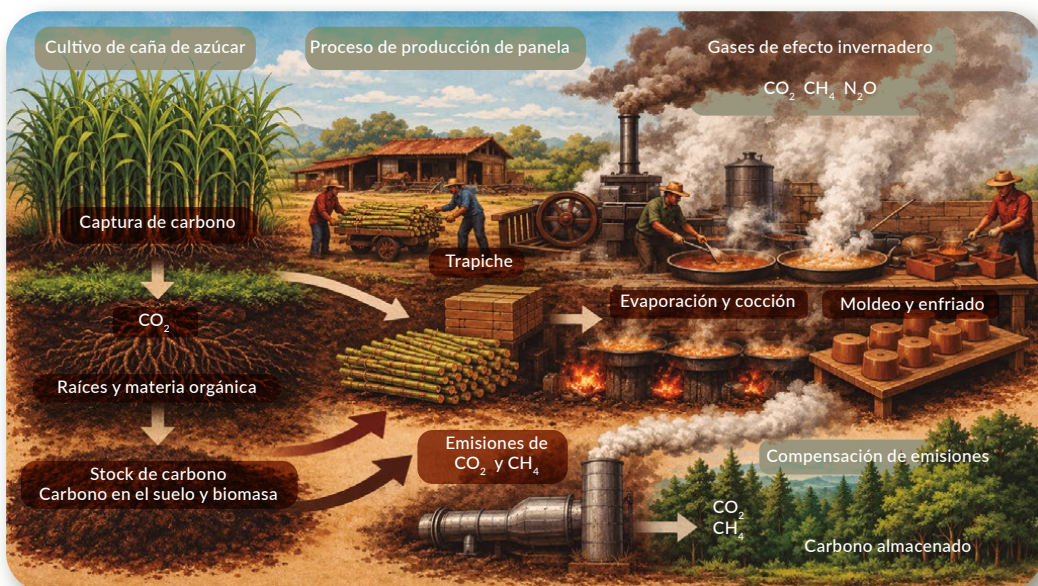


Capítulo 2.

Cómo evaluar los servicios asociados al carbono en cultivos y suelos destinados a la producción panelera



En Colombia, la producción de panela y mieles es una actividad tradicional y estratégica, liderada por regiones como la Hoya del río Suárez (entre Santander y Boyacá), Cundinamarca, Antioquia, Huila y Nariño. **En el Guaviare, este sector avanza en la adopción de prácticas agrícolas sostenibles que ayuden a que plantas y suelos capturen y almacenen carbono.**



Captura y almacenamiento de carbono en caña panelera.

La captura de carbono es un proceso natural en el que las plantas absorben dióxido de carbono (CO_2) de la atmósfera y lo transforman en biomasa mediante la fotosíntesis.

En los sistemas agrícolas colombianos, la caña de azúcar mitiga el cambio climático gracias a este proceso, mientras aporta materia prima para producir panela y mieles.

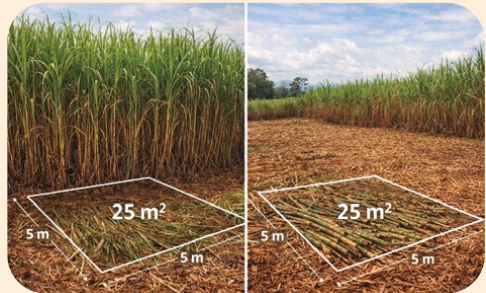
El primer paso consiste en contar con una metodología de campo y laboratorio ajustada a la zona de estudio.

Metodología de campo

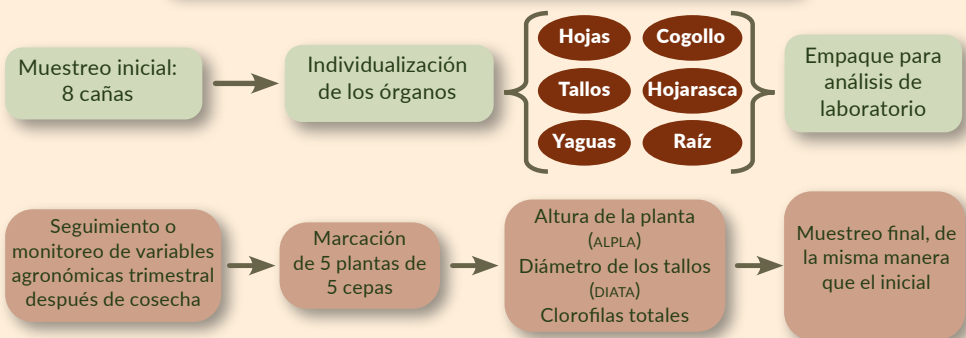


Estudio de campo

En San José del Guaviare, El Retorno y Calamar se seleccionaron cinco fincas después de caracterizar a los productores y sus sistemas de corte o cosecha. Al final del ciclo del cultivo, cerca de la fecha de cosecha, se cuantificaron la acumulación de materia seca y el contenido de carbono (para lo cual se requiere contar con plantas en máximo desarrollo). En cada finca se delimitaron dos parcelas de 25 m² para el cultivo de caña y otra de la misma área como zona no intervenida. **Allí se tomaron muestras de ocho cañas (tejido vegetal) y de suelo para su análisis en laboratorio.** Además, las parcelas entraron en seguimiento agronómico para evaluar el contenido de carbono en el tiempo.

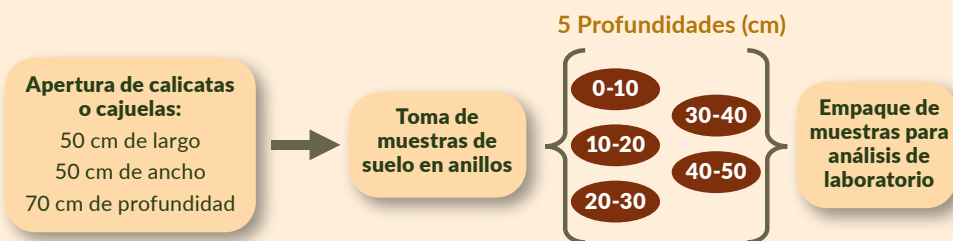


Muestreo vegetal en punto de cosecha o corte en campo



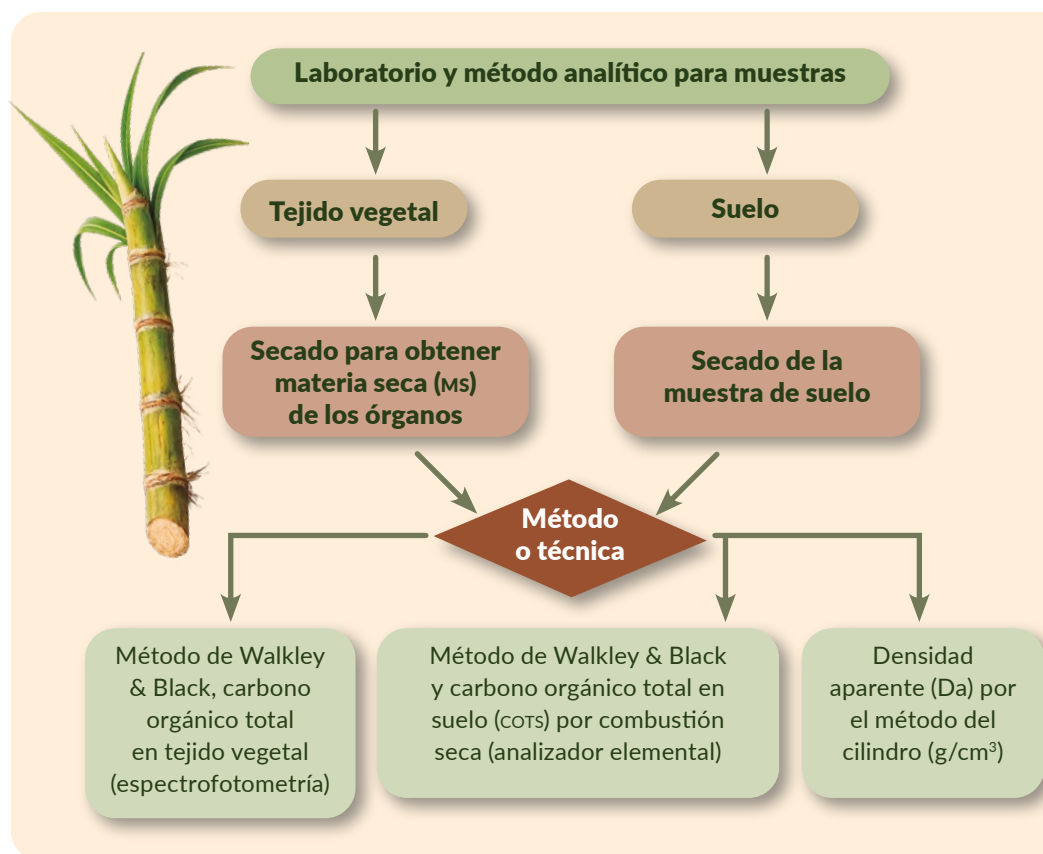


Muestreo en suelo, en punto de cosecha o corte en campo



Metodologías de laboratorio

Las muestras de tejido vegetal y suelo se procesaron en laboratorio. El tejido vegetal se seca para obtener el peso de la materia seca (M_s) y se procesan las muestras de suelo. Las técnicas o métodos para cuantificar el carbono orgánico (CO) dependen del laboratorio. **Se sugieren los métodos Walkley & Black y de carbono orgánico total en suelo (COTs) por combustión seca (analizador elemental).** Además, se determina la densidad aparente (D_a) del suelo mediante el método del cilindro (g/cm^3).



Tratamiento de los datos

¿Cómo calcular el contenido de carbono orgánico en la caña de azúcar?

Primero, se determina el porcentaje de humedad (H) de las muestras de tejido vegetal con la relación entre la materia fresca (MF) y la materia seca (MS):

$$H (\%) = \frac{MF-MS}{MF} \times 100$$

Luego se calcula la equivalencia de MF y MS en toneladas por hectárea al año (t/ha/año). **Para facilitar el análisis de los resultados, los órganos de la planta se agrupan en tres categorías:**

1. **Raíz (cepa):** carbono que queda secuestrado en el suelo poscosecha.
2. **Tallo:** carbono extraído en la producción de panela.
3. **Residuos (hojas + cogollos + yaguas):** carbono reciclable en campo.

El carbono orgánico total de la planta se obtiene al sumar los principales componentes del carbono almacenado:

$$\text{CO total de la planta} = C_{\text{Raíz}} + C_{\text{Tallo}} + C_{\text{Residuos}}$$

El contenido de carbono orgánico en el suelo (cos) se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$\text{COS} = \text{Da} \times \text{P} \times \text{CO}$$

Donde:

- Da: densidad aparente (t/m³).
- P: profundidad (m).
- co: carbono orgánico.



Capítulo 3.

Producción de semilla de caña de azúcar: aspectos básicos para el Guaviare



La buena calidad de la panela y las mieles comienza con una buena semilla. Un semillero bien manejado produce plantas sanas, uniformes y productivas, y mejora el rendimiento del cultivo.

Este apartado presenta, de manera práctica y visual, los pasos principales para producir semilla de caña de azúcar de calidad en el Guaviare. El propósito es orientar a productores y técnicos en la selección, manejo y uso de semilla para la producción de panela y mieles.



La calidad de la panela comienza con la semilla.

Foto: Eduar Yovany Antolinez Sandoval

Selección de la semilla

Antes de establecer el cultivo, es importante definir su objetivo y planificar su producción como un negocio. Si se elige una nueva variedad, es necesario usar material de calidad para reducir los riesgos. La semilla de calidad puede provenir de varias fuentes, que se muestran a continuación.



Si va a introducir una nueva variedad en la finca, utilice plantas germinadas, con lo cual evita el riesgo de ingresar plagas o enfermedades.

De dónde se obtiene la semilla para el cultivo

Cogollo



Tallo completo



Planta germinada



Al elegir una nueva variedad, busque materiales adaptados a las condiciones locales, con buen contenido de sacarosa, condiciones de rusticidad y tolerancia a enfermedades.



Recuerde

Use semilla de lugares conocidos, especialmente de viveros con registro ICA; evite semilla de socas viejas o con síntomas de enfermedades. Si toma la semilla directamente de su finca, desinféctela para que no transmita plagas y enfermedades al nuevo lote.

Preparación y siembra

La preparación del suelo favorece una buena brotación. Las labores dependen del tipo de suelo y se realizan de forma manual o mecanizada. Las más comunes son el arado, el rastrillado y el surcado. **Un surco suelto y aireado facilita el desarrollo de las raíces.**

Criterios para seleccionar el lote semillero



Siembra

La siembra depende del material utilizado: semilla en tallos (trozos), cogollos o plantas.

Recomendaciones generales para la siembra:

- **Coloque** la semilla en contacto directo con el suelo.
- **Evite** profundidades excesivas.
- **Cubra** uniformemente con suelo suelto.



Manejo agronómico del semillero

El manejo del semillero incluye el control de malezas, la fertilización y el riego oportuno. La fertilización suele realizarse entre los dos y los cuatro meses después de la siembra. Estas labores, que son preventivas y dependen de las necesidades del cultivo, **ayudan a obtener una semilla sana y vigorosa, y reducen el riesgo de dispersar plagas y enfermedades en los lotes comerciales.**

Cosecha y desinfección de la semilla

El momento óptimo para el corte de la semilla varía según el manejo del semillero. En las condiciones del Guaviare, la semilla suele cosecharse entre los seis y nueve meses después de la siembra: **lo importante es obtener tallos con al menos nueve yemas viables.** También es clave analizar el estado fitosanitario del semillero para verificar la ausencia de plagas y enfermedades que puedan transmitirse a nuevas áreas de siembra.

Para cortar la semilla, se seleccionan tallos sanos y bien desarrollados. Luego, la semilla debe pasar por un proceso de desinfección para reducir el riesgo de transmitir patógenos (**tabla 1**).

Tabla 1. Prácticas recomendadas para la desinfección de la semilla

Actividad	Descripción	Recomendación
Selección de tallos	Eliminar tallos enfermos o débiles	Usar únicamente tallos que tengan las características de la variedad y un buen estado sanitario
Desinfección	Sumergir en solución fungicida/insecticida	Usar siempre las dosis recomendadas y productos con registro ICA
Secado	Ecurrir la semilla a la sombra después de la desinfección	Evitar el sol directo

Fuente: Elaboración propia

Resultados destacados del proyecto en materia de semilla

En la vereda Colinas se estableció un semillero con nuevas variedades para evaluar su comportamiento en las condiciones del Guaviare. El semillero se estableció con plantas germinadas para reducir el riesgo de introducir nuevas plagas o enfermedades al departamento.



Evolución del semillero de caña de azúcar. a. Establecimiento del semillero; b. Semillero cinco meses después de la siembra.

Fotos: Eduar Yovany Antolinez Sandoval

En torno a este proceso, se realizaron jornadas de capacitación para productores, profesionales y aprendices, quienes conocieron sobre semilla de calidad.



Capítulo 4.

Manejo agronómico de las variedades de caña panelera



La elección de una buena variedad de caña panelera influye en el rendimiento del cultivo y en la calidad de la panela. Cada variedad responde de manera diferente a las condiciones de suelo, clima y manejo agronómico, así que **una selección adecuada permite aprovechar mejor los recursos del cultivo, reducir riesgos productivos y mejorar la rentabilidad**. Un manejo ajustado a cada variedad ayuda a estabilizar la producción y la sostenibilidad del cultivo.

Características agroindustriales para tener en cuenta en el momento de elegir una variedad de caña

- Adaptación a diferentes condiciones agroecológicas
- Tolerancia a las plagas y enfermedades
- Ciclos vegetativos cortos
- Altos tonelajes de caña
- Buen comportamiento en socas
- Altos contenidos de sacarosa
- Altos rendimientos en panela
- Buena calidad de panela
- Altos contenidos de fibra

Campo



Proceso



El éxito del cultivo comienza con una variedad adaptada a la región y con un buen manejo desde el campo hasta el trapiche.

Variedades de caña sembradas en Guaviare

Las primeras variedades cultivadas fueron las criollas. Luego se introdujeron las POJ, cuya variedad más destacada fue la POJ 2878. Después llegaron materiales como CP 57-603 y las variedades Puerto Rico. **Entre las más sembradas en el Guaviare se encuentran la PR 61-632, la RD 75-11, la POJ 2878, la Co 421 y la Mayarí 5465, algunas de ellas mezcladas en los cultivos comerciales.**

PR 61-632



POJ 2878



RD 75-11



Co 421



Variedades tradicionales de caña de azúcar cultivadas en el departamento del Guaviare.

Fotos: Ever Delgado Barrios



¿Qué aspectos tener en cuenta para el manejo agronómico del cultivo?



Conozca las condiciones agroecológicas de la zona

El Guaviare tiene un clima cálido y húmedo, con temperaturas promedio entre 24 y 31 °C, y lluvias frecuentes durante gran parte del año (2.600 mm/año). Su relieve es plano o ligeramente ondulado.



Planee la siembra

Antes de sembrar, defina:

- Las labores que realizará en el cultivo.
- Los insumos que necesitará.
- El lote y el área de siembra.
- La cantidad de jornales necesarios para la preparación del suelo y la siembra.
- El tipo y la cantidad de semilla que utilizará.



Seleccione el terreno

- Elija suelos profundos, bien drenados y de textura franca o franco-arenosa.
- Escoja sitios de fácil acceso para transportar la caña al trapiche.
- Realice un análisis de suelo antes de la siembra.



Prepare el suelo

Limpie el terreno antes de la siembra. Elimine rastrojos y malezas que puedan afectar el desarrollo de la caña. Priorice la labranza mínima y, ocasionalmente, la labranza vertical con arado de cincel, para reducir el disturbio del suelo y corregir zonas compactadas. En los suelos ácidos del Guaviare, es importante aplicar enmiendas para ajustar el pH y favorecer la disponibilidad de nutrientes.



Seleccione la variedad

- Utilice variedades adaptadas o evaluadas para las condiciones de la zona, que tengan buen rendimiento.
- Utilice material vegetal proveniente de lotes sanos y libres de plagas y enfermedades.

Recuerde

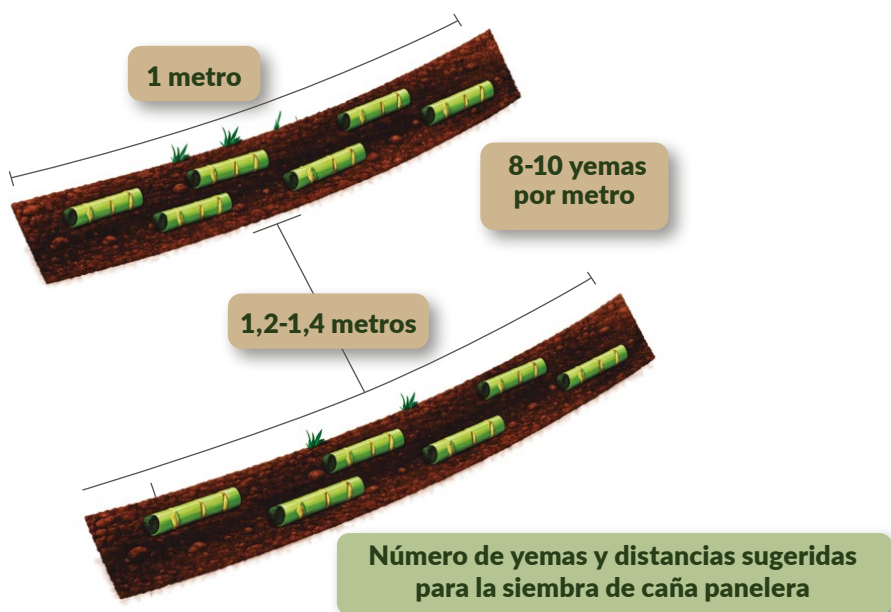
Para sembrar una hectárea, se necesitan entre siete y nueve toneladas de semilla. Todo depende de su calidad y del sistema de siembra.



Tenga en cuenta la época y el tipo de siembra

Realice la siembra al inicio de la temporada de lluvias para favorecer la germinación.

- Abra surcos de 25 a 30 cm de profundidad.
- Utilice semilla continua o en trozos, con yemas sanas.
- Cubra la semilla con una capa delgada de suelo suelto (2-5 cm de espesor) para no afectar la germinación.
- Mantenga una distancia de 1,2-1,4 m entre surcos.



Realice fertilización y control de malezas

La cantidad de fertilizante se basa en el análisis de suelos. **La caña responde bien a aportes de materia orgánica, como compost o gallinaza bien compostada, y a fuentes de nutrientes como nitrógeno, fósforo y potasio, en etapas tempranas (durante los cuatro primeros meses).** El fertilizante se aplica en el momento de la siembra, en el fondo del surco y durante el desarrollo del cultivo, antes de los seis meses, para no afectar la calidad de la panela.



Aplique el fertilizante en banda sobre la parte alta del surco cuando el suelo tenga buenas condiciones de humedad. Luego cúbralo mediante el aporque.

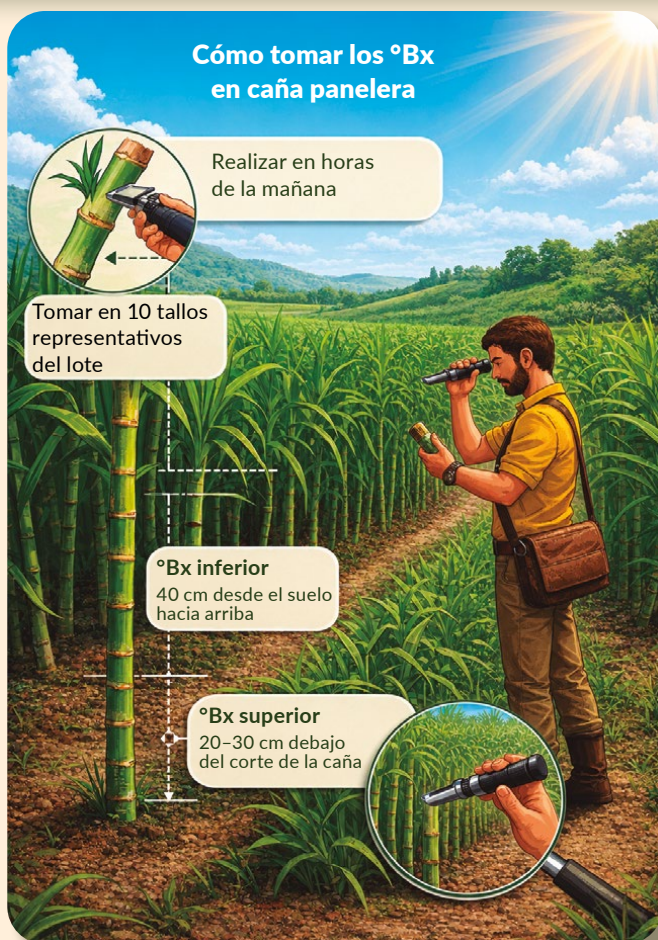
El control de malezas es integrado: combina prácticas culturales (preparación del suelo, distancia de siembra, calidad de semilla), labores manuales con pala o azadón y herbicidas, de ser necesario. Si se emplea control químico, se debe realizar antes de la fertilización, para controlar gramíneas persistentes.

Control de la maduración y la cosecha

Mida los sólidos solubles totales (sst) con un refractómetro.

Estos sólidos se expresan en grados Brix ($^{\circ}\text{Bx}$).

Tome muestras de 10 tallos por lote dos meses antes de la fecha prevista de corte. La edad del cultivo y sus condiciones influyen en la maduración de la caña.



Luego del monitoreo, calcule el promedio de los grados Brix de la parte superior y de la parte inferior en los tallos utilizados. **Realice la siguiente fórmula:**

$$\text{Índice de madurez} = \frac{^{\circ}\text{Bx superior}}{^{\circ}\text{Bx inferior}}$$

El resultado se interpreta así:

- » 0,95-1,00: caña madura; cosechar inmediatamente.
- » < 0,95: caña inmadura; conviene esperar y repetir el muestreo.
- » > 1: caña sobremadura; cosechar lo más rápido posible.



Capítulo 5.

Manejo integrado de plagas y enfermedades en cultivos de caña panelera del Guaviare



Las plagas son seres vivos que causan daños económicos en los cultivos. Pueden ser insectos o roedores, microorganismos causantes de enfermedades (hongos, bacterias o virus) y malezas. **El manejo integrado combina prácticas culturales, biológicas, físicas y químicas**, y con este se previenen y controlan plagas que afectan la salud de las personas, el medio ambiente y el bolsillo del agricultor.

Principales insectos plaga en la caña de azúcar del Guaviare

Gusano tornillo o barrenador gigante de la caña (*Telchin* spp.)

La larva de este insecto perfora el tallo y consume los rizomas después de ingresar por la cepa. El daño debilita la planta y facilita la entrada de hongos y bacterias.

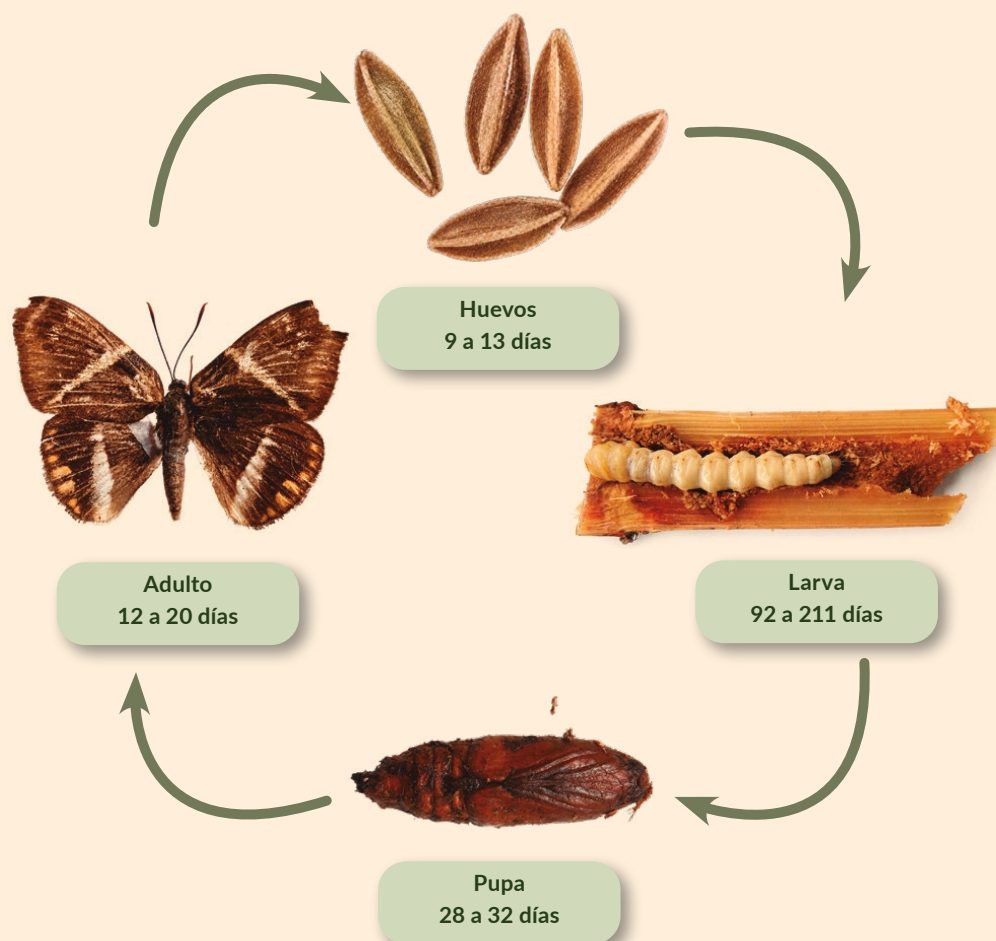


Daño causado por el barrenador gigante en la base de la planta.



Daño causado por la larva dentro del tallo de la caña.

Fotos: Nancy del Carmen Barreto Triana



El gusano tornillo reduce el contenido de sacarosa en jugos; causa pérdidas en producción del 20 al 60%, y en ataques severos produce la muerte de la cepa. Su ciclo de vida varía entre 152 y 216 días de huevo a adulto, y la etapa larval dura entre 92 y 111 días.

Ciclo de vida del gusano tornillo en condiciones de temperatura: $26,8 \pm 3,2$ °C y humedad relativa del 84,2%.

Fuente: Elaboración propia con base en Vargas et al. (2023).

Fotos: Pablo Andrés Osorio Mejía, Alejandro Pabón Valverde

Barrenador del tallo de la caña (*Diatraea* spp.)

En plantas jóvenes, las larvas perforan y causan la muerte de la yema apical (corazón muerto). También se alimentan del interior de los tallos más desarrollados. **El daño reduce la concentración de sacarosa en jugos y produce pérdidas en el rendimiento de panela.** Por cada 1 % de daño, se pierden cerca de 105 kg de panela por hectárea.

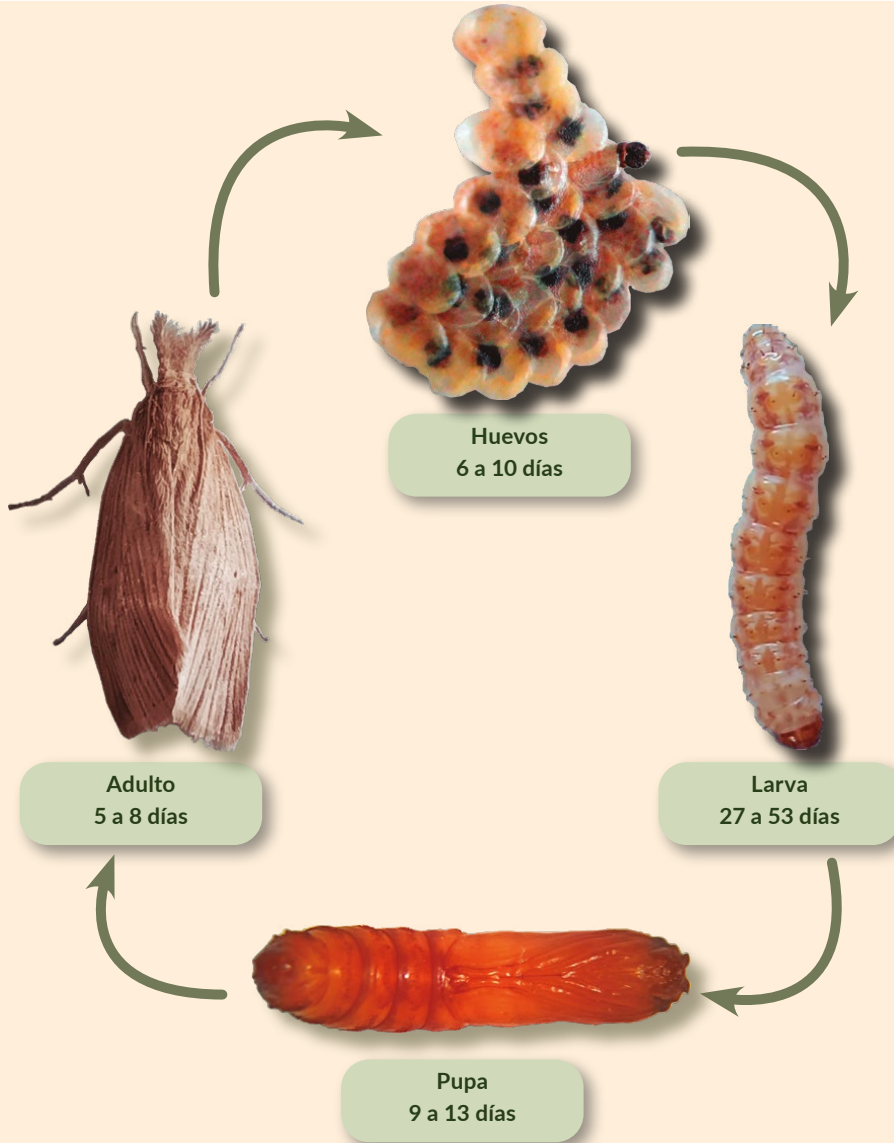


Síntoma de corazón muerto en cañas menores de cinco meses.



Daño interno causado por el barrenador del tallo.

Fotos: Nancy del Carmen Barreto Triana



El ciclo de vida del barrenador del tallo *Diatraea* spp., de huevo a adulto, dura en promedio 78 días.

Fotos: Zaida Xiomara Sarmiento Naizaque

Para determinar el daño y las pérdidas en el momento de la cosecha, tome al azar veinte cañas por hectárea. Cuente el número total de entrenudos por caña y haga dos cortes longitudinales en los lados opuestos de cada tallo. Registre en una planilla el número de entrenudos que están afectados por el barrenador. **Con esta información, calcule el porcentaje de intensidad de infestación (%I. I.):**

$$\%I. I. = \frac{\text{Entrenudos barrenados}}{\text{Entrenudos totales}} \times 100$$

Si el resultado supera el 4%, se aconseja liberar parasitoides en el siguiente cultivo, mínimo cada dos meses.

¿Qué parasitoides controlan al barrenador de la caña?

Los parasitoides son insectos benéficos que ayudan a controlar al barrenador. Algunos parasitan sus huevos, y otros, las larvas.

Parasitoide



Avispita
Trichogramma exiguum

¿Qué controla?

Huevos



Parasitoide

¿Qué controla?



Avispita
Cotesia flavipes

Larvas



Mosca
Billaea claripalpis

Larvas



Mosca
Genea jaynesi

Larvas



Todos estos parasitoides se producen comercialmente, excepto *G. jaynesi*.

Fotos: Zaida Xiomara Sarmiento Naizaque, Pablo Andrés Osorio Mejía

Si su cosecha de caña es por entresaque y presenta daño por este barrenador, haga liberaciones al menos cada dos meses, alternando 50 pulgadas de *T. exiguum*, 30 individuos de la mosca *B. claripalpis* y 2 gramos de *C. flavipes*.

Manejo integrado de barrenadores

Combine diferentes prácticas en el cultivo. Utilice variedades resistentes y fertilice con base en el análisis de suelos. Retire y destruya las socas infestadas, especialmente en casos de barrenador gigante. Realice aporque manual o mecanizado y mantenga un adecuado manejo de arvenses.

Igualmente, fortalezca el control biológico mediante la liberación de parasitoides. Mantenga plantas nectaríferas con flor dentro y alrededor del cultivo, ya que estas ofrecen alimento y refugio a los enemigos naturales de la plaga.

Barrenador de la caña *Diatraea* spp.: una plaga de control oficial

La Resolución ICA 17848 de 2017 define medidas para que todos los productores de caña de azúcar del país hagan manejo y control del barrenador. Entre ellas, se encuentran el monitoreo del daño (porcentaje de intensidad de infestación), el uso de semilla sana y el control biológico con parasitoides. También se promueve el establecimiento de franjas con plantas de flores nectaríferas, que favorecen la presencia de fauna benéfica, como la mosca *Genea* sp.

Salivazos (*Aenolamia* spp. y *Mahanarva* spp.)

Las ninfas de *Aenolamia* spp. se ubican en las raíces de la planta, y las de *Mahanarva* spp., en las yaguas (hojas secas que permanecen adheridas al tallo de la caña, donde se alimentan de la savia). Se reconocen fácilmente por la saliva o espuma que producen. Los adultos se posan en el follaje e inyectan toxinas que deterioran la planta.



Cuando el ataque de los salivazos es fuerte, las pérdidas pueden llegar a ser muy altas, de entre el 20 y el 60 % de la producción.



Ninfas de salivazo en la base de la planta.



Ninfas en las hojas.



Adulto sobre el follaje de la planta.



Daño causado por salivazos.

Fotos: Ayda Fernanda Barona Rodríguez

Manejo integrado de salivazos

El manejo debe combinar distintas prácticas dentro y alrededor del cultivo.

Utilice variedades resistentes y fortalezca las labores culturales, como la preparación del suelo, el aporque y el despeje de la cepa después de la cosecha. Use trampas pegajosas amarillas y realice control biológico con hongos entomopatógenos, nematodos y organismos depredadores.

Cuando sea necesario, complemente estas acciones con insecticidas químicos o de origen botánico. Extienda el manejo a las gramíneas y los pastos cercanos al cultivo de caña, ya que pueden servir de refugio para la plaga.

Complejo de hormiga loca, *Nylanderia fulva*, y cochinilla harinosa, *Saccharicoccus sacchari*

La hormiga loca no causa daño directo a la caña, pero sí es molesta para los corteros. Además, **protege y dispersa a la cochinilla harinosa, un insecto chupador que debilita la planta.** La cochinilla suele encontrarse debajo de la yagua o vaina de las hojas y produce sustancias azucaradas cerosas que atraen a la hormiga. Cuando las poblaciones son altas, aparece la fumagina, que reduce la fotosíntesis.



Presencia de cochinilla
y hormiga loca.

Foto: Ayda Fernanda Barona Rodríguez



Presencia de cochinilla y
formación de fumagina.

Foto: Ximena López González

Manejo integrado del complejo

El manejo se enfoca en el control de la hormiga para evitar la dispersión de la cochinilla. Para ello, utilice cebo tóxico preparado con insecticida, mogolla de trigo, harina de pescado, azúcar y agua. Realice el deshoje de tallos para exponer a las cochinillas.

Principales enfermedades de la caña en el Guaviare



**Roya naranja
en lámina foliar.**



**Lesiones de mancha de ojo
en lámina foliar.**

Fotos: Ayda Fernanda Barona Rodríguez

**Roya naranja
(*Puccinia kuehnii*)**

Se reconoce por las manchas amarillentas alargadas visibles en ambos lados de la hoja. En el envés aparecen pústulas con un polvillo naranja que sobresalen de la superficie y se dispersan con el viento.

**Mancha de ojo
(*Bipolaris sacchari*)**

Produce lesiones rojizas o cafés, rodeadas de un anillo amarillo bien definido. A medida que avanzan, las lesiones aumentan de tamaño y pueden unirse entre sí. Los síntomas se intensifican en condiciones de alta humedad relativa.



**Lesiones de mancha de anillo
en lámina foliar.**



**Amarillamiento en
nervadura central.**

Fotos: Ayda Fernanda Barona Rodríguez

**Mancha de anillo
(*Leptosphaeria sacchari*)**

Se manifiesta en manchas rojizas ovaladas o circulares en ambas caras de las hojas. Con el tiempo, las manchas se vuelven irregulares y presentan un centro claro y un anillo grueso de color café oscuro en el borde. Las hojas afectadas se secan y se desprenden del tallo.

**Virus de hoja amarilla
(*Sugarcane Yellow Leaf Virus* [SCYLV])**

Se manifiesta con un amarillamiento intenso en la nervadura central, que se extiende desde la punta hasta la base de la hoja. Es transmitido por áfidos o pulgones y por semillas de baja calidad.

Recomendaciones generales

Siembre variedades resistentes o tolerantes y utilice semilla sana, proveniente de lotes libres de plagas y enfermedades. Además, desinfecte la herramienta de corte con yodo para evitar su diseminación. Igualmente, mantenga una buena nutrición del cultivo, con base en el análisis de suelos.



Capítulo 6.

Micorrizas en el cultivo de caña de azúcar para la producción de panela



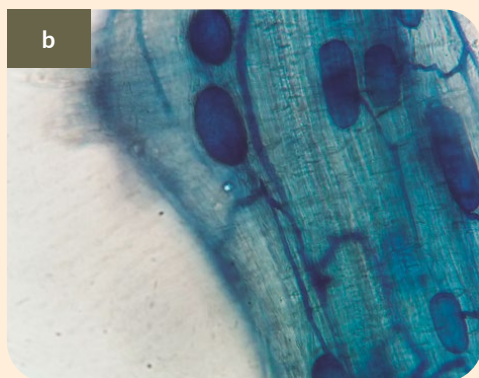
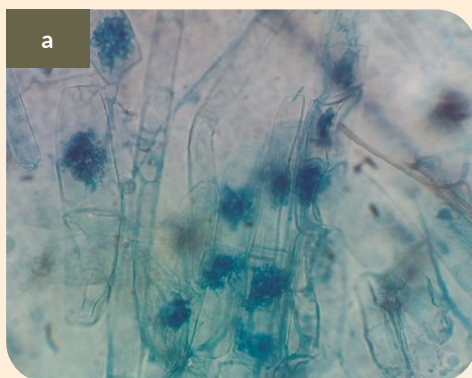
En el Guaviare, la nutrición del cultivo ha dependido principalmente de insumos químicos para compensar la baja fertilidad natural. Por ello, para lograr la sostenibilidad en las fincas, es importante integrar alternativas biológicas que promuevan el equilibrio del ecosistema. Una de ellas es el uso de micorrizas u hongos formadores de micorrizas arbusculares (HFMA) —llamados así porque forman pequeñas estructuras ramificadas similares a árboles (arbúsculos) dentro de las raíces—, que actúan como “socios de la raíz”. Estos microorganismos ayudan a mejorar la absorción de nutrientes, especialmente el fósforo; además, **umentan la tolerancia a la sequía, mejoran la estructura física del suelo, protegen el sistema radicular, capturan metales pesados y reducen los gastos en fertilizantes químicos.**



En esta sección encontrará
qué son las micorrizas,
cómo incorporarlas y
cuáles son los beneficios
que aportan a la
producción de caña.

¿Qué son las micorrizas y cómo se asocian a la raíz de la caña?

La palabra *micorriza* se deriva del griego *myco* (hongo) y *rhiza* (raíz). Se trata de una relación natural en la que ambos organismos se benefician mutuamente: **la caña suministra carbohidratos a la micorriza, y, a cambio, esta desarrolla una red de hifas (filamentos del hongo) que explora un mayor volumen de suelo y expande, así, el alcance de la raíz de la planta.** En el interior de la célula radical se forman arbuscúlos, estructuras ramificadas donde ocurre el intercambio de nutrientes y azúcares entre la planta, el hongo y las vesículas (órganos de almacenamiento del hongo). Para los hongos micorrícicos es indispensable asociarse con la planta, para completar su ciclo de vida y producir esporas, que son sus órganos de propagación.

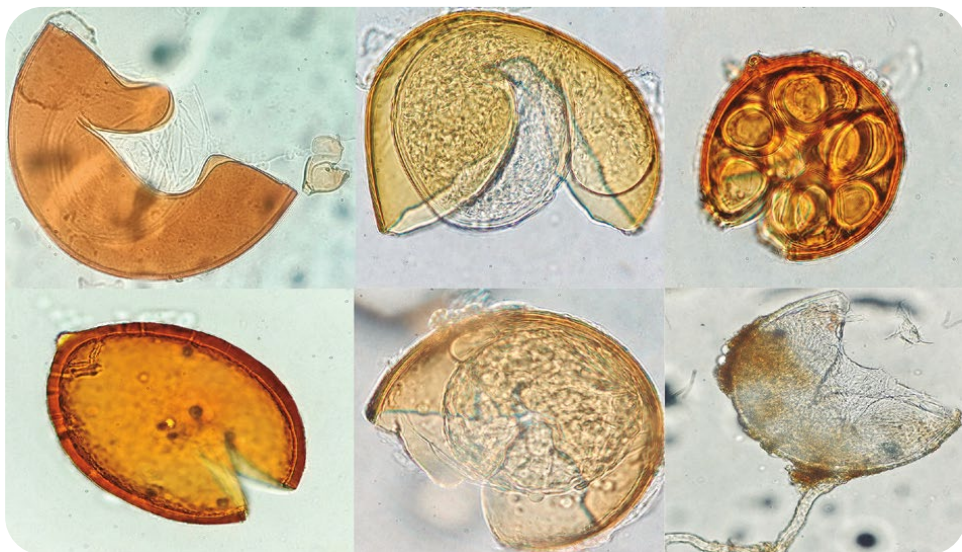


Raíz de caña de azúcar para panela con estructuras de hongos micorrícicos. a. Arbúsculos; b. Vesículas e hifas.

Fotos: Wilmar Alexander Wilches Ortiz

¿Dónde viven las micorrizas y cuál es su diversidad en los suelos del Guaviare?

En el Guaviare se encontró una gran variedad de micorrizas nativas de diversos tamaños, colores y formas, dispuestas para el contacto con una raíz, con el fin de iniciar su ciclo de vida, empezar a trabajar con ella y, así, otorgarle a la planta múltiples beneficios.



Algunos hongos formadores de micorrizas arbusculares en suelos cultivados con caña de azúcar para la producción de panela y miel en el Guaviare.

Foto: Wilmar Alexander Wilches Ortiz

¿Cómo multiplicar hongos micorrícicos en la finca?

Para iniciar, utilice un inóculo comercial con registro ICA de mínimo 40 esporas/g (es fundamental conocer la concentración de esporas por gramo). **El método más fácil para multiplicar los hongos micorrícicos es con “cultivos trampa”**: se sugiere el uso de pasto amargo (*Brachiaria decumbens*), maíz (*Zea mays*) o frijol caupí (*Vigna unguiculata*), ya que sus raíces crecen vigorosamente. Para la ejecución técnica, este proceso incorpora cinco pasos básicos:

Paso 1. Inoculación en bandejas de germinación

Siembre el pasto en bandejas con turba o suelo solarizado durante 20-30 días. Aplique 4 g o 150 esporas por alvéolo (la cantidad está en función del inóculo comercial). Asegúrese de que la raíz, al crecer, tenga contacto directo con la micorriza para que se produzca la inoculación.

Paso 2. Trasplante e inoculación en bolsas

Traslade las plántulas de las bandejas de germinación a bolsas una vez se hayan fortalecido y haga una nueva inoculación con 7 g o 250 esporas por bolsa. Después de un mes, cuando las plantas hayan completado su adaptación, suspenda el riego (estrés hídrico) para estimular la multiplicación del hongo y producir más esporas.

Paso 3. Construcción e inoculación en eras

Traslade las plántulas de las bolsas a las eras para producción masiva. Desinfecte el sustrato previamente con solarización, por 20-30 días, para subir la temperatura. Utilice el ingrediente activo dazomet (25 %) para eliminar fuentes de contaminación (patógenos). Durante el trasplante, reinocule

con 8 g o 300 esporas por sitio. Siembre a una alta densidad para producir abundantes raíces y mantenga entre 4 y 6 meses sin fertilizantes químicos para intensificar la inoculación.

Paso 4. Recolección del inóculo

A los 6 meses, suspenda el riego por 20-30 días bajo techo (estrés por sequía), lo cual produce una señal biológica para que la micorriza se reproduzca masivamente. Para la cosecha de la micorriza (inóculo), solo utilice suelo. Pique finamente las raíces del pasto y homogenice en una zaranda de 5 mm. Empaque el inóculo integral (raíces y suelo) en bolsas negras y rotule con la fecha.

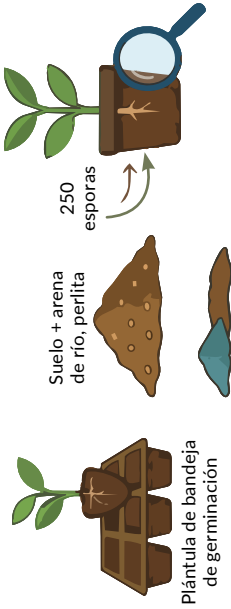
Paso 5. Control de calidad

Para asegurar el éxito del proceso, consulte la lista de laboratorios certificados por el ICA y realice los análisis de cantidad de esporas, porcentaje de raíz micorrizada e identificación de géneros predominantes.

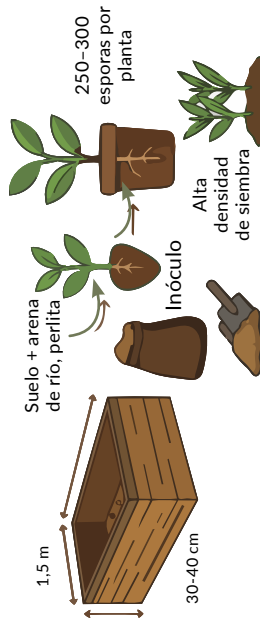
Paso 1. Inoculación en bandejas de germinación



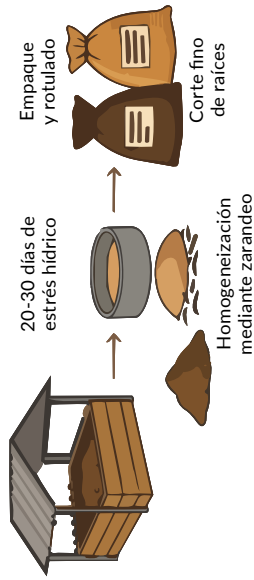
Paso 2. Trasplante e inoculación en bolsas



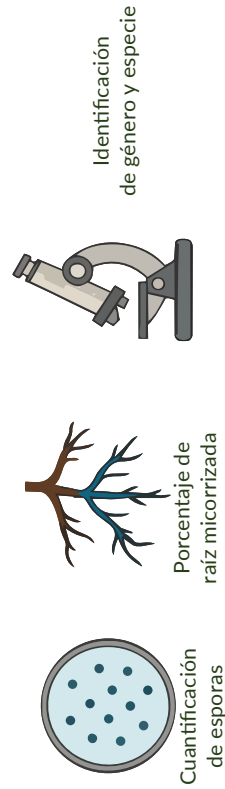
Paso 3. Construcción e inoculación en eras



Paso 4. Recolección del inóculo



Paso 5. Control de calidad



Establecimiento de pasto amargo (*B. decumbens*) para multiplicar hongos formadores de micorrizas.

¿Cómo se usan las micorrizas en campo y cómo ayudan a disminuir costos?

Para una correcta inoculación con micorrizas, utilice un inóculo con control de calidad y ajuste la dosis según la concentración de esporas (no se base únicamente en el peso del inóculo). **Use la siguiente fórmula para garantizar una población de hongos micorrícicos en el suelo de 80 esporas/g y estimar la dosis del inóculo:**

$$\text{Dosis de inóculo (g)/bolsa} = \frac{80 \text{ esporas/g (población objetivo)}}{40 \text{ esporas/g de inóculo (concentración de inóculo)}} = 2 \text{ g/bolsa}$$

Realice la aplicación en un solo momento, en alguna de estas dos formas:

- **Vivero (plántulas de yema individual):** la planta llega al sitio definitivo con la raíz inoculada (40 esporas/g). Se aplican 2 g de inóculo por bolsa.
- **Siembra directa:** el inóculo se aplica en el surco, en contacto directo con la semilla o la cangrejera de caña. La dosis recomendada es de 100-150 kg/ha.

El uso de micorrizas puede reducir hasta un 50% la necesidad de aplicar fertilizantes químicos costosos, como DAP o superfosfato. **Las plantas micorrizadas tienen mayor vigor, aumentan la longevidad y la cantidad de cosechas, y postergan el costo de renovación.** Al sumar el ahorro en insumos y el aumento en la producción, el beneficio puede incrementarse entre un 15 y 20% por tonelada de caña producida.

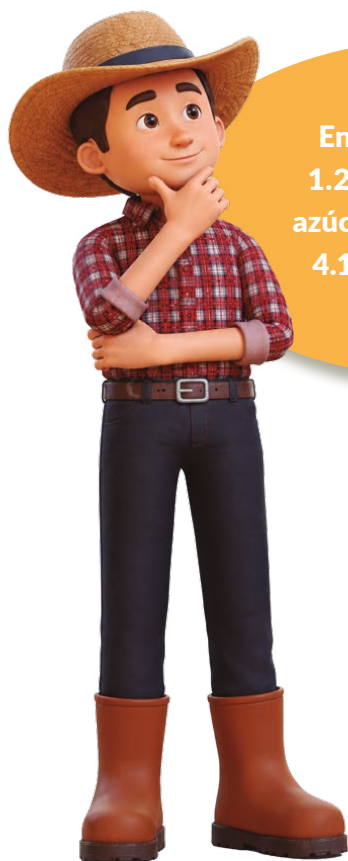
Capítulo 7.

Agroindustria de caña de azúcar para la producción de panela y miel



La panela es mucho más que un dulce tradicional; es el resultado del trabajo, el conocimiento y la unión de las comunidades rurales. Cada panela lleva el esfuerzo de familias campesinas que, con dedicación, transforman la caña de azúcar en un alimento natural. Hoy, esa tradición sigue viva, pero con la mirada puesta en el futuro.

Así, la agroindustria panelera evoluciona gracias a la innovación sostenible: **nuevas hornillas que aprovechan mejor el bagazo y ahorran energía, prácticas más limpias y seguras, y procesos que garantizan una panela de mejor calidad para el consumidor.**



En el Guaviare cultivamos
1.200 hectáreas de caña de
azúcar, de las que se obtienen
4.100 toneladas de panela.



Etapas de transformación de caña de azúcar en miel y panela.

Proceso de transformación de caña de azúcar en panela: *tips* para cada etapa

Apronte de la caña

Consiste en organizar y almacenar temporalmente un volumen suficiente de caña en el trapiche, lo que permite mantener una alimentación continua del molino y dar estabilidad al proceso de elaboración de panela.



Tips para hacer el apronte:

1. **Coseche** la caña en su punto óptimo de madurez.
2. **Retire** hojas secas, tierra y material extraño antes de la molienda.
3. **Mantenga** el área de apronte limpia y libre de residuos.
4. **Pese** la caña para controlar rendimientos y pérdidas.

Extracción del jugo

El jugo se obtiene mediante la compresión de la caña de azúcar en un molino. Durante este proceso, se produce bagazo, un subproducto que puede aprovecharse como fuente de energía en el sistema productivo.



Tips para extraer el jugo:

1. **Alimente** el molino de forma continua y sin sobrecargarlo.
2. **Mantenga** los rodillos limpios para mejorar la extracción.
3. **Procese** la caña recién cortada para obtener más jugo y, de esta manera, evitar moler caña seca o deteriorada.
4. **Retire** piedras y objetos duros antes de la molienda.
5. **Realice** mantenimiento periódico al molino.

Calcule la extracción de jugo del molino

Este cálculo es muy sencillo y ayuda a verificar si el molino está trabajando bien. Cuando la extracción es mayor del 60%, se considera un buen rendimiento:

$$\text{Extracción del molino} = \frac{\text{Peso del jugo}}{\text{Peso de la caña}} \times 100 = \frac{\text{Peso de la caña} - \text{peso del bagazo}}{\text{Peso de la caña}} \times 100$$

Bagacera y hornilla

El bagazo producto de la molienda se almacena en cobertizos denominados “bagaceras”. Allí, el contenido de humedad disminuye aproximadamente del 50 % a menos del 30 % (para su uso en hornillas con cámara plana).



Tips para almacenar el bagazo:

1. **Almacene** el bagazo en un área cubierta y bien ventilada.
2. **Organice** el bagazo para facilitar su alimentación en la hornilla.
3. **Evite** la compactación del bagazo almacenado.
4. **Separe** el bagazo fresco del seco.

Posteriormente, el bagazo se utiliza como combustible en la hornilla. El calor liberado se aprovecha en las diferentes etapas del proceso de elaboración de panela.



Tips para alimentar la hornilla:

1. **Alimente** la hornilla con bagazo seco y de forma constante.
2. **Evite** sobrecargar la hornilla durante la combustión.
3. **Retire** las cenizas de manera periódica para mejorar la combustión.
4. **Mantenga** limpias las entradas de aire de la hornilla.

Prelimpieza del jugo

En esta etapa se retiran las impurezas gruesas del jugo recién extraído del molino. Este proceso facilita la clarificación y el procesamiento posterior. La separación se realiza mediante medios físicos y a temperatura ambiente.



Tips de prelimpieza del jugo:

1. **Instale** prelimpiadores según la capacidad del molino.
2. **Mantenga** el área de prelimpieza limpia y con agua potable.
3. **Retire**, cada seis horas, las impurezas acumuladas en el equipo.

Fases de procesamiento

En la hornilla se llevan a cabo las etapas de clarificación, evaporación y concentración del jugo. Durante este proceso, se evapora más del 90 % del agua presente en el jugo, hasta alcanzar la concentración necesaria para obtener la miel o la panela.



Tips para la clarificación:

1. **Aplique** el aglutinante en dos momentos, después de retirar la cachaza: el primero, a 50 °C; el segundo, a 80 °C.
2. **Prepare** la solución del aglutinante máximo cada seis horas.
3. **Mantenga** el pH cercano a 5,8 para una mejor calidad de panela.
4. **Use** cal de grado alimenticio para evitar la contaminación del producto.



Tips para la evaporación:

1. **Retire** las espumas residuales para mejorar la calidad.
2. **Evite** salpicaduras manteniendo el nivel adecuado en las pailas.
3. **Limpie** los bordes de las pailas para prevenir la contaminación del jugo.
4. **Use** utensilios limpios y exclusivos para la evaporación.



Tips para la concentración:

1. **Use** antiespumante y antiadherente en esta etapa.
2. **Obtenga** el punto de panela entre 118 y 125 °C, y el de miel, cerca de los 104 °C.
3. **Retire** el producto al alcanzar el punto exacto.

Cuarto de batido y moldeo

Este cuarto es un área independiente donde se recibe la meladura concentrada para realizar el batido y el moldeo. Este procedimiento permite la solidificación para obtener la forma definitiva de la panela.



Tips para el batido:

1. **Realice** el batido en un cuarto exclusivo y aislado.
2. **Conserve** el área libre de insectos y animales.
3. **Use** únicamente equipos y utensilios limpios y desinfectados.



Tips para el moldeo:

1. **Cambie** el agua de lavado de utensilios cada cuatro horas.
2. **Mantenga** el cuarto de moldeo separado de la vivienda y los sanitarios.
3. **Use** pisos planos, antideslizantes y con drenaje adecuado.

Antes de pesar y empacar la panela, es importante dejarla enfriar completamente. Esto ayuda a evitar problemas de humedad y reduce el riesgo de desarrollo de microorganismos. Una vez fría, la panela se empaca con materiales que la protejan del ambiente, es decir, que no permitan el paso de humedad o elementos contaminantes, para conservar su calidad e inocuidad.



Tips para el enfriamiento:

1. **Ubique** la panela en estibas, nunca en el suelo.
2. **Deje** enfriar la panela antes de empacarla.



Tips para el empaque:

1. **Empaque** la panela apenas esté fría.
2. **No utilice** hojas, costales ni materiales vegetales para el empaque.
3. **Use** empaques limpios, que garanticen la calidad e inocuidad.

Producción de mieles

La hornilla panelera no solo se utiliza para producir panela; también permite diversificar la producción. Así, se destaca la elaboración de miel de caña como una alternativa de valor agregado.



Tips para producir mieles:

1. **Emplee** caña madura, con un índice de madurez entre 0,95 y 1,05, para favorecer una adecuada calidad de la miel.
2. **Obtenga** la miel entre 70 y 80 °Bx.
3. **Filtre** la miel con una malla fina; deje sedimentar y separe.



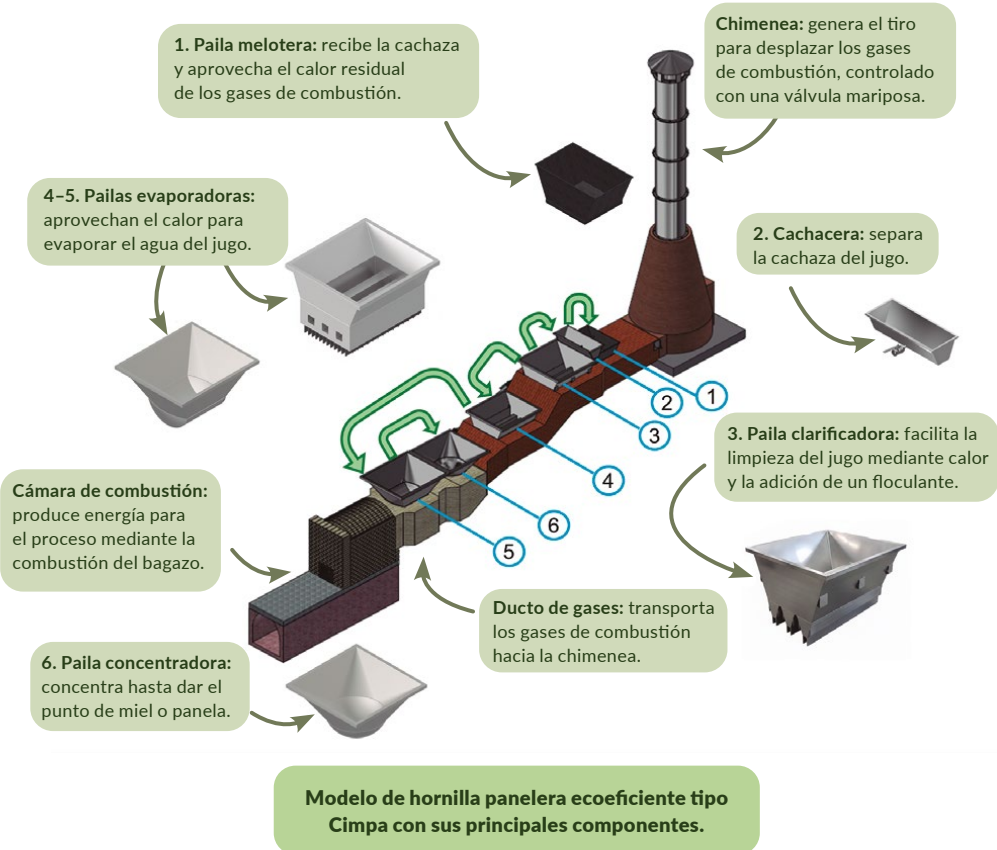
Tips para envasar la miel:

1. **Envase** las mieles una vez estén en el punto, para evitar que se contaminen.
2. **Use** canecas con cierre hermético para almacenarlas y transportarlas.
3. **Revise** que los recipientes estén completamente limpios.

Hornilla panelera ecoeficiente tipo Cimpa

Es el equipo donde el bagazo se utiliza como combustible para producir calor. Esta energía térmica se aprovecha en las pailas para calentar y concentrar:

- El jugo de caña extraído en el molino, del cual se obtiene miel o panela.
- La cachaza generada en la etapa de clarificación, para la producción de melote.

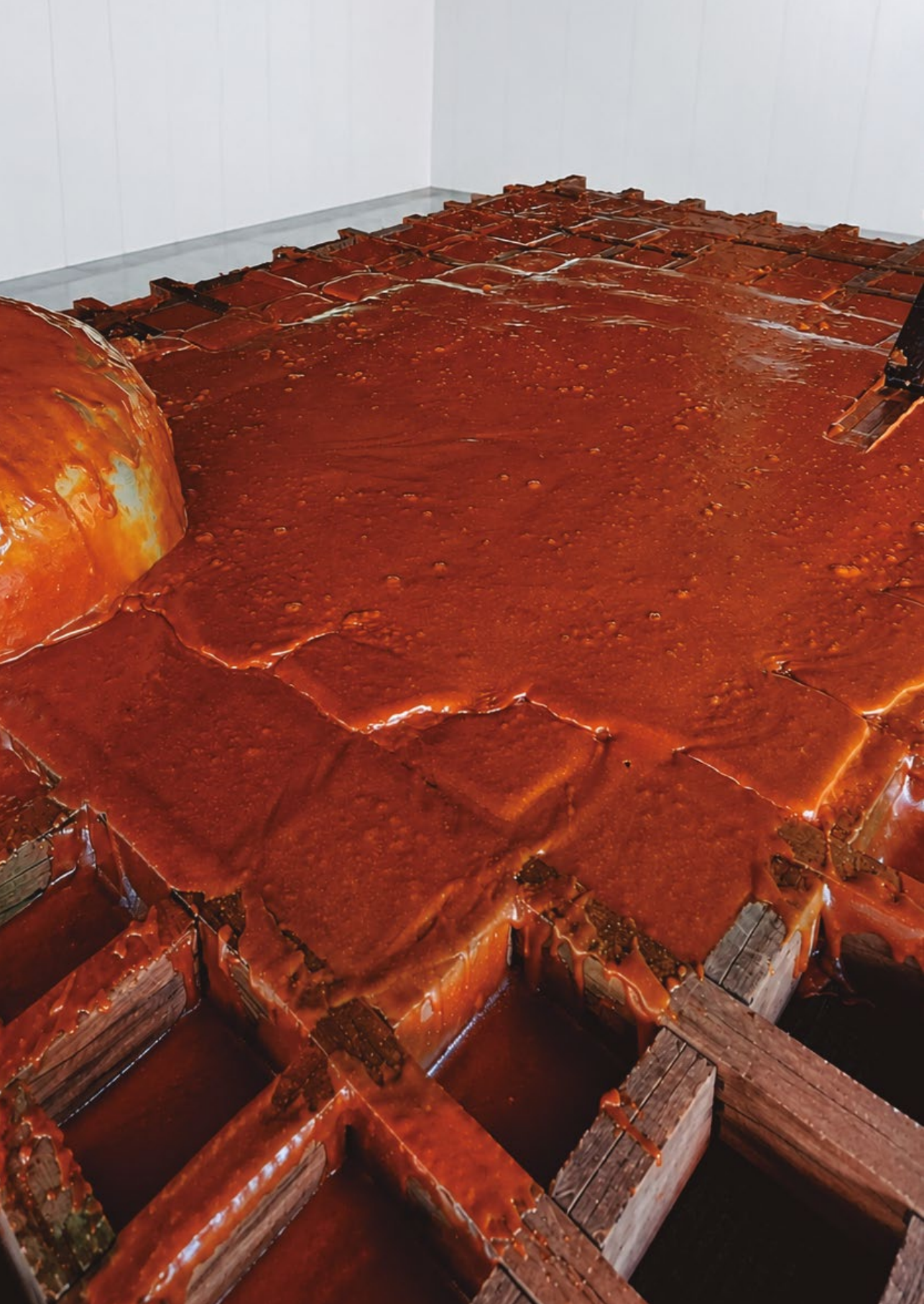


Nota: Diseño de John Javier Espitia González

Un sistema similar de hornilla fue adecuado para la Asociación Manglares TPV (Asomanglares) en el Guaviare. **La hornilla fue diseñada para que tuviera una capacidad de producción de entre 50 y 75 kg de panela por hora y para que aprovechara el movimiento del jugo por gravedad, lo que reduce el esfuerzo físico de los operarios.** Además, sus pailas optimizan el aprovechamiento del calor, aumentan la eficiencia del proceso y contribuyen al ahorro de energía.



Adoptar tecnologías eficientes y prácticas limpias permite mantener viva la tradición panelera, cuidar el ambiente y obtener un producto de mejor calidad.



Capítulo 8.

Aprovechamiento de subproductos de la agroindustria panelera



La producción de panela en el Guaviare genera subproductos como bagazo, cachazas y cogollos de caña, los cuales pueden convertirse en una oportunidad para mejorar la eficiencia productiva y la sostenibilidad ambiental. Con un manejo técnico adecuado, estos materiales pueden reincorporarse al sistema productivo como alimento animal o fertilizante orgánico, lo que reduce costos y fortalece la sostenibilidad de la finca.

Integrar la agricultura y la ganadería en una misma unidad productiva permite cerrar los ciclos de nutrientes y consolidar un modelo de economía circular adaptado a las condiciones de la región. **La caña produce panela; el bagazo y el cogollo alimentan el ganado; la cachaza fertiliza el suelo, y el suelo mejora la productividad de la caña.** Este enfoque reduce costos y fortalece la sostenibilidad del sistema panelero en el Guaviare.



Del cultivo al trapiche: aprovechamiento de subproductos en el sistema de caña panelera. a. Cultivo de caña de azúcar para producción de panela; b. Trapiche tradicional para producción de panela.

Fotos: Juan Carlos Benavides Cruz

Caracterización de los subproductos paneleros

El bagazo es el residuo fibroso que queda tras la extracción del jugo de la caña. Representa entre el 25 y el 35 % del peso fresco procesado y se caracteriza por su alto contenido de fibra y bajo contenido de proteína cruda (materia seca del 85 al 90%). **Además de su uso como combustible, puede aprovecharse en la elaboración de bloques multinutricionales (BMN) para la alimentación animal, cuando se combina con fuentes de energía y nitrógeno.**

La cachaza es el subproducto que se obtiene durante la clarificación del jugo. Contiene materia orgánica, minerales y una alta humedad. Puede compostarse para mejorar la fertilidad del suelo o incorporarse en mezclas para ensilaje cuando se equilibra con materiales secos.

El cogollo de la caña se compone de hojas jóvenes y la parte superior del tallo. Presenta un mayor contenido de proteína que el tallo maduro y es una alternativa estratégica para elaborar ensilajes destinados a la alimentación bovina. Su disponibilidad depende de la cosecha para la elaboración de la panela.

Bloques multinutricionales (BMN) con bagazo

Estos bloques permiten aprovechar el bagazo como fuente de fibra si se combinan con melaza o melote, urea, afrecho y minerales. **Este suplemento estimula la actividad microbiana del rumen y mejora la digestión de forrajes de baja calidad.**

Para elaborarlos, se seca y pica el bagazo hasta obtener una textura homogénea que facilite la compactación. Luego se mezclan los ingredientes secos, incluidos la fuente proteica, los minerales, la fibra y el compactante. Si se utiliza urea, esta se disuelve en la melaza o melote, hasta lograr una solución homogénea, y se incorpora gradualmente a la mezcla seca.

Cuando la mezcla alcanza una consistencia pastosa y homogénea, se inserta en moldes (como baldes plásticos) y se hace presión manual con un pisón o con la base de una botella resistente, para asegurar la densidad adecuada del bloque. Finalmente, se realiza el secado bajo techo, en un área ventilada y protegida de la humedad, durante 48-72 horas, hasta que el bloque adquiera la dureza necesaria para su manejo y almacenamiento.

Una vez elaborados, los BMN se suministran con acceso controlado, en consumos de 200 a 400 g/animal/día y una adaptación gradual.

Tabla 2. Formulaciones propuestas para elaborar BMN aprovechando el bagazo de caña

Ingrediente	Aporte nutricional	BMN 1 (%)	BMN 2 (%)
Melaza o melote	Energía	35	35
Sal mineralizada	Minerales	10	5
Torta de soya	Proteína	15	—
Harina de arroz	Proteína	10	25
Bagazo seco picado	Fibra	20	20
Cal	Compactación	10	10
Urea	Nitrógeno	—	5

Fuente: Elaboración propia

Proceso para elaborar BMN con bagazo de caña.



1. Seque y pique el bagazo.



2. Haga una mezcla seca de bagazo, harinas, minerales y cal.



3. Diluya la melaza o melote.



4. Compacte en moldes (baldes de trabajo de 5 kg).



5. Seque bajo techo durante 48-72 horas.

Fotos: Juan Carlos Benavides Cruz

Ensilaje con cogollo de caña

El ensilaje es una forma de conservar el forraje en ausencia de oxígeno. Al compactarlo y sellarlo correctamente, las bacterias naturales producen ácido láctico, lo que **permite conservar el cogollo por varios meses sin que se deteriore.**

Cómo elaborar el ensilaje

Pique el cogollo de caña en trozos de 2 a 3 cm. Luego adicione melaza o melote al 3% por tonelada de forraje para mejorar la fermentación y la palatabilidad. Introduzca el material en una bolsa plástica para ensilaje y compáctelo bien para expulsar el aire. La compactación puede hacerse con los pies, con un pisón o con un palo grueso. A medida que llene la bolsa, presione firmemente el material.

Una vez llena, ciérrela herméticamente, amárrela y evite perforaciones. Mantenga el ensilaje sellado mínimo treinta días antes de abrirlo. **Este sistema en bolsa es una alternativa económica, fácil de implementar y adecuada para pequeños y medianos productores, ya que no necesita infraestructura permanente.**

Una vez abierto el ensilaje en condiciones adecuadas, suministre de 5 a 10 kg/vaca/día. Ajuste la cantidad según la etapa productiva del animal.

Paso a paso para elaborar ensilaje en bolsa.



1. Pique el cogollo de caña en trozos de 2 a 3 cm. Puede usar una picapasto.



2. Agregue un aditivo, que puede ser melaza o melote (3-5 %), disuelto en agua, en proporción 1:1.



3. Compacte en capas de 20-30 cm.



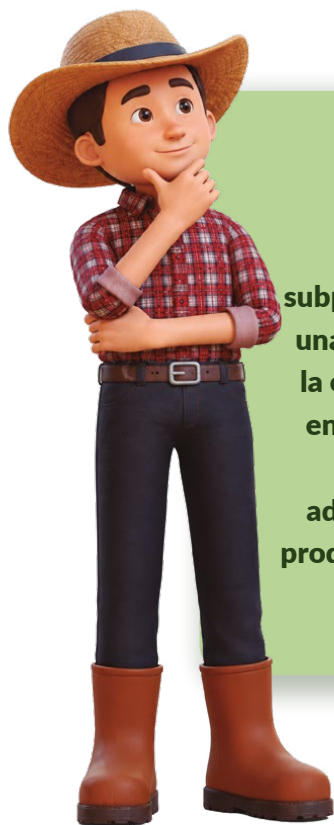
4. Haga el sellado hermético y deje fermentar mínimo treinta días.

Fotos: Juan Carlos Benavides Cruz

Impacto productivo y ambiental

El uso de ensilaje y BMN puede aumentar la ganancia diaria de peso entre 80 y 150 g en sistemas de ceba, e incrementar la producción de leche de 0,5 a 1 litro por vaca al día en sistemas de doble propósito, según la base forrajera.

Además, la reutilización de bagazo y cachaza disminuye la acumulación de residuos orgánicos y la emisión de gases derivados de la descomposición no controlada. Reintegrar estos subproductos a los sistemas pecuarios es una estrategia para la sostenibilidad rural. **Además, con su reincorporación al ciclo productivo, se aprovechan mejor los nutrientes, se reducen los costos y se fortalece la resiliencia económica de las fincas.**



Recuerde

El aprovechamiento de los subproductos del proceso panelero es una alternativa técnica para mejorar la eficiencia productiva y ambiental en el Guaviare. Su implementación requiere capacitación, manejo adecuado de la urea y seguimiento productivo con registros que permitan evaluar el impacto económico.

Bibliografía

- Barreto-Triana, N., Osorio-Mejía, P., Insuasty Burbano, O., Sarmiento-Naizaque, Z., Sandoval-Cáceres, Y., Barona-Rodríguez, A., Jiménez-Vargas, J., & Gómez-Benavides, J. (2021). *Conozca a sus aliados para el manejo del barrenador Diatraea spp. en caña de azúcar para panela*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA). <https://doi.org/10.21930/agrosavia.nbook.7405101>
- Gerdemann, J. W., & Nicolson, T. H. (1963). Spores of mycorrhizal *Endogone* species extracted from soil by wet sieving and decanting. *Transactions of the British Mycological Society*, 46(2), 235-244. [https://doi.org/10.1016/S0007-1536\(63\)80079-0](https://doi.org/10.1016/S0007-1536(63)80079-0)
- Herrera-Monroy, S., Herrera-Monroy, M., & Rivera-Ramírez, J. M. (2023). Revisión sistemática en torno a los hongos micorrízicos arbusculares y su importancia ecológica. *Revista Chapingo Serie Agricultura Tropical*, 3(2), 1-18. <https://doi.org/10.5154/r.rchsagt.2022.03.07>
- Instituto Colombiano Agropecuario [ICA]. (2017). Resolución 17848. "Por medio de la cual se establecen medidas fitosanitarias en el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum spp. L*) en el territorio nacional para la vigilancia y control de las especies barrenadoras del tallo del género *Diatraea* Guilding". <https://www.ica.gov.co/normatividad/normas-ica/resoluciones-oficinas-nacionales/2017/2017r17848>
- Koide, R. T., & Mosse, B. (2004). A history of research on arbuscular mycorrhiza. *Mycorrhiza*, 14(3), 145-163. <https://doi.org/10.1007/s00572-004-0307-4>

Morton, J. B., Bentivenga, S. P., & Bever, J. D. (1995). Discovery, measurement, and interpretation of diversity in arbuscular endomycorrhizal fungi (Glomales, Zygomycetes). *Canadian Journal of Botany*, 73(S1), 25-32. <https://doi.org/10.1139/b95-221>

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO]. (s.f.). *Manejo integrado de plagas (MIP)*. <https://www.fao.org/pest-and-pesticide-management/ipm/integrated-pest-management/es/>

Peñaranda Rolón, A. M., Serralde Ordóñez, D. P., & Ramírez Gómez, M. M. (2022). *¿Por qué usar hongos formadores de micorrizas arbusculares en caña de azúcar para panela en Nariño?* (1.ª ed.). Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA). <https://doi.org/10.21930/agrosavia.manual.7406214>

Rodríguez-Borray, G. A., Cruz-Castiblanco, G. N., Huertas-Carranza, B., Tauta-Muñoz, J. L., & Polo-Murcia, S. M. (2022). Diversidad de empresas agroindustriales rurales: tipologías de producción de panela en Huila, Colombia. *Agronomía Mesoamericana*, 33(2), artículo e47969. <https://doi.org/10.15517/am.v33i2.47969>

Rodríguez-Borray, G. A., Cruz-Castiblanco, G. N., Huertas-Carranza, B., Tauta-Muñoz, J. L., & Polo-Murcia, S. M. (2024). Tipología de unidades de producción de panela en Colombia. En O. A. Mendieta Menjura (comp.), *Avances de investigación para la agroindustria panelera* (pp. 427-454). Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA). <https://editorial.agrosavia.co/index.php/publicaciones/catalog/view/409/492/2362-2>

- Secretaría de la Convención Internacional de Protección Fitosanitaria [CIPF]. (2022). *Guía de condición de plagas: comprensión de los principales requisitos para la determinación de la condición de una plaga*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO]. <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/e36bca4f-9566-4957-a4c7-03a56e8e4669/content>
- Serralde Ordóñez, D. P., Ramírez Gómez, M. M., Peñaranda Rolón, A. M., Wilches Ortiz, W. A., Ramírez, L., & Rojas Zambrano, E. D. (2023). *Multiplicación de hongos formadores de micorrizas arbusculares (HFMA) a pequeña escala para producción de plántulas de uchuva* (1.^a ed.). Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA). <https://doi.org/10.21930/agrosavia.manual.7407013>
- Tarazona Parra, G. A. (2011). *Manejo fitosanitario del cultivo de la caña panelera: medidas para la temporada invernal*. Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). <https://www.ica.gov.co/getattachment/6a54658e-1723-488d-a7ab-2f4baad793cb/Manejo-fitosanitario-del-cultivo-de-la-cana-panele.pdf>
- Vargas Orozco, G., Echeverri-Rubiano, C., Aya Vargas, V. M., Ramírez Sánchez, G. D., & Pabón Valverde, A. H. (2023). *Manejo integrado de las plagas de la caña de azúcar con énfasis en el control biológico*. Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia (Cenicaña).
- Wilches Ortiz, W. A., Ramírez Gómez, M. M., Pérez Moncada, U. A., Serralde Ordóñez, D. P., Peñaranda Rolón, A. M., & Ramírez, L. (2019). Asociación de hongos micorrízicos arbusculares (HMA) con plantas de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) para la producción de panela en Colombia. *Terra Latinoamericana*, 37(2), 175-184. <https://doi.org/10.28940/terra.v37i2.481>



*Sembrar conocimiento, cosechar progreso:
producción panelera del Guaviare*

terminó de imprimirse en agosto de 2026,
en los talleres de DGP Editores S. A. S.

Sembrar conocimiento, cosechar progreso: producción panelera del Guaviare es una guía práctica que reúne el conocimiento generado por AGROSAVIA para fortalecer la cadena productiva de la panela en el departamento del Guaviare. A través de sus páginas, el lector encontrará recomendaciones técnicas, experiencias y herramientas para mejorar cada etapa del proceso, desde la selección de la semilla y el manejo agronómico del cultivo hasta la transformación de la caña, el uso de hornillas ecoeficientes, el manejo integrado de plagas y enfermedades, el aprovechamiento de micorrizas y la valorización de los subproductos. Además, presenta un panorama de la producción panelera regional y aporta estrategias para promover sistemas de producción más eficientes, sostenibles y competitivos. Esta cartilla está dirigida a productores, técnicos, extensionistas y demás actores de la agroindustria panelera que busquen innovar, incrementar la productividad, conservar los recursos naturales y construir un futuro más próspero para la producción de panela en el Guaviare, demostrando que el conocimiento es la mejor herramienta para transformar el campo y cosechar progreso.



correo: bac@agrosavia.co
teléfono: (+57) 601 914 4677

AGROSAVIA

E D I T O R I A L

Centro de Investigación Tibaitatá.
Km 14 vía Mosquera-Bogotá, Cundinamarca.
Código postal 250047, Colombia.

Línea de atención al cliente: (+57) 601 914 4677
atencionalcliente@agrosavia.co
www.agrosavia.co

Distribución gratuita
Prohibida su venta