



**MINISTERIO DE AGRICULTURA  
Y DESARROLLO RURAL**

**AGROSAVIA**

Corporación colombiana de investigación agropecuaria

**Recomendaciones  
tecnológicas para  
el mejoramiento  
del sistema productivo  
de caña de azúcar para  
panela en el occidente  
de Nariño**

**Ana Elizabeth Díaz Montilla  
Juan Vicente Romero  
(EDITORES)**





Foto: Banco de fotos Agrosavia, sede Cimpa



# Recomendaciones tecnológicas para el mejoramiento del sistema productivo de caña de azúcar para panela en el occidente de Nariño

Ana Elizabeth Díaz Montilla  
Juan Vicente Romero  
(EDITORES)





# AGROSAVIA

Corporación colombiana de investigación agropecuaria



**cenicana**

Centro de Investigación de la  
Caña de Azúcar de Colombia

Recomendaciones tecnológicas para el mejoramiento del sistema productivo de caña de azúcar para panela en el occidente de Nariño. / Ana Elizabeth Díaz Montilla [y otros veintiuno] – Mosquera, (Colombia): Agrosavia, 2022.

164 páginas (Colección Alianzas Agrosavia)  
Incluye referencias bibliográficas, tablas y fotos.  
ISBN e-Book: 978-958-740-619-1  
ISBN: 978-958-740-618-4

1. *Saccharum* 2. Variedades 3. Agroindustria 4. Innovación agrícola 5. Panela 6. Técnicas de cultivo 7. Nariño (Colombia).

Palabras clave normalizadas según Tesoro Multilingüe de Agricultura -Agrovoc  
Catalogación en la publicación – Biblioteca Agropecuaria de Colombia

## Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria - Agrosavia

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

Centro de Investigación Obonuco, Km 5 vía Pasto–Obonuco (Obonuco, Nariño).

Esta publicación es resultado del proyecto “Fortalecimiento del sector panelero mediante la investigación agrícola y agroindustrial en el departamento de Nariño” BPIN 2013000100280, financiado por el Sistema General de Regalías, de la Gobernación de Nariño.

## Gobernación de Nariño

Jhon Alexander Rojas Cabrera

*Gobernador de Nariño*

## Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural

Edgar Mauricio Ortiz Botina

*Secretario de Agricultura*

## Editores

Ana Elizabeth Díaz Montilla y Juan Vicente Romero

## Autores

Ana Elizabeth Díaz Montilla, Andrea María Peñaranda Rolón, Carlos Andrés Benavides Cardona, Carlos Espinel Correal, Carlos Felipe González Chavarro, Diana Paola Serralde Ordóñez, Elizabeth Lagos Burbano, Erika Paola Igua Urbano, Gonzalo Alfredo Rodríguez Borray, Jacqueline Lucía Gavilanes Bravo, Jader Rodríguez Cortina, Juan Carlos Ángel Sánchez, Juan Leonardo Cardona Iglesias, Juan Vicente Romero, Julio Ramírez Durán, Lucio Exequiel España Pantoja, Luis Hernando Narváez Morales, Luz Esperanza Prada Forero, Magda Liliana Murcia Pardo, María Margarita Ramírez Gómez, Sonia Mercedes Polo Murcia, Yeison Mauricio Quevedo Amaya



[https://co.creativecommons.org/?page\\_id=13](https://co.creativecommons.org/?page_id=13)

## Colección Alianzas Agrosavia

**Primera edición:** septiembre de 2022, 3.000 ejemplares

Publicado en Mosquera (Cundinamarca)

**Preparación editorial:** Editorial Agrosavia

editorial@agrosavia.co

**Dirección editorial:** Astrid Verónica Bermúdez Díaz

**Coordinación editorial:** Felipe Solano Fitzgerald

**Corrección de estilo:** Amalia Tapiero Barreto

**Fotos:** Agrosavia, Alcira Delgado, Ana Elizabeth Díaz Montilla, Andrea Peñaranda, Camilo Pantoja, Cenicaña área de Entomología, Claudia Barragán, Diana Serralde, Elizabeth Lagos, Erika Paola Igua Urbano, Esperanza Prada, Filadelfo Hernández O., Fredy Navas, Jacqueline Gavilanes, Javier Jiménez, Jeisson Rodríguez, Jhon Neita, John Guerrero, Juan Vicente Romero, Judith Guevara, Julio Ramírez, Lucio España, Luz Esperanza Prada Forero, Mónica Idali Plazas Ordóñez, Richard Rodríguez, Santiago España, Yeferson Bran, Yeison Mauricio Quevedo Amaya

**Ilustraciones:** Alvaro Mauricio Cadena Pastrana, Carlos Benavides, Diana Serralde, Erika Paola Igua Urbano, John Javier Espitia, Juan Vicente Romero, Lucio España, Luz Esperanza Prada Forero, Luz Patricia Colorado Correa, Yeison Mauricio Quevedo Amaya

**Diseño, diagramación e impresión:** Julián Hernández – Taller de diseño

**Citación sugerida:** Díaz Montilla, A. E., & Romero, J.V. (2022). *Recomendaciones tecnológicas para el mejoramiento del sistema productivo de caña de azúcar para panela en el occidente de Nariño*. Corporación Colombiana de Investigación Agrosavia-Agrosavia. <https://doi.org/10.21930/agrosavia.manual.7406191>

**Cláusula de responsabilidad:** Agrosavia no es responsable de las opiniones e información recogidas en el presente texto. Los autores asumen de manera exclusiva y plena toda responsabilidad sobre su contenido, ya sea este propio o de terceros, y declaran, en este último supuesto, que cuentan con la debida autorización de terceros para su publicación; igualmente, declaran 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 hubieran vulnerado como resultado de su contribución.

**Mayor información:** Línea de atención al cliente: 01 8000 121515

atencionalcliente@agrosavia.co - <https://www.agrosavia.co/>





## Contenido

Agradecimientos .....	7
Presentación .....	9
<b>1. Importancia socioeconómica y características generales de la agroindustria de panela en Nariño .....</b>	<b>11</b>
<b>2. La semilla de calidad: elemento esencial para la agroindustria panelera.....</b>	<b>19</b>
<b>3. Nuevas variedades para la renovación de cultivos de caña de azúcar para panela en el occidente de Nariño ...</b>	<b>25</b>
<b>4. Fertilización mineral . .....</b>	<b>37</b>
<b>5. Biofertilización con hongos formadores de micorrizas ....</b>	<b>47</b>
<b>6. Elaboración de compost con residuos del corte de la caña de azúcar para panela y subproductos de la molienda ...</b>	<b>53</b>
<b>7. Principales insectos plaga de la caña de azúcar para panela y su manejo .....</b>	<b>63</b>



<b>8. Principales enfermedades que afectan a la caña de azúcar para panela y su manejo . . . . .</b>	<b>83</b>
<b>9. Manejo de arvenses y malezas en el cultivo de caña de azúcar para panela . . . . .</b>	<b>95</b>
<b>10. Proceso para la producción de panela . . . . .</b>	<b>111</b>
<b>11. Hornilla tradicional e híbrida para el departamento de Nariño . . . . .</b>	<b>125</b>
<b>12. Utilización de subproductos de la caña de azúcar para panela en alimentación animal . . . . .</b>	<b>131</b>
<b>13. Registro y análisis de costos de producción de caña de azúcar y panela . . . . .</b>	<b>141</b>
<b>Sobre los autores . . . . .</b>	<b>157</b>

# AGROSAVIA

Centro de Investigación Obonuco

Foto: Alcira María Delgado Sánchez





# Agradecimientos

**A** los cañicultores y asociaciones que participaron en la ejecución de las diferentes actividades del proyecto “Fortalecimiento del sector panelero mediante la investigación agrícola y agroindustrial en el departamento de Nariño (BPIN 2013000100280)”:

*Ancuya:* Carlos Caicedo (Asoada), Asociación Alegre Amanecer; Amparo Castro y Arley David (vereda La Floresta). *Consacá:* Román Martínez (vereda el Guabo), Rita Beatriz Benavides (vereda La Loma) y Lizbeth Johana Castillo Mora (vereda Rosario). *El Encano:* Hernando Bucheli (vereda Santa Clara). *El Peñol:* Asociación La Solita. *El Tambo:* José Erazo (Epastam) y Germán Guerrero (vereda El Guáitara). *Linares:* Asociación 20 de Julio y Luciano Melo (corregimiento San Francisco). *Ricaurte:* Asociación Famiempresas de San Isidro. *Sandoná:* Guillermo Cabrera y Jesús López (Asopulsan), Guillermo Portilla (Coopanela), Manuel Tobar (vereda Alto Jimenez), Román Narváez (vereda Alto Jiménez), Alba López (vereda El Balzal), Ceferino Fajardo (vereda El Chupadero), Hernando Benavides (vereda El Vergel), Ernesto Tobar (vereda La Cocha), Clara Rodríguez (vereda Meléndez); Yurany Guerrero, Segundo Insuasty y Rosa Rodríguez (vereda Portoviejo); Idilia Lucía Cabrera y Sandra Yaneth Barco (vereda San Antonio), y Eugenia Cabrera (vereda San Isidro).

Al Sistema General de Regalías por la financiación del proyecto.  
A la Secretaría de Agricultura de la Gobernación de Nariño.  
A las secretarías de Agricultura municipales y Umatas de las localidades donde se ejecutaron las actividades del proyecto.  
A la Federación Nacional de Productores de Panela (Fedepanela).  
Al Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia (Cenicaña) por la colaboración en la entrega de variedades y apoyo fitosanitario.  
A la administración de Agrosavia, Centros de Investigación Obonuco, Tibaitatá y sede Cimpa.  
A los profesionales de apoyo y operarios de planta y contratados vinculados al proyecto que participaron en la ejecución de las diferentes actividades de campo.  
Ana Elizabeth Díaz Montilla dedica esta obra a Federico González Alonso como un homenaje póstumo por su cariño, comprensión y asesoría científica.



Foto: Banco de fotos Agrosavia



## Presentación

**P**or su importancia en la seguridad alimentaria y en la economía de Nariño, el sistema productivo de panela es el sexto más importante del departamento. Sin embargo, en comparación con otras zonas del país, el sistema productivo panelero nariñense está rezagado debido a la baja implementación de tecnologías, en especial las relacionadas con el mejoramiento de los rendimientos de la caña panelera, los programas de renovación de los cultivos, la reconversión de los trapiches y la generación de valor agregado.

Para dar respuesta a estas necesidades, la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria-Agrosavia desarrolló el proyecto de ciencia, tecnología e innovación titulado “Fortalecimiento del sector panelero mediante la investigación agrícola y agroindustrial en el departamento de Nariño (BPIN 2013000100280)”, con la asesoría del Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia (Cenicaña), en alianza con la Federación Nacional de Productores de Panela (Fedepanela) y utilizando recursos del Sistema General de Regalías ejecutados por la Gobernación del Departamento de Nariño.

El manual, resultado del proyecto, está dirigido, principalmente, a los productores de caña de azúcar para panela y los trapicheros de la región occidente, a los asistentes técnicos y a todos aquellos actores interesados en el cultivo de la caña de azúcar para panela y su agroindustria. Con un lenguaje sencillo, se desarrollan los principales temas de interés para el sector panelero de Nariño: la caracterización socioeconómica, el manejo agronómico de la caña, el proceso para obtención de panela y los costos de producción.

Con el fin de fortalecer la cadena productiva, hacer más atractivo el campo a la población de jóvenes agricultores y contribuir al relevo generacional necesario para la sostenibilidad y competitividad del campo, se espera que estas recomendaciones aporten a la reconversión y modernización tecnológica del subsector panelero del departamento.



Foto: Alcira María Belgado Sánchez



# **1. Importancia socioeconómica y características generales de la agroindustria de panela en Nariño**

**Gonzalo Alfredo Rodríguez Borray  
y Jacqueline Lucía Gavilanes Bravo**

## ¿Sabe qué características tiene la zona productora de panela en Nariño?

La siembra de caña de azúcar para producir panela constituye una de las principales actividades agrícolas y agroindustriales del departamento de Nariño. Después de la papa, el café, la palma de aceite, el plátano y el cacao, el sistema productivo de panela es el sexto más importante de la región en términos de extensión del área cultivada. En cuanto al volumen de producción, ocupa el tercer lugar después de la papa y el plátano (Agronet, 2022).

## ¿Cuál es la importancia de la agroindustria de panela?

Desde el punto de vista social, la importancia de la producción panelera radica en que vincula a una gran cantidad de personas, quienes derivan sus medios de vida de esta actividad. Se calcula que las labores relacionadas con el cultivo y el procesamiento de la caña de azúcar en Nariño involucran cerca de 20.400 personas, razón por la cual es uno de los principales cultivos en cuanto a generación de empleo e ingresos en las áreas rurales del departamento (Rodríguez et al., 2020).

De acuerdo con cifras de Fedepanela (2022), aproximadamente 7.284 unidades productivas o fincas se dedican a la producción de caña de azúcar para panela como cultivo principal y se cuenta con 478 trapiches o plantas de procesamiento de la caña para la elaboración de la panela. Asimismo, la mayor parte de estas fincas es administrada por agricultores y sus familias en una pequeña escala productiva (Rodríguez et al., 2020).

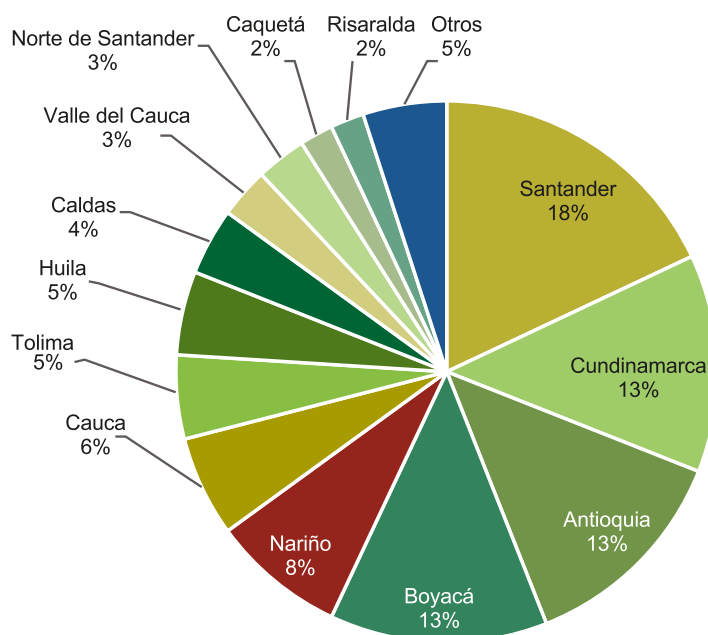
Con el propósito de ampliar esta información y enfatizar la importancia social y económica de la caña de azúcar para panela en Nariño, en la tabla 1.1 se presentan algunos de los indicadores que lo sustentan.

Se calcula que en 2020 se produjeron alrededor de 90.230 toneladas de panela en Nariño, las cuales representan el 8,3% de la producción nacional. Así, por la cantidad de panela producida (figura 1.1), el departamento ocupa el quinto lugar después de Santander, Cundinamarca, Antioquia y Boyacá (Rodríguez et al., 2020).

**Tabla 1.1.** Indicadores comparados de la agroindustria panelera de Nariño en 2020

Indicador departamental	Unidad	Nariño	Colombia	Participación de Nariño
Área sembrada en caña	Hectárea	13.392	198.857	6,7%
Área cosechada en caña	Hectárea	11.819	173.793	6,8%
Producción anual de panela	Tonelada	90.230	1.091.502	8,3%
Productores de caña panelera	Número	7.284	69.980	10,4%
Número de trapiches	Número	478	18.008	2,7%
Valor anual de la producción	Millones de pesos	216.281	2.884.840	7,5%

**Fuente:** Elaboración propia con base en Rodríguez et al. (2020)

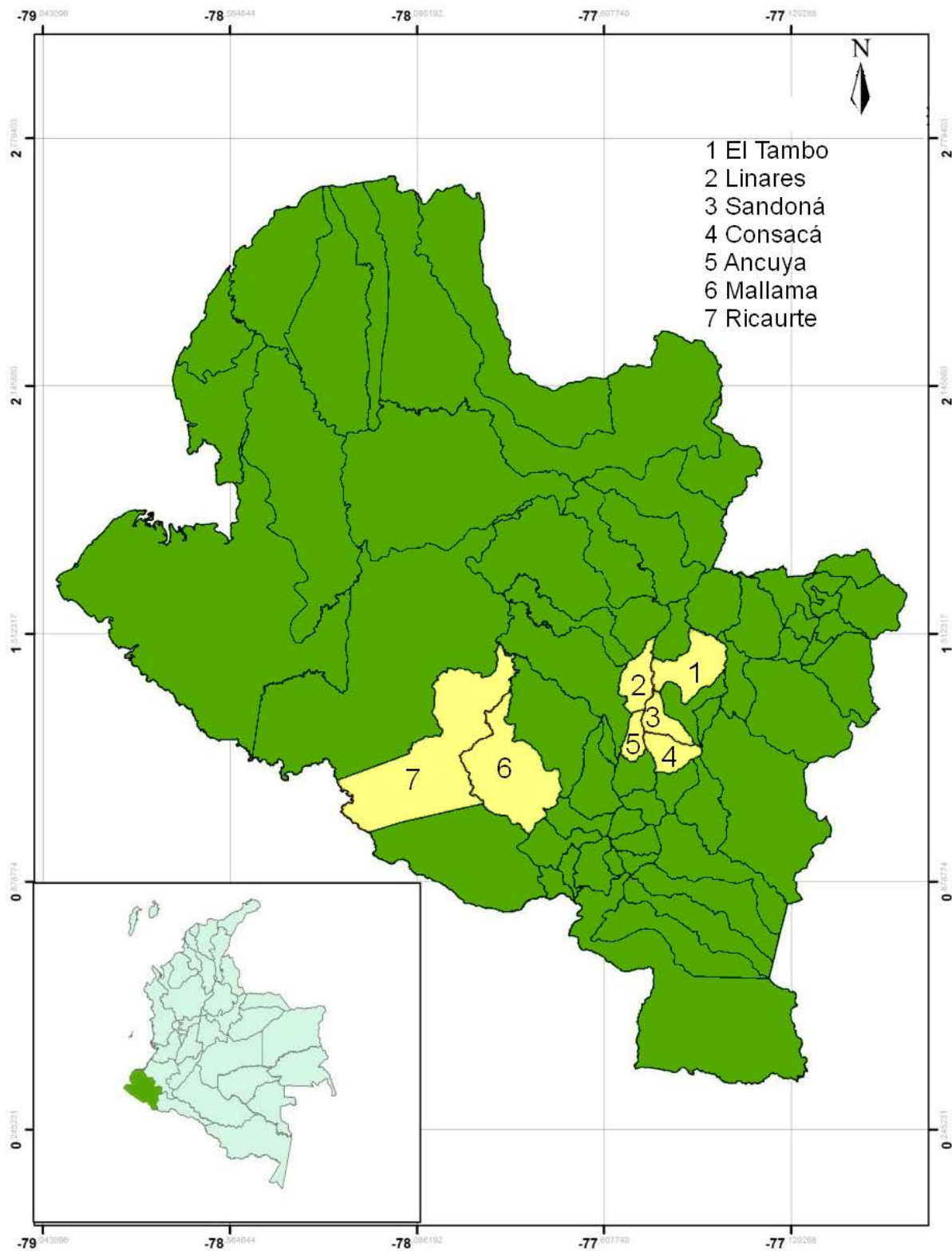


**Figura 1.1.** Participación departamental en la producción de panela de Colombia.

**Fuente:** Rodríguez et al. (2020)

## ¿Qué características tiene el sistema productivo?

Geográficamente, la producción de caña de azúcar para panela tiene lugar, principalmente, en la cuenca media del río Guátara y en el piedemonte costero. Los municipios paneleros principales de la cuenca del río Guátara son Sandoná, Linares, Consacá, Ancuya, El Tambo y Samaniego, y de la región del piedemonte costero, Ricaurte y Mallama (figura 1.2). A pesar de que se encuentran en el mismo departamento, las dos regiones paneleras presentan características socioeconómicas y tecnológicas muy diferentes.



**Figura 1.2.** Los municipios paneleros principales de la cuenca del río Guáitara y de la región del piedemonte costero en el departamento de Nariño.

**Fuente:** Álvaro Mauricio Cadena Pastrana



En la región de la cuenca del Guáitara la producción de caña de azúcar para panela es desarrollada a pequeña y mediana escala por productores agrícolas en fincas con áreas de aproximadamente 6 ha, de las cuales se dedican cerca de 3,5 ha al cultivo de la caña (Gavilanes & Rodríguez, 2018). La tecnología de producción en esta región involucra la fertilización con abonos químicos, el uso de herbicidas para el control de arvenses y la siembra de nuevas variedades de caña, como la República Dominicana RD7511 y la Cenicaña CC937711. La cosecha se hace cortando la caña por parejo y el transporte hasta el lugar de procesamiento regularmente combina el uso de animales de carga con vehículos motorizados (Gavilanes & Rodríguez, 2018) (figura 1.3).

En esta región la caña es vendida a los dueños de trapiche, quienes la procesan en moliendas que regularmente hacen cada semana. Para ello utilizan molinos mecánicos, accionados en su mayoría por motores eléctricos. Luego de esto, elaboran la panela en hornillas tradicionales con una capacidad de producción que varía entre 140 kg y 220 kg de panela por hora de proceso (Gavilanes & Rodríguez, 2018).

Las plantas de procesamiento son relativamente amplias y cuentan con una muy buena distribución interna. Allí se dispone de un área acondicionada para cada una de las etapas del proceso de elaboración de panela.



**Figura 1.3.** Transporte de caña en Sandoná, Nariño.

**Foto:** Jacqueline Gavilanes

1. El apronte y molido de la caña.
2. El almacenamiento del bagazo.
3. La elaboración del producto en hornillas tradicionales.
4. El moldeo de la panela.
5. El empaque y almacenamiento de la panela (Gavilanes & Rodríguez, 2018).

En la región del piedemonte, más específicamente en el municipio de Ricaurte, la caña de azúcar es producida a pequeña escala en fincas de aproximadamente 3 ha. Allí se siembra la caña con esquemas de agricultura familiar, en áreas que oscilan entre 0,5 ha y 1,5 ha, sin programas de fertilización rigurosos, con control manual de arvenses y con variedades tradicionales como “pata de perro” (o Canal Point) y “rusia común” (o POJ2878). Asimismo, la cosecha de la caña se hace con corte por entresaque, sin trocear la planta (Gavilanes & Rodríguez, 2020).

Cuando la distancia entre el lote de corte y el trapiche es corta, el transporte de la caña se realiza al hombro, y cuando está muy retirado, se usan mulas o vehículos motorizados (Gavilanes & Rodríguez, 2020) (figura 1.4).

La molienda de la caña se realiza en molinos mecánicos accionados, en su mayoría, por motores diésel. Los jugos son procesados en hornillas de una capacidad productiva de 40 kg a 60 kg de panela



**Figura 1.4.** Transporte de caña en Ricaurte, Nariño.

**Foto:** Jacqueline Gavilanes

por hora y en plantas de procesamiento con áreas reducidas, donde usualmente las diferentes áreas de operación no están aisladas ni bien acondicionadas (Gavilanes & Rodríguez, 2020).

En general, en ambas zonas hay problemas de productividad de la caña, especialmente en el piedemonte. La incidencia de enfermedades y plagas de la caña –como *Diatraea* spp., especie conocida como *barrenador del tallo*–, la baja eficiencia energética de las hornillas, la emisión de gases de efecto invernadero y la utilización incipiente de subproductos de cultivo y de molienda –como el cogollo de las plantas, el bagacillo y la cachaza–, hacen necesario desarrollar y adoptar nuevas tecnologías agrícolas, de procesamiento y de manejo de subproductos, las cuales permitirían mejorar la productividad y los ingresos de los productores de caña de azúcar y de panela.

Teniendo en cuenta las marcadas diferencias socioeconómicas y productivas entre las dos principales regiones paneleras de Nariño, es un desafío desarrollar y vincular tecnologías adecuadas a las características particulares de cada zona.

## Referencias

- Agronet. (2022). Reporte: área, producción y rendimiento nacional por cultivo: caña panelera [Base de datos]. <https://www.agronet.gov.co/estadistica/paginas/home.aspx?cod=1>
- Federación Nacional de Productores de Panela [Fedepanela]. (2022). *Cifras del sector para 2021. Consolidado Nacional. Áreas, rendimiento y producción 2021*. Sistema de Información Panelero (SIPA). <http://www.sipa.org.co/wp/index.php/category/ofertapanelera/cifras/>
- Gavilanes, J., & Rodríguez, G. (2018). *Caracterización de la producción de caña y panela en los municipios de Ancuya, Consacá, Sandoná, Linares y El Tambo en el Departamento de Nariño* [Documento de trabajo]. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria-Agrosavia.
- Gavilanes, J., & Rodríguez, G. (2020). *Caracterización de la producción de caña y panela en los municipios de Ricaurte y Samaniego en el Departamento de Nariño* [Documento de trabajo]. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria-Agrosavia.
- Rodríguez, G., Polo, S., Ángel, M., & Buitrago, A. (2020). *La agroindustria panelera impulsando el desarrollo rural en Colombia: Un diagnóstico de la cadena productiva*. Federación Nacional de Productores de Panela (Fedepanela); Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria-agrosavia). <https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/36696>



Foto: Banco de fotos Agrosavia



## **2. La semilla de calidad: elemento esencial para la agroindustria panelera**

**Julio Ramírez Durán y  
Magda Liliana Murcia Pardo**

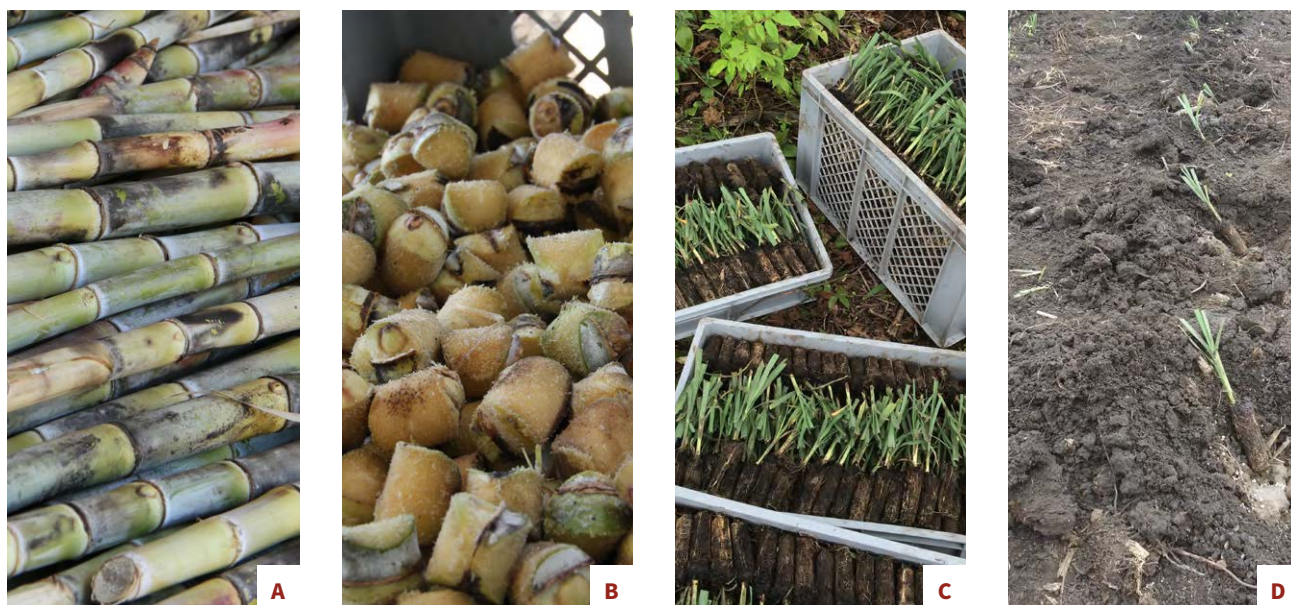
**¿La semilla de calidad puede mejorar los rendimientos de caña y panela?  
¿La semilla que ha empleado es de buena calidad?**

**E**l establecimiento de los cultivos de caña de azúcar para panela comienza con la definición de la variedad y el análisis de alternativas para comprar o preparar los semilleros. En esta sección se describen varios aspectos técnicos, así como prácticas y recomendaciones que cualquier productor de caña debe tener en cuenta para obtener los mayores beneficios de su cultivo y disminuir los problemas por el uso de semilla de mala calidad.

### **Seleccione semillas de calidad**

La semilla es cualquier parte de una planta con la capacidad de originar una nueva planta. Para el cultivo de caña de azúcar se emplean tallos o esquejes, cogollos y plantas germinadas (figura 2.1).

Independientemente de la parte empleada, es importante asegurar que no se mezclen variedades, que las semillas estén libres de insectos plaga y enfermedades, que no haya daños mecánicos y que la brotación y el prendimiento sean adecuados. Estas cualidades aumentarán el macollamiento del cultivo, favorecerán el crecimiento parejo de la caña y prevendrán el desarrollo de malezas (Murcia & Ramírez, 2015; Ramírez & Murcia, 2014).



**Figura 2.1.** Semilla de caña de azúcar para panela. a. Tallos; b. Yemas individuales; c y d. Plantas germinadas.

Fotos: Julio Ramírez

## Adquiera las semillas con productores y viveros autorizados para evitar plagas y patógenos

La selección inadecuada de la semilla puede acarrear problemas de alto impacto económico, pues pueden transmitir plagas y patógenos. Entre estos se destacan enfermedades bacterianas como raquitismo de la soca, ocasionada por *Leifsonia xyli*, y la escaldadura de la hoja, producida por *Xanthomonas albilineans*. Plagas como el barrenador de la caña (*Diatraea* spp.) y la hormiga loca (*Nylanderia fulva*) también impactan negativamente el cultivo de caña.

Por lo anterior, se recomienda comprar la semilla a productores y viveros registrados ante el Instituto Agropecuario Colombiano (ICA), quienes deben garantizar su sanidad tratándolas térmicamente para combatir las enfermedades bacterianas y llevando a cabo prácticas de control biológico que previenen la dispersión de estos problemas en los nuevos lotes en donde se van a sembrar.

## Desinfecte las herramientas de corte como elemento de sanidad

Las bacterias *Leifsonia xyli* y *Xanthomonas albilineans*, causantes del raquitismo de la soca y la escaldadura de la hoja, respectivamente, pueden permanecer en las herramientas de corte hasta 18 días. Para prevenir la dispersión de estas enfermedades, se recomienda desinfectar las herramientas sumergiéndolas en una de las siguientes soluciones: yodo sublimado al 2%, amonio cuaternario al 1% o formol al 5%. Esta desinfección se debe realizar al iniciar y finalizar cada jornada de trabajo y al cambiar de lotes (Murcia & Ramírez, 2015; Ramírez & Murcia, 2014).

### Normatividad aplicable a la semilla de caña de azúcar

En Colombia, la comercialización de la semilla de caña de azúcar está regulada por el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) mediante la Resolución 3168 de 2015, en la cual se la clasifica dentro de la categoría de semilla seleccionada. Adicionalmente, en la Resolución 1696 de 1984 se presentan los lineamientos para establecer semilleros básicos y comerciales que aseguren la calidad de la semilla en el mercado. En esta misma resolución se señalan los tratamientos a los que se debe someter la semilla para evitar la dispersión del raquitismo de la soca y la escaldadura de la hoja.

## Establezca los semilleros

A continuación se hacen algunas recomendaciones para establecer los semilleros en la finca:

- ◆ Adquiera semilla de caña avalada por el ICA en categoría seleccionada.
- ◆ Determine el área del semillero teniendo en cuenta que 1.000 m<sup>2</sup> bastan para producir semillas con las que puede establecer una hectárea de cultivo de caña.
- ◆ Haga el corte de la semilla entre los 8 y 10 meses de edad de la caña.
- ◆ Para evitar la mezcla de variedades, prepare los suelos de manera tal que se garantice la eliminación de cultivos anteriores.
- ◆ Haga un manejo agronómico oportuno y adecuado.

## Maneje de forma adecuada los semilleros

Los semilleros deben tener un manejo agronómico especial, pues las condiciones de siembra de caña para la producción de panela son muy distintas a las de siembra para obtener numerosos tallos en muy buen estado de desarrollo. Así pues, a continuación se hacen algunas recomendaciones de manejo para los semilleros:





- ◆ En caso de que adquiriera las semillas en zonas agroecológicas distantes a la finca, es necesario que gestione la guía de movilización con el ICA para evitar contratiempos.
- ◆ Abone el cultivo teniendo en cuenta el resultado del análisis de suelos para promover el desarrollo de la caña hasta una edad máxima de 10 meses. La fertilización con potasio debe ser menor a la tradicional. Se recomienda contar con la asesoría de un ingeniero agrónomo.
- ◆ Monitoree y controle las enfermedades y plagas, especialmente la *Diatraea* spp.
- ◆ Desinfecte las herramientas de corte al inicio y al final de cada jornada. Sin una desinfección rigurosa previa, estas herramientas no pueden ser utilizadas por terceros para hacer el corte en sus semilleros.
- ◆ Los semilleros básicos (semi-comerciales o comerciales) para obtener material de siembra solo deben ser usados máximo tres ciclos de producción (Murcia & Ramírez, 2015; Ramírez & Murcia, 2014).

## Referencias

- Murcia, M., & Ramírez, J. (2015). *Producción y manejo de semilla de caña panelera*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria-Agrosavia. <https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/34328>
- Ramírez, J., & Murcia, M. (2014). *Implementación del sistema de producción de plantas de caña de azúcar para el establecimiento de semilleros básicos y comerciales*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria-Agrosavia. [https://repository.agrosavia.co/pdfjs/index.php?bitstream=/20.500.12324/1069/74245\\_65665.pdf](https://repository.agrosavia.co/pdfjs/index.php?bitstream=/20.500.12324/1069/74245_65665.pdf)



Foto: Ana Elizabeth Díaz Montilla



Foto: Banco de fotos Agrosavia



### **3. Nuevas variedades para la renovación de cultivos de caña de azúcar para panela en el occidente de Nariño**

Ana Elizabeth Díaz Montilla,  
Lucio Exequiel España Pantoja,  
Juan Vicente Romero,  
Carlos Andrés Benavides Cardona,  
Luis Hernando Narváez Morales  
y Gonzalo Alfredo Rodríguez Borray

**¿Qué variedad de caña tiene sembrada?  
¿Hace cuánto la tiene? ¿Está rindiendo igual que antes?**

Uno de los componentes más importantes para tener una buena producción, tanto de caña como de panela, es la variedad que tenga sembrada. En esta sección conocerá la importancia de renovar los lotes, aprenderá a reconocer las características que debe tener una variedad de caña para producción de panela y se informará sobre los resultados de las evaluaciones de nuevas variedades para la región occidente de Nariño.

### ¿Por qué es importante renovar el cultivo?

Cepas viejas ocasionan que la producción disminuya cosecha tras cosecha. Por eso, es recomendable renovar el cultivo cuando las cepas tengan más de 10 años y los rendimientos sean menores a 17 botijas de 2.000 litros/ha (60 t/ha en caña). En la tabla 3.1 se describen las principales ventajas de la renovación del cultivo.

**Tabla 3.1.** Ventajas de renovar el cultivo de caña de azúcar para panela

Empareja el lote en	Facilita	Además
Variedad	La fertilización	Rejuvenece el cultivo Aumenta la molienda
Edad	El control de malezas	
Densidad de siembra	El manejo de plagas y enfermedades	
	La planificación de las cosechas	

Fuente: Elaboración propia

Puede hacer la renovación mediante siembras escalonadas y, dependiendo del tamaño de la finca, la puede programar durante varios años. Como se mencionó en los apartados anteriores, una buena semilla no debe mezclar variedades, debe tener entre 8 y 10 meses de edad y estar libre de plagas y enfermedades.

### ¿Cuáles son los beneficios de tener distintas variedades adaptadas a la región?

Las variedades nuevas son vigorosas, sanas y no están mezcladas con otras. Cuando las introduce en su lote, aumentan la diversidad y le permiten estar mejor preparado ante los efectos del cambio climático. Asimismo, con esto ayuda a mantener el equilibrio entre las plantas, los organismos benéficos y las plagas y enfermedades, con lo cual disminuye la incidencia de epidemias. Cuanto mayor

sea la oferta de variedades, más fácil es determinar la que mejor se adapta a las condiciones de la finca.

## ¿Qué características tiene una buena variedad panelera?

A continuación se describen las principales características que debe tener una variedad (Osorio, 2007; Ramírez et al., 2014; Tarazona, 2011):

- ◆ Está adaptada a la región.
- ◆ Conserva una producción estable, por lo menos hasta el quinto corte.
- ◆ Es rápida, ligera (precoz): menos meses para cosechar y, en consecuencia, más cortes y mejor aprovechamiento del suelo.
- ◆ Es resistente o tolerante a enfermedades de importancia económica.
- ◆ Las cañas tienen cortezas blandas que requieren menor esfuerzo mecánico para extraer el jugo y, por tanto, menor desgaste de las mazas del molino.
- ◆ Rusticidad: rápida y de buen macollamiento.
- ◆ Tiene buen enraizamiento, lo cual reduce la tendida o acame de la caña y, además, proporciona protección al pisoteo de mulas y caballos.
- ◆ Su hábito de crecimiento responde al sistema de cultivo: por parejo en el occidente de Nariño y por entresaque en el piedemonte costero.
- ◆ Las cañas son gruesas con cañote (entrenudo) largo y recto.
- ◆ El deshoje natural permite el ahorro de mano de obra para la labor del deshoje, lo cual facilita el corte de la caña.
- ◆ De floración ausente. Esta característica es importante porque la floración disminuye la concentración de sólidos solubles (el dulzor).
- ◆ No se tiende (sin volcamiento), lo cual facilita el corte.
- ◆ Tiene la calidad necesaria para producir panela, es decir, jugos más fáciles de limpiar y, por ende, queda menor cantidad de “cunchos” (sólidos insolubles). Tenga en cuenta que un mayor dulzor (contenido de sólidos solubles) produce más panela con menor uso de combustible y menos trabajo porque se necesita evaporar menos agua.
- ◆ Permite una buena producción de panela (mayor a la producción promedio actual del departamento de Nariño de 9 t/ha de panela, equivalentes a 450 pacas/ha).
- ◆ Genera mayor número de pacas de panela producidas por botija (conversión de jugos a panela).

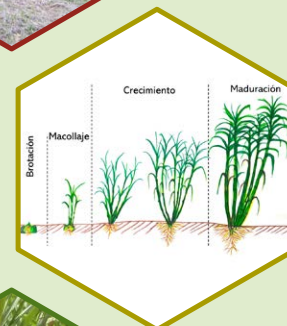
**Recuerde que  
un cultivo joven  
produce más que  
un cultivo viejo**

## Variedades de caña de azúcar para el subsector panelero del occidente de Nariño

Algunas variedades de caña para panela desarrolladas por Cenicaña, con buenas características, han sido evaluadas en el occidente nariñense para verificar su adaptación a la región. La selección de las mejores variedades fue realizada por agricultores, asistentes técnicos de las Unidades Municipales de Asistencia Técnica Agropecuaria (Umata), de las secretarías de Agricultura de los municipios, de Fedepanela y por investigadores de Cenicaña y Agrosavia.

Durante este proceso de selección en las parcelas experimentales se identificaron tres variedades con buena adaptación a la región occidente de Nariño (candidatas para registro ICA), las cuales vienen codificadas con las letras “CC”, en referencia a Cenicaña Colombia, y con números que corresponden a la asignación dada por esta institución. Algunas de las variedades seleccionadas son descendientes de las variedades POJ (Viveros, 2018). Al igual que las variedades regionales, es necesario hacer control biológico de *Diatraea* spp.

En las siguientes páginas, se presentan las características y beneficios de estas variedades y de la variedad Canal Point, de uso frecuente en la región.



**Figura 3.1.** Proceso de selección de variedades para el subsector panelero del occidente de Nariño.

Fotos: 1. Lucio España; 2. Juan Vicente Romero; 3. Lucio España; 4. Ana Elizabeth Díaz Montilla; 5. Richard Rodríguez; 6. Alcira Delgado

**1****Introducción de nuevas variedades**

- Se sembraron ocho variedades de caña de azúcar en tres ambientes a diferentes alturas sobre el nivel del mar.

**2****Seguimiento del crecimiento y desarrollo**

- Se registró sistemáticamente el número de tallos por cepa, grosor y altura de cañas. Asimismo, se hicieron evaluaciones de plagas y enfermedades, y se determinó el índice de madurez para cosecha mediante la concentración de dulce (grados Brix).

**3****Selección participativa con agricultores**

- Se hicieron consultas permanentes sobre las variedades y la calificación de las características deseables. Estas consultas se realizaron durante días de campo en las parcelas de evaluación.

**4****Cosecha y molienda**

- Se evaluó el rendimiento de caña y panela, la calidad de los jugos y la panela (grados Brix, pureza, contenido de fósforo y fenoles, entre otros).

**5****Evaluación de la calidad de jugos y panela**

- Se hicieron análisis fisicoquímicos de los jugos y la panela, así como evaluaciones organolépticas.

**6****Tres semilleros en fincas de las asociaciones**

- Se establecieron tres semilleros: Asoada (Ancuya), Epastam (El Tambo) y Asopulsan (Sandoná).

## Variedad regional Canal Point

### Propiedades

- ◆ 30,6 botijas/ha de caña (107,2 t/ha). Promedio de tres cortes y botijas de 2.000 litros con una extracción del 56%.\*
- ◆ 555 pacas/ha de panela (11,1 t/ha) o 18,2 pacas/botija.
- ◆ Susceptible a royas, carbón y virus.
- ◆ 15-18 meses a corte.
- ◆ Por 100 kg de caña se obtienen 10,4 kg de panela.
- ◆ Panela con el 88% de pureza, no apta para pulverizar.
- ◆ No tiene deshoje natural.
- ◆ Alta cantidad de pelusa.
- ◆ Sin floración.



Fotos: Lucío España y Javier Jiménez

Figura 3.2. Variedad regional Canal Point.

## Variedad CC01-1940

### Propiedades

- ◆ 24,8 botijas/ha de caña (87,1 t/ha). Promedio de tres cortes y botijas de 2.000 litros.
- ◆ 520 pacas/ha de panela (10,4 t/ha) o 20,9 pacas/botija.
- ◆ Resistente a royas, carbón y virus.
- ◆ 14 meses a corte.
- ◆ Por 100 kg de caña se obtienen 11,9 kg de panela.
- ◆ Panela más dulce (93% de pureza) y apta para pulverizar.
- ◆ Deshoje natural.
- ◆ Menor cantidad de pelusa.
- ◆ Floración nula o escasa (Viveros, 2018).



Fotos: Lucío España y Javier Jiménez

Figura 3.3. Variedad CC01-1940.

\* Esta información es válida para las cuatro variedades.



### Variedad CC99-2461

#### Propiedades

- ◆ 23,6 botijas/ha de caña (82,7 t/ha). Promedio de tres cortes y botijas de 2.000 litros.
- ◆ 484 pacas/ha de panela (9,7 t/ha) o 20,6 pacas/botija.
- ◆ Resistente a royas, carbón y virus.
- ◆ 14 meses a cosecha.
- ◆ Por 100 kg de caña se obtienen 11,7 kg de panela.
- ◆ 89% de concentración de dulce (% de pureza).
- ◆ Con mayor contenido de fenoles en panela (5991 mg/l), sustancia antioxidante.
- ◆ Deshoje natural.
- ◆ Menor cantidad de pelusa.
- ◆ Sin floración.



Fotos: Lucío España y Javier Jiménez

Figura 3.4. Variedad CC99-2461.

### Variedad CC91-1606

#### Propiedades

- ◆ 23,2 botijas/ha de caña (80,8 t/ha). Promedio de tres cortes y botijas de 2.000 litros.
- ◆ 457 pacas/ha de panela (9,2 t/ha) o 19,9 pacas/botija.
- ◆ Resistente a royas, carbón y virus.
- ◆ 14 meses a cosecha.
- ◆ Por 100 kg de caña se obtienen 11,3 kg de panela.
- ◆ 88% de concentración de dulce (% de pureza).
- ◆ Más nutritiva por el mayor contenido de fósforo en la panela (1869 ppm).
- ◆ Deshoje natural.
- ◆ Menor cantidad de pelusa.
- ◆ Sin floración.



Fotos: Lucío España y Javier Jiménez

Figura 3.5. Variedad CC91-1606.



### ¿Cuáles son las ventajas de las variedades seleccionadas?

En el proceso de selección se evaluó el desarrollo, la producción y las cualidades fisicoquímicas de las variedades durante tres cortes en tres localidades de la región occidente de Nariño, específicamente en los municipios de Ancuya, El Tambo y Sandoná. Este análisis permitió identificar numerosas ventajas de las variedades seleccionadas (figura 3.6).

**Figura 3.6.** Ventajas de las variedades evaluadas.

**Fuente:** Elaboración propia

**Fotos:** 1. (Cañas) Lucio España; 2. (Surco) Yeison Mauricio Quevedo Amaya; 3. (Carga) Luz Esperanza Prada Forero; 4. (Variedades) Juan Vicente Romero; 5. (Moldeado) Banco de fotos Agrosavia, sede Cimpa.

### Técnicas

- Su macollamiento es muy bueno, así como su facilidad para encallejonar.
- Están adaptadas a la región.
- Tienen buen rendimiento.
- El tiempo a cosecha es menor, por lo que se pueden hacer más cortes.
- Son resistentes a virus y enfermedades como la roya naranja y el carbón.

### Ambientales

- Mayor aprovechamiento de los suelos por la maduración temprana.
- No es necesario quemar la soca porque la hojarasca se descompone gradualmente.

### Sociales

- Ausencia de pelusa: la pelusa es importante para la hoja porque defiende a la planta del ataque de plagas y enfermedades. Sin embargo, genera alergia o picazón a algunas personas que realizan labores de cultivo, como fertilización, deshoje y, especialmente, corte de caña. Incluir entre sus cultivos variedades con ausencia o poca pelusa (CC01-1940, CC91-1606, CC99-2461) ayuda a obtener mayores rendimientos de la mano de obra de los corteros, quienes pueden realizar esta labor sin la molestia que causa la pelusa.

### Económicas

- Más cosechas y mayores ingresos.
- Mayor concentración de dulce (pureza), lo que permite incursionar en nuevos mercados, como la panela pulverizada.
- Deshoje natural: las variedades seleccionadas presentan desprendimiento natural de las hojas viejas. Si usted, amigo productor, renueva sus cultivos con alguna de estas variedades, no tendría que hacer el deshoje, ahorrándose entre 15 a 45 jornales por hectárea y facilitando la labor del corte. Asimismo, obtendría jugos más limpios, sobre todo en época de invierno.

### Alimenticias

- Mayor contenido de fenoles: las panelas, además de endulzar, contienen minerales y compuestos fenólicos. La panela de la variedad CC99-2461 se destaca por sus mayores contenidos de fenoles, a los que se les atribuyen acciones antioxidantes. Este aspecto fortalece el sistema de defensas y la prevención de algunas enfermedades.

## ¿En qué aspectos económicos se diferencian las variedades seleccionadas y la regional Canal Point?

Las nuevas variedades producen menos caña que la variedad regional, pero como tienen un jugo más dulce (mayores grados Brix), se obtiene una mayor producción de panela por botija. Por ejemplo, por cada 100 kg de caña de la variedad regional se obtienen 10 kg de panela, mientras que por cada 100 kg de caña de la variedad CC01-1940 se obtienen 12 kg de panela (tabla 3.2). Por otro lado, el costo de producción de las variedades seleccionadas es menor al de la variedad regional. La variedad CC01-1940, por ejemplo, disminuye el costo en \$3.297 por paca, lo cual representa una reducción de 7,7%.

Lo anterior se explica, en primer lugar, por el hecho de que con la variedad regional se deben invertir 40 jornales por hectárea para hacer la labor de deshoje. Por su parte, las variedades evaluadas no requieren esta inversión porque su deshoje es natural. En segundo lugar, la inversión requerida con las variedades seleccionadas para realizar las labores de corte, transporte y procesamiento de la caña es menor. Estas son las razones por las cuales con la variedad CC01-1940 se pueden conseguir utilidades por hectárea superiores (\$8.885.130) a las que se obtendrían con la variedad regional (\$7.496.865).

Adicionalmente, como necesitan menos tiempo para el procesamiento y menos combustible para la cocción del jugo (que es mucho menor), estas variedades son más favorables para el trapichero desde el punto de vista económico y ambiental.

Cabe aclarar que estos resultados fueron obtenidos en cultivos de pequeña escala, por lo que, para confirmar su impacto, es necesario evaluarlos a escala comercial.

**Tabla 3.2.** Comparativo económico entre las variedades seleccionadas y la regional Canal Point

Variedad	Producción de caña (t/ha)	Grados Brix de jugo	Producción pacas de 20 kg	Producción de panela (kg/ha)	Conversión de caña a panela (%)	Costo cultivo (\$/ha)
Regional Canal Point	107,2	18,5	555	11.095	10,4	8.349.667
CC01-1940	87,1	21,2	520	10.394	11,9	6.949.667
CC99-2461	82,7	20,7	484	9.688	11,7	6.949.667
CC91-1606	80,8	19,9	457	9.150	11,3	6.949.667

**Nota:** son rendimientos experimentales para tres cortes y costos estimados en términos comerciales. **Fuente:** Elaboración propia

## ¿Cuáles son los potenciales mercados?

En la actualidad, un alto porcentaje de la comercialización de panela en bloque está dirigido a los mercados de plaza, con el agravante de la inestabilidad del precio. Una alternativa es producir nuevas presentaciones –como panela pulverizada, granulada o panelines–, cuya elaboración requiere contenidos altos de grados Brix, tal como los registrados en las nuevas variedades seleccionadas.

Estas presentaciones, además de incrementar la vida útil de la panela durante el almacenamiento, les permiten a los productores incursionar en nuevos nichos de mercado, como las industrias de la panificación, la confitería y la exportación. Esta innovación contribuiría a formalizar la comercialización y representa una alternativa para estabilizar los precios, pues hace competitivo el negocio de la panela en la región. Por lo tanto, estas nuevas variedades son una oportunidad para que los cañicultores nariñenses de la zona occidente puedan incursionar en nuevos mercados.

**Y ahora que conoce esta información, ¿consideraría renovar o probar otra variedad?**

## Referencias

- Osorio, G. (2007). *Manual técnico: Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) y Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) en la producción de caña y panela*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria-Agrosavia; Gobernación de Antioquia; Food and Agriculture Organization (FAO). <https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/18313>
- Ramírez, J., Insuasty, O., & Murcia, M. (2014). *Variedades de caña de azúcar empleadas para la agroindustria panelera de Colombia*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria-Agrosavia. <https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/12621>
- Tarazona, G. (2011). *Manejo fitosanitario del cultivo de la caña panelera: Medidas para la temporada invernal*. Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). <https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/2282>
- Viveros, C. (2018). *Características agronómicas y de productividad de la variedad Cenicaña Colombia (CC) 01-1940 [Serie Técnica N.º 40]*. Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia (Cenicaña). [https://www.cenicana.org/pdf\\_privado/serie\\_tecnica/st\\_40/st\\_40.pdf](https://www.cenicana.org/pdf_privado/serie_tecnica/st_40/st_40.pdf)

	Costo corte y transporte (\$/ha)	Costo de proceso (\$/ha)	Costo indirecto (\$/ha)	Costo total (\$/ha)	Valor de venta (\$/ha)	Utilidad (\$/ha)	Costo unitario (\$/paca de 20 kg)
	7.305.000	8.919.748	1.228.721	25.803.135	33.300.000	7.496.865	46.513
	5.946.407	8.356.184	1.062.613	22.314.870	31.200.000	8.885.130	42.938
	5.646.014	7.788.600	1.019.214	21.403.494	29.040.000	7.636.506	44.186
	5.516.299	7.356.078	991.102	20.813.146	27.480.000	6.666.854	45.493



Foto: Banco de fotos Agrosavia



## **4. Fertilización mineral**

**Julio Ramírez Durán y  
Carlos Felipe González-Chavarro**

**Si reparte el abono en dos aplicaciones, ¿la caña produce más?, ¿cuándo debe abonar la caña?**

**E**n el departamento de Nariño, la mayoría de los agricultores fertilizan la caña sin criterios técnicos y generalmente lo hacen en función del precio de la panela: los precios bajos desestimulan esta labor, mientras que los altos la motivan.

Con el fin de demostrar la bondad de esta práctica, Volverás et al. (2020) realizaron una investigación en el municipio de Consacá y encontraron que la fertilización integrada con fuentes químicas y orgánicas favoreció los rendimientos en toneladas de caña y panela. Específicamente, la fuente orgánica es necesaria para el suelo porque aumenta la capacidad para movilizar los nutrientes, lo cual reduce la cantidad de fertilizantes químicos y, por lo tanto, los costos de producción, que en la zona representan el 26% del total de los gastos del cultivo de caña (Soomro et al., 2013; UPRA, 2021).

Desde la biología del suelo, esta estrategia de fertilización integrada beneficia la fertilidad natural de los suelos del tipo Andisol, predominantes en el departamento de Nariño, cuyos niveles de materia orgánica son medios-altos y las características físicas favorecen la estabilidad de los agregados, lo cual evita la pérdida de suelo (Aguilera et al., 1998).

En efecto, los análisis de suelos realizados en algunos lotes con cultivos de caña en la zona occidente del departamento de Nariño mostraron las siguientes características:

- ◆ Altos contenidos de calcio y hierro.
- ◆ Bajos contenidos de fósforo, azufre, boro y zinc.
- ◆ Contenidos moderados a bajos de materia orgánica, nitrógeno, potasio, magnesio y cobre.

En tal sentido, un plan de nutrición para caña de azúcar para panela debe tener en cuenta los requerimientos nutricionales de la variedad, el contenido de nutrientes en el suelo y el estado de desarrollo del cultivo (Ali et al., 2018). El manejo de los nutrientes y fertilizantes es muy importante para lograr que la caña de azúcar tenga un mejor y sostenible crecimiento, rendimiento y calidad, pues se ha encontrado que con aplicaciones equilibradas, las plantas exhiben normal crecimiento en altura, número y grosor de tallos, contenido de azúcares, rendimiento de caña y jugo, y, en última instancia, se mejora el costo-beneficio neto (Chohan et al., 2013; Mishra et al., 2014).

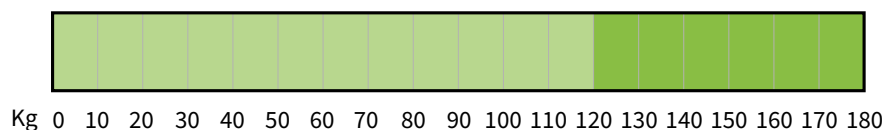


## ¿Cuáles son los requerimientos nutricionales del cultivo de caña de azúcar para panela?

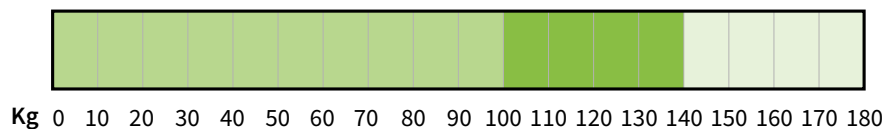
Conocer los requerimientos nutricionales del cultivo, analizar los suelos y abonar cuando la planta lo requiera son herramientas importantes para diseñar un plan de nutrición adecuado. Por esto debe tener en cuenta que para obtener buenos rendimientos, el cultivo de caña de azúcar exige altas cantidades de nutrientes, tanto de elementos mayores (nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio y azufre), como de elementos menores (boro, zinc, cobre, hierro, molibdeno, entre otros).

Aunque los requerimientos nutricionales de la caña de azúcar para panela sembrada en la zona occidente de Nariño son desconocidos porque no se cuenta con estudios específicos, se ha establecido que, en la mayoría de los casos, para producir 100 t caña/ha es necesario hacer el siguiente plan de fertilización (Bertsch, 2003; González et al., 2018):

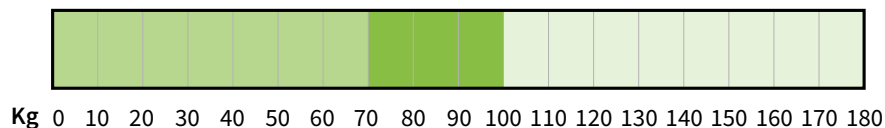
- ◆ Potasio ( $K_2O$ ): 120 a 180 kg/ha.



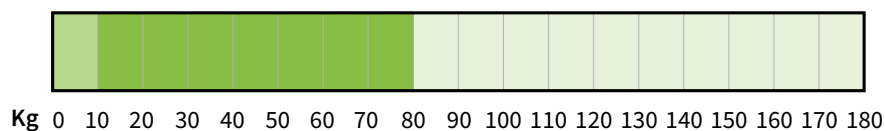
- ◆ Nitrógeno: 100 a 140 kg/ha.



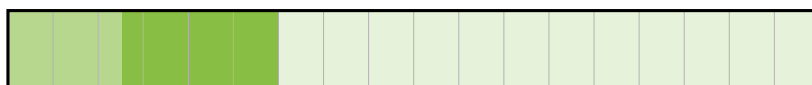
- ◆ Fósforo ( $P_2O_5$ ): 70 a 100 kg/ha.



- ◆ Magnesio: 10 a 80 kg/ha.

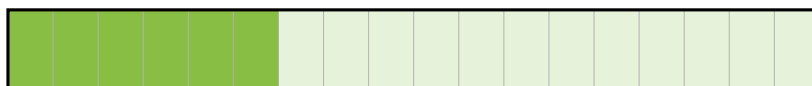


- ◆ Azufre: 25 a 60 kg/ha.



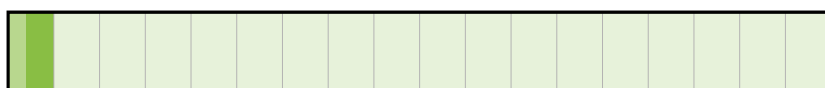
Kg 0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 110 120 130 140 150 160 170 180

- ◆ Calcio: 0 a 60 kg/ha.



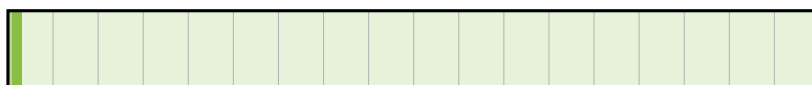
Kg 0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 110 120 130 140 150 160 170 180

- ◆ Zinc: 4 a 10 kg/ha.



Kg 0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 110 120 130 140 150 160 170 180

- ◆ Cobre: 1 a 4 kg/ha.



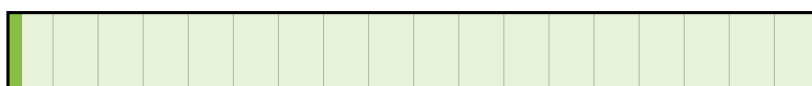
Kg 0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 110 120 130 140 150 160 170 180

- ◆ Boro: 0,5 a 3 kg/ha.



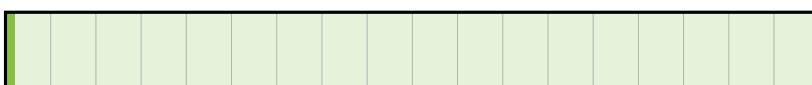
Kg 0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 110 120 130 140 150 160 170 180

- ◆ Manganeseo: 0 a 3 kg/ha.



Kg 0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 110 120 130 140 150 160 170 180

- ◆ Hierro: 0 a 2 kg/ha.



Kg 0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 110 120 130 140 150 160 170 180

Se espera que los requerimientos nutricionales de la zona occi-  
dente sean similares.

## ¿Cómo fraccionar la fertilización?

### Fertilice en dos etapas de crecimiento de la planta: vegetativa y maduración

Teniendo en cuenta que en la zona panelera del departamento de Nariño el corte se hace entre los 14 y 18 meses, se recomienda fraccionar la fertilización para que la asimilación de nutrientes sea eficiente, tanto en la etapa de crecimiento vegetativo, como en la etapa de maduración:

1. A los 2 o 3 meses de desarrollo de la caña (figura 4.1).
2. A los 5 o 6 meses.

Se recomienda abonar “en corona” (figura 4.2.) después de hacer el control de arvenses, de manera que el abono sea mejor aprovechado por la planta.



**Figura 4.1.** La primera fertilización se debe hacer a los dos o tres meses.

Foto: Lucio España



**Figura 4.2.** Fertilización en corona.

**Foto:** Lucio España

En cuanto a los beneficios de esta práctica cabe señalar que, de acuerdo con estudios realizados por Agrosavia en cinco zonas productoras del país, estas recomendaciones de fraccionamiento han significado incrementos en la producción de caña por unidad de área que oscilan entre 19% y 44% (Agrosavia, 2017). A continuación se especifica la proporción en que se sugiere aplicar los nutrientes en cada etapa de la planta.

### **Distribuya los nutrientes en las dos fertilizaciones**

#### **Fósforo**

El 70% del fósforo necesario se puede aplicar en la primera abonada y el 30% restante en la segunda, pues este nutriente es necesario para la brotación, el desarrollo de las raíces, la elongación de tallos, el macollaje y la producción de tallos molibles de la planta (Romero et al., 2009).

## Potasio

Durante la primera fertilización se requiere menor cantidad de este nutriente (hasta el 30%) y mayor proporción durante la segunda (70%). Es decisivo en la fotosíntesis, la respiración, la traslocación de azúcares y la acumulación de sacarosa (Romero et al., 2009).

## Nitrógeno

El nitrógeno se debe aplicar en partes iguales por su función en el crecimiento vegetativo (Romero et al., 2009).

## Elementos menores

Se sugiere aplicar los elementos menores en la segunda abonada. Adicionalmente, para aplicarlos en campo puede utilizar fuentes simples o compuestas, acompañadas de materia orgánica, con lo cual puede aumentar la capacidad de intercambio catiónico y el aprovechamiento de los nutrientes.

## Tiempo oportuno para abonar

Abonar tardíamente (seis meses después de la siembra o la soca) afecta los contenidos de nutrientes de los jugos, lo cual influye negativamente en la elaboración de la panela, ya que se producen mieles de baja textura y, por consiguiente, panelas de baja consistencia

## Referencias

- Aguilera, S. M., Borie, G., Rouanet, J. L., & Peirano, P. (1998). Evaluación de carbono orgánico y bioactividad en un Andisol sometido a distintos manejos agronómicos. *Agricultura Técnica*, 58(1), 32-46.
- Ali, H., Ahmad, I., Hussain, S., Irfan, M., Areeb, A., & Shabir, R. N. (2018). Basal application of potassium nutrition enhances cane yield, juice quality and net returns of sugarcane (*Saccharum officinarum* L.). *Pakistan Journal of Agricultural Sciences*, 55(2), 321-329. <https://pakjias.com.pk/papers/2829.pdf>
- Bertsch, F. (2003). *Absorción de nutrimentos por los cultivos*. Asociación Costarricense de la Ciencia del Suelo.
- Chohan, M., Talpur, U. A., Pahnwar, R. N., & Talpur, S. (2013). Effect of inorganic NPK different levels on yield and quality of sugarcane plant and ratoon crop. *International Journal of Plant Production*, 4, 3668-3674.
- Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria-Agrosavia. (2017). *Fertilización química y biológica para cinco regiones productoras de caña panelera* [Informe final financiado por MADR].
- González, F., Cabezas, M., Ramírez, M., & Ramírez, J. (2018). Curvas de absorción de macronutrientes en tres variedades de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) para panela en la Hoya del Río Suárez. *Revista de la Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales (UDCA) Actualidad & Divulgación Científica*, 21(2), 395-404. <https://doi.org/10.31910/rudca.v21.n2.2018.99>

- Mishra, J. S., Thakur, N. S., Kewalanand Sujathamma, P., Kushwaha, B., Rao, S., & Patil, J. (2015). Response of sweet sorghum genotypes for biomass, grain yield and ethanol production under different fertility levels in rainfed conditions. *Sugar Technology*, 17, 204-209. <https://doi.org/10.1007/s12355-014-0315-4>
- Romero, E., Alonso, L., Casen, S., Leggio Neme, M., Tonatto, M., Scandalariis, J., Digonzelli, P., Giardina, J., & Fernández, J. (2009). Fertilización de la caña de azúcar: Criterios y recomendaciones. En E. R. Romero, P. A. Digonzelli & J. Scandalariis (Eds.), *Manual del cañero* (pp. 87-99). Estación Experimental Agroindustrial. [https://agrodigital.producciontucuman.gov.ar/uploads/documentos/manual\\_caniero\\_EEAOC.pdf](https://agrodigital.producciontucuman.gov.ar/uploads/documentos/manual_caniero_EEAOC.pdf)
- Soomro, A. F., Tunio, S., Oad, F. C., & Rajper, I. (2013). Integrated effect of inorganic and organic fertilizers on the yield and quality of sugarcane (*Saccharum officinarum* L.). *Pakistan Journal of Botany*, 45(4), 1339-1348.

Foto: Lucio España



Unidad de Planificación Rural Agropecuaria [UPRA]. (2021). Sistema productivo de caña panelera, costos de producción agrícola – Primer semestre 2021 [Informe]. [https://www.upra.gov.co/documents/10184/155526/20211123\\_Bol\\_Costos\\_cana.pdf/002c1702-a580-4868-83f3-3e6ba9ab3d56](https://www.upra.gov.co/documents/10184/155526/20211123_Bol_Costos_cana.pdf/002c1702-a580-4868-83f3-3e6ba9ab3d56)

Volverás, B., González, F., Huertas, B., Kopp, E., & Ramírez, J. (2020). Efecto del fertilizante orgánico y mineral en el rendimiento de caña panelera en Nariño, Colombia. *Agronomía Mesoamericana*, 31(3), 547-565. <https://doi.org/10.15517/am.v31i3.37334>





Foto: Banco de fotos Agrosavia





## **5. Biofertilización con hongos formadores de micorrizas**

**María Margarita Ramírez Gómez,  
Diana Paola Serralde Ordóñez y  
Andrea María Peñaranda Rolón**

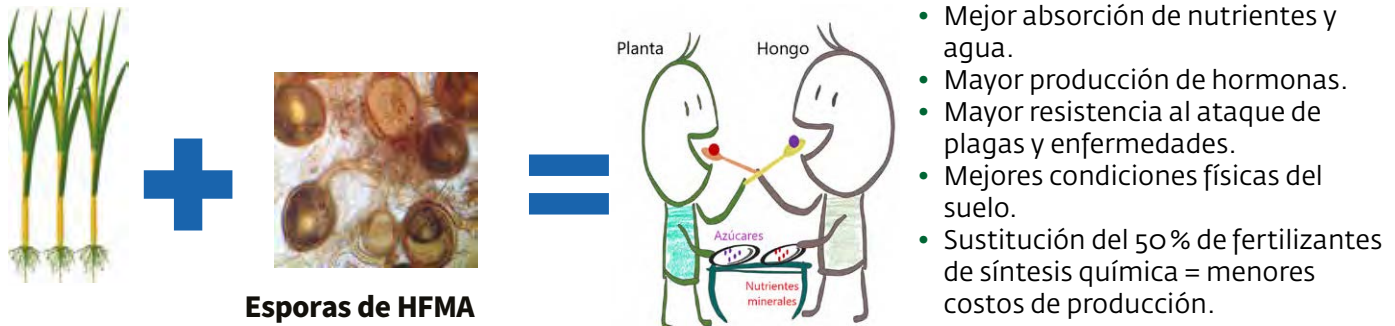
¿Ha escuchado hablar sobre las micorrizas?  
¿Le gustaría aprender a usarlas?

## ¿Qué son las micorrizas?

Los Hongos Formadores de Micorrizas Arbusculares (HFMA), conocidos comúnmente como *micorrizas*, son microorganismos que viven en diferentes tipos de suelos, ambientes y climas. Estos hongos, asociados con las raíces de las plantas, ayudan a transportar nutrientes y agua, con lo cual favorecen su nutrición y desarrollo (Begum et al., 2019; Ramírez et al., 2018).

## ¿Cómo actúan las micorrizas?

Es simple, lo hacen a través de una asociación conocida como *simbiosis*, en la cual tanto la planta como el hongo se benefician en un “gana-gana”: la planta mejora el transporte y la absorción de nutrientes, mientras que el hongo completa su ciclo de vida y recibe alimento en forma de carbohidratos (figura 5.1).



**Figura 5.1.** Relación simbiótica entre las plantas y micorrizas.

**Fuente:** Diana Serralde, adaptado de Redecker (s. f.)

El hongo establece la asociación con la planta mediante las esporas y las hifas o micelio, que son sus principales estructuras. Específicamente, el micelio actúa como una extensión de la raíz y puede explorar lugares a los que la planta por sí sola no podría llegar (Ramírez et al., 2008). Gracias a la ayuda de las micorrizas, la caña de azúcar para panela requiere menos fertilizantes y abonos porque absorbe los nutrientes de una manera más eficaz.

## ¿Cómo saber si hay micorrizas en el suelo?

Para establecer si en el suelo del lote hay micorrizas, puede enviar una muestra al laboratorio de microbiología agrícola del Centro de Investigación Tibaitatá de Agrosavia (o cualquier laboratorio que ofrezca el servicio).

Debe tomar las muestras cerca de la raíz de la caña de azúcar, a una profundidad de 30 cm, y recorriendo el lote en forma de X o W. Los resultados de los análisis le mostrarán el contenido de esporas de HFMA encontradas por cada gramo de suelo analizado (Gerdemann & Nicolson, 1963). También puede enviar una muestra de la raíz de una planta para determinar qué porcentaje de esa muestra está asociada con las micorrizas (Phillips & Hayman, 1970).

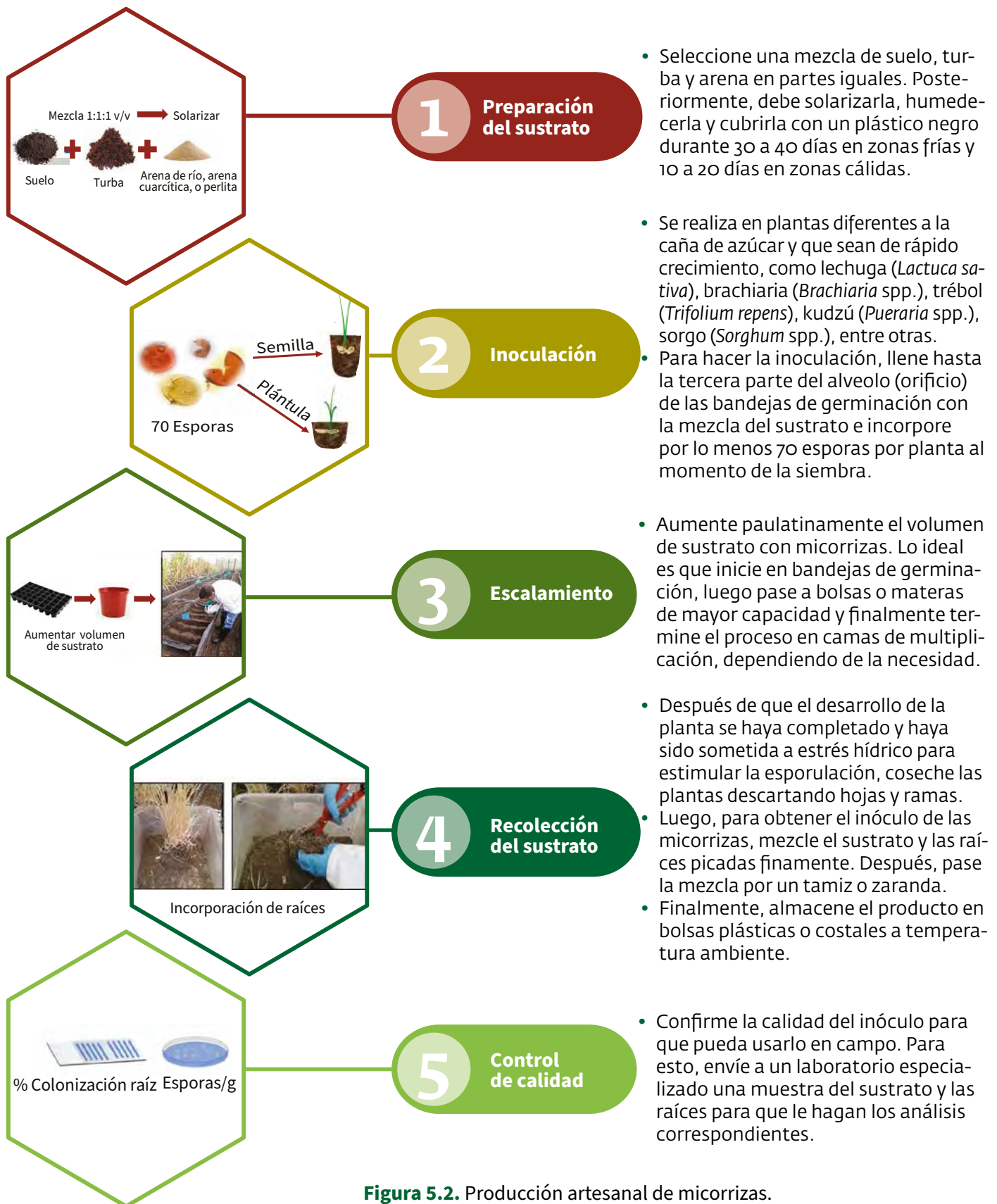
## ¿Cómo puede obtener las micorrizas?

El proceso de multiplicación de las micorrizas se inicia con un inóculo propio para caña de azúcar, ojalá procedente de la misma finca, y en lo posible se debe conocer la cantidad de esporas y la calidad sanitaria del inóculo. Para obtener las micorrizas en la finca debe realizar un proceso artesanal de cinco pasos (figura 5.2).

## ¿Cómo se aplican las micorrizas?

Las micorrizas se aplican en cualquier etapa del desarrollo de la caña. Sin embargo, se recomienda hacerlo en etapas tempranas para garantizar la simbiosis. Si va a hacer la inoculación en el momento en que siembra la caña de azúcar, se recomienda que aplique las micorrizas en el surco, junto a la semilla. En caso de que la caña ya esté establecida, puede aplicar las micorrizas al momento de la abonada. Para esto, se sugiere que abra uno o varios huecos alrededor de la raíz para que esta tenga contacto con el inóculo aplicado (Ramírez et al., 2020).

No puede perder de vista que durante la abonada solo debe aplicar la mitad de los bultos de fertilizante utilizado habitualmente. Asimismo, se recomienda que no aplique fungicidas durante la inoculación, ya que puede matar los hongos formadores de micorrizas.



**Figura 5.2.** Producción artesanal de micorrizas.

**Fuente:** Diana Serralde, **Fotos:** Andrea Peñaranda

## Referencias

- Begum, N., Qin, C., Ahanger, M., Raza, S., Khan, M., Ashraf, M., Ahmed, N., & Zhang, L. (2019). Role of arbuscular mycorrhizal fungi in plant growth regulation: Implications in abiotic stress tolerance. *Frontiers in Plant Science*, 10, 1068. <https://doi.org/10.3389/fpls.2019.01068>
- Gerdemann, J., & Nicolson, T. (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)
- Phillips, J., & Hayman D. S. (1970). Improved procedures for clearing roots and staining parasitic and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection. *Transactions of the British Mycological Society*, 55(1), 158-161. [https://doi.org/10.1016/S0007-1536\(70\)80110-3](https://doi.org/10.1016/S0007-1536(70)80110-3)
- Ramírez, M., Peñaranda, A., Pérez, U., & Serralde, D. (2018). Biofertilización con Hongos Formadores de Micorrizas Arbusculares (HFMA) en especies forestales en vivero. *Bioteχνología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 16(2), 15-25. <https://doi.org/10.18684/bsaa.v16n2.1162>
- Ramírez, M., Peñaranda, A., Serralde, D., & Pérez, U. (2020). *Producción y aplicación de hongos formadores de micorrizas en vivero de caña para panela* [Manual práctico de uso]. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA). <https://doi.org/https://doi.org/10.21930/agrosavia.manual.7403732>
- Ramírez, M., Roveda, G., Bonilla, R., Cabra, L., Peñaranda, A., Jiménez, M., Peñaranda, A., Serralde, D., Tamayo, Á., Navas, G., Tamayo, Á., Navas, G., & Díaz, C. (2008). *Uso y manejo de manejo de biofertilizantes en el cultivo de la uchuva*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria-Agrosavia.
- Redecker, D. (s. f.). Arbuscular mycorrhiza/mutualism cartoon. <http://science.redeckeria.org/mutualismnew.jpg>



Foto: Bahtco de fotos Agrosavia



## **6. Elaboración de compost con residuos del corte de la caña de azúcar para panela y subproductos de la molienda**

**Elizabeth Lagos Burbano**

**¿Qué uso les da a los residuos del corte de caña? ¿Qué podemos hacer con los residuos que se generan en la molienda?**

**E**n el proceso de transformación de la caña de azúcar a panela se generan residuos como cogollos, hojas verdes y vainas, así como subproductos como bagazo, bagacillo, cachaza y ceniza (figura 6.1), con los cuales puede elaborar abono orgánico mediante el proceso de compostaje y utilizarlo para mejorar las condiciones del suelo y la nutrición de la planta (Rolz et al., 2010).



**Figura 6.1.** Subproductos de la caña. a. Cachaza; b. Bagazo.

**Foto:** Juan Vicente Romero y Yeferson Bran

## ¿Cómo se hace el compostaje?

Existen diferentes formas de obtener el compost, las cuales dependen de la cantidad y el tipo de desechos que se generen en las fincas. En el caso de los residuos del cultivo de la caña y en los trapiches, la forma más adecuada de elaborar el compost es hacer montones o pilas de compostaje de la siguiente manera:

1. Pique o desmenuce los residuos. Tenga en cuenta que un montón de 460 kg de residuos puede contener:
  - a. Nacadero: 10 kg.
  - b. Bagazo de caña: 12 kg.
  - c. Estiércol de equino: 48 kg.
  - d. Bagacillo: 60 kg.
  - e. Cachaza: 150 kg.
  - f. Ceniza: 180 kg.



2. Prepare una capa de material seco con cualquiera de los siguientes materiales: bagazo, ceniza o estiércol de animales, entre otros (figura 6.2a). Esta capa debe ser el doble o el triple de la capa de material fresco (figura 6.2b).
3. Sobre la primera capa adicione el material fresco, que puede ser podas de arbustos o bagacillo.
4. Agregue melaza disuelta en agua o cachaza (figura 6.2c).
5. Adicione capas de residuos en el mismo orden hasta que complete un arrume de 1,5 m a 2 m de altura.
6. Mezcle muy bien para formar la pila de compost (figura 6.2d).



**Figura 6.2.** Proceso de elaboración de compost a partir de los residuos de la transformación de la caña de azúcar a panela. a. Material seco: bagazo, ceniza y estiércol de equinos; b. Material fresco: nacedero y bagacillo; c. Adición de melaza; d. Pila terminada.

Fotos: Elizabeth Lagos

## ¿Qué materiales puede compostar?

### Sí puede compostar...

Si bien es posible compostar la mayoría de los residuos, es importante que utilice materiales que aportan nitrógeno a la mezcla, por ejemplo, el estiércol de animales o las podas de algunos arbustos, como nacedero, matarratón, botón de oro, sauco, entre otros.

### No debe compostar...

No debe utilizar residuos como carne, leche y sus derivados, huesos y aceite, debido a que pueden generar mal olor y un proceso inadecuado de descomposición (Oviedo et al., 2017).

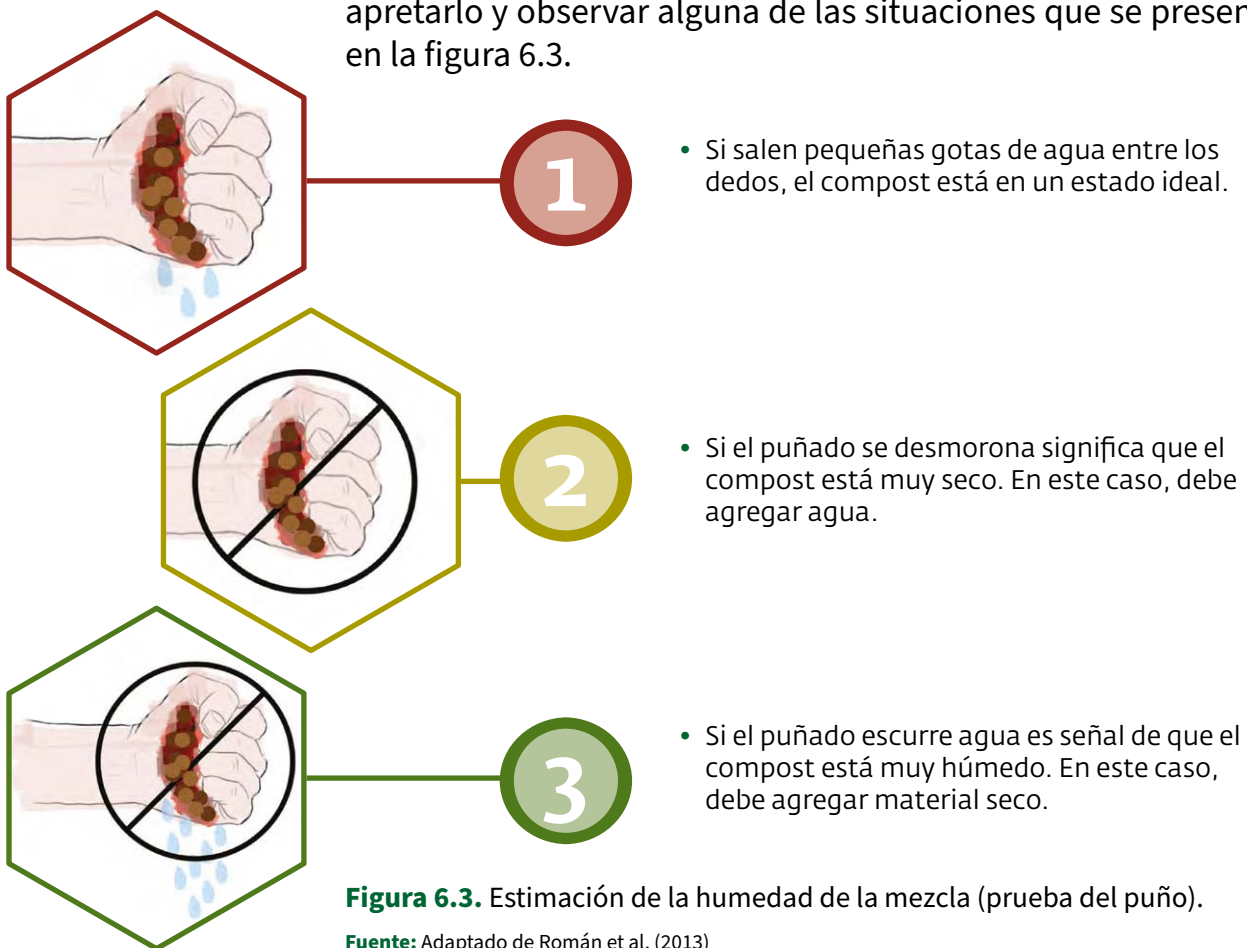
**¡Ojo! No utilice ceniza proveniente de llantas porque puede contener sustancias tóxicas que deterioran el compost.**

## ¿Qué factores debe controlar para obtener un compost de calidad?

Entre los principales factores que debe controlar durante el proceso de compostaje destacan la humedad, la temperatura y la aireación (Román et al., 2013).

### Humedad

El contenido de humedad de la pila debe ser adecuado para promover la descomposición de los residuos. Para ello, se usa la prueba del puño, que consiste en tomar un puñado de mezcla, apretarlo y observar alguna de las situaciones que se presentan en la figura 6.3.



### Proteja la pila de compost del sol y la lluvia

Cubra la pila de compost con una primera capa de hojarasca, paja u hojas de otros cultivos de la finca para protegerla de la luz directa del sol y la lluvia. Después de hacer esto podría usar un plástico, pero sin que tenga contacto directo con la pila.

## Temperatura

Mida la temperatura de la pila cada tres días con un termómetro para suelo. Tenga en cuenta que la temperatura puede subir hasta los 65 °C, pero debe asegurarse de que esta no disminuya drásticamente, pues cuanto mayor sea la temperatura, mayor es la velocidad de descomposición.

## Aireación

Este es el factor que puede definir la calidad del compost. Para asegurar una aireación uniforme, se sugiere que utilice el sistema de ventilación pasiva, el cual permite que la mezcla se airee sin necesidad de hacer volteos manuales.



**Figura 6.4.** Termómetro para suelo.

**Fuente:** Juan Vicente Romero

### ¿Cómo elaborar un sistema de ventilación pasiva?

A continuación se describen los materiales y el proceso para fabricar el sistema de ventilación pasiva para una pila de 460 kg de residuos:

#### Materiales

- ◆ Un marco de madera de 1,5 m de ancho x 2 m de largo x 20 cm de alto elaborado con tablas (figura 6.5a).
- ◆ Cinco tubos de PVC de 2 pulgadas de 1,6 m de largo, perforados en zigzag a una distancia de 8 cm entre perforaciones (figura 6.5b).
- ◆ Malla antitrips.
- ◆ Manta de polisombra.

#### Fabricación

1. Forre los tubos con malla antitrips para evitar el ingreso de residuos y facilitar la aireación dentro de la pila (figura 6.5c).
2. Fije los tubos al marco de madera mediante ranuras talladas, a una distancia de 40 cm (figura 6.5d).
3. En lo posible, ponga en la base una manta de polisombra para sostener los residuos, la cual quedará en contacto con el suelo (figura 6.5e).
4. Arme la pila haciendo un hueco en el centro (figura 6.5f) para permitir la salida del calor (efecto chimenea).



**Figura 6.5.** Construcción del sistema de ventilación pasiva. a. Marco de madera y elaboración de ranuras; b. Tubos de PVC con perforaciones en zigzag; c. Tubos forrados con malla antitrips; d. Tubos fijados al marco de madera; e. Manta de polisombra sobre la base; f. Formación de la pila con un hueco en el centro.

**Fotos:** Claudia Barragán

## ¿Qué problemas pueden surgir y cómo solucionarlos?

En la tabla 6.1 se presenta un listado de acciones que puede realizar si tiene algún inconveniente durante la elaboración del compost.

**Tabla 6.1.** Solución a posibles problemas en la elaboración del compost

Diagnóstico	Problema	Posibles razones	Soluciones
La temperatura no sube.	Los microorganismos no pueden desarrollarse.	Demasiado aire y poca humedad, escasez de material fresco, material muy seco o cantidad insuficiente de la mezcla.	Remojar la pila y disminuir el tamaño de los materiales vegetales.
La temperatura baja repentinamente.	El proceso de descomposición se detuvo.	El material está demasiado seco, la pila tiene exceso de aireación.	Remojar la pila y disminuir el tamaño de los materiales vegetales.
Elevación repentina y excesiva de la temperatura.	El proceso de descomposición se detuvo.	Material muy húmedo.	Hacer la prueba del puño y revisar el sistema de aireación.
Compactación de la mezcla.	Falta de aireación.	Partículas de la mezcla demasiado pequeñas.	Revisar el sistema de aireación.

Fuente: Román et al. (2013)

## ¿Cómo saber si el compost está maduro o listo para utilizar?

Cuando el compost está listo para utilizar adquiere un color oscuro, no se distinguen los materiales originales, la textura es suave, el olor es agradable (a tierra) y tiene una temperatura estable (temperatura ambiente) (figura 6.6).



**Figura 6.6.** Estados del compost. a. Estado inicial; b. Estado intermedio; c. Estado final.

Fotos: Luz Patricia Colorado Correa

Cuando el compost esté listo, debe tamizarlo y almacenarlo en un lugar cubierto, en la sombra y dentro de bolsas impermeables y abiertas que posibiliten su ventilación (figura 6.7). La cantidad de este abono dependerá del requerimiento del cultivo y del análisis de suelo.



**Figura 6.7.** Tamizaje y empaque del compost. a. Tamizaje; b. Empaque.

Fotos: Elizabeth Lagos

## ¿Qué ventajas tiene utilizar el compost?

Entre las principales ventajas de utilizar el compost se pueden mencionar las siguientes:

- ◆ Mantiene la biodiversidad del suelo e incrementa la disponibilidad de nutrientes para las plantas.
- ◆ Mejora las propiedades físicas y químicas del suelo.
- ◆ Ahorra el uso de agua de riego porque aumenta la retención de humedad del suelo.
- ◆ Regula la temperatura del suelo.

## Referencias

- Oviedo, E., Marmolejo, L., & Torres, P. (2017). Avances en investigación sobre el compostaje de biorresiduos en municipios menores de países en desarrollo. Lecciones desde Colombia. *Ingeniería, Investigación y Tecnología*, 18(1), 31-42. <http://www.scielo.org.mx/pdf/iit/v18n1/1405-7743-iit-18-01-00031.pdf>
- Rolz, C., de León, R., Cifuentes, R., & Porres, C. (2010). Windrow composting of sugarcane and coffee byproducts. *Sugar Technology*, 12(1), 15-20. <https://doi.org/10.1007/s12355-010-0004-x>
- Román, P., Martínez, M., & Pantoja A. (2013). *Manual de compostaje del agricultor, experiencias en América Latina*. Food and Agriculture Organization (FAO); Oficina Regional para América Latina y el Caribe.



Foto: Banco de fotos Agrosavia





## **7. Principales insectos plaga de la caña de azúcar para panela y su manejo**

Ana Elizabeth Díaz Montilla,  
Carlos Espinel Correal y  
Erika Paola Igua Urbano

¿Conoce las plagas que atacan a la caña de azúcar para panela en su finca?, ¿sabe cómo controlarlas?

En el departamento de Nariño se han identificado seis insectos plaga de interés económico que afectan el cultivo de caña de azúcar para panela:

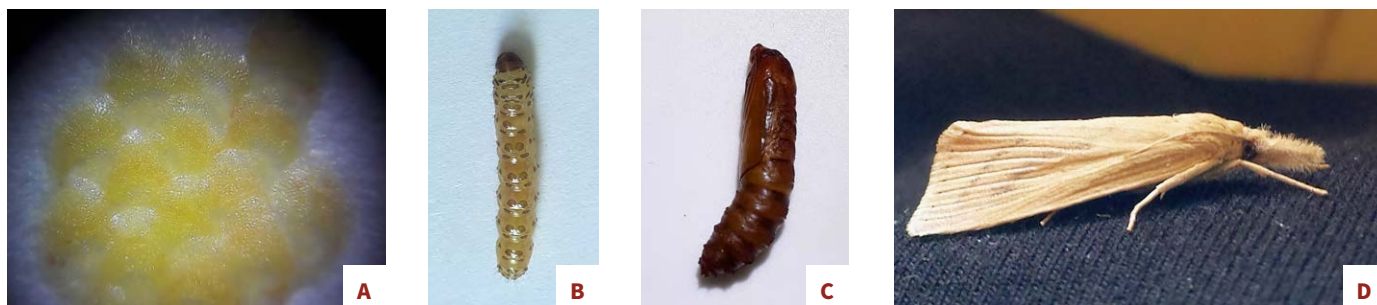
1. El barrenador de los tallos de la caña de azúcar (*Diatraea* spp.).
2. El barrenador menor de la caña (*Blastobasis graminea*).
3. El gusano tornillo (*Telchin atymnius*).
4. El salivazo (*Mahanarva andigena*).
5. El cucarrón gigante (*Podischnus agenor*).
6. La hormiga loca (*Nylanderia fulva*).

A continuación, se describen estos insectos y se presentan recomendaciones para su manejo. Por su importancia, la información sobre la *Diatraea* spp. se desarrolla de forma más detallada.

## 1. Barrenadores de los tallos de la caña de azúcar *Diatraea* spp. (Lepidoptera: Crambidae)

### ¿Cómo se pueden reconocer?

Las polillas adultas del género *Diatraea* son de color pajizo y ponen sus huevos sobre las hojas verdes de la caña, de los que nacen las larvas o gusanos responsables del daño ocasionado a la caña panelera en las hojas y el tallo. Transcurrido cierto tiempo, las larvas se transforman en pupas y adivinos y, finalmente, se desarrollan las polillas (figura 7.1).



**Figura 7.1.** Estados de desarrollo de *Diatraea saccharalis*. a. Huevos; b. Larva o gusano; c. Pupa o adivino; d. Polilla adulta.

Foto: Erika Paola Igua Urbano

## ¿Qué especies de *Diatraea* spp. se encuentran en el departamento de Nariño?

En el departamento de Nariño se encontraron dos especies del género *Diatraea* asociadas a los cultivos de caña panelera (tabla 7.2).

**Tabla 7.2.** Especies del género *Diatraea* asociadas a los cultivos de caña panelera

Daño	Especie	
	<i>Diatraea saccharalis</i>	<i>Diatraea indigenella</i>
		
<b>Diferencias morfológicas</b>	El cuerpo de la larva está rodeado de pecas (pináculos) bien definidas de color marrón.	Las pecas no son tan evidentes, las bandas son color violáceo y están distribuidas a lo largo del cuerpo de la larva.
<b>Proporción poblacional en zona de Piedemonte</b>	0%	100%
<b>Adaptación en Piedemonte</b>		Ambientes húmedos 1.200 a 1.400 m s. n. m. 18 a 24 °C 2.000 a 4.000 mm anuales
<b>Proporción poblacional en zona Occidente</b>	20%	80%
<b>Adaptación en zona Occidente</b>		<b>Ambientes secos</b> 1.200 a 1.700 m s. n. m. 18 a 24 °C 550 a 1.100 mm anuales <b>Ambientes húmedos</b> 1.400 a 1.800 m s. n. m. 18 a 24 °C 1.100 a 1.200 mm anuales

Fuente: Elaboración propia.

Fotos: Erika Paola Igua Urbano

## ¿Qué daños ocasionan?

Las larvas recién nacidas se alimentan de las hojas tiernas del cogollo y luego bajan a la base del tallo, donde ocasionan el daño conocido como *corazón muerto* (en soca) (figura 7.2a). Los gusanos más desarrollados perforan las cañas haciendo túneles y pueden dañar varios cañotes o entrenudos (figura 7.2b).



**Figura 7.2.** Daño causado por una larva de *Diatraea* spp. a. Daño causado en soca (corazón muerto); b. Daño causado en caña madura.

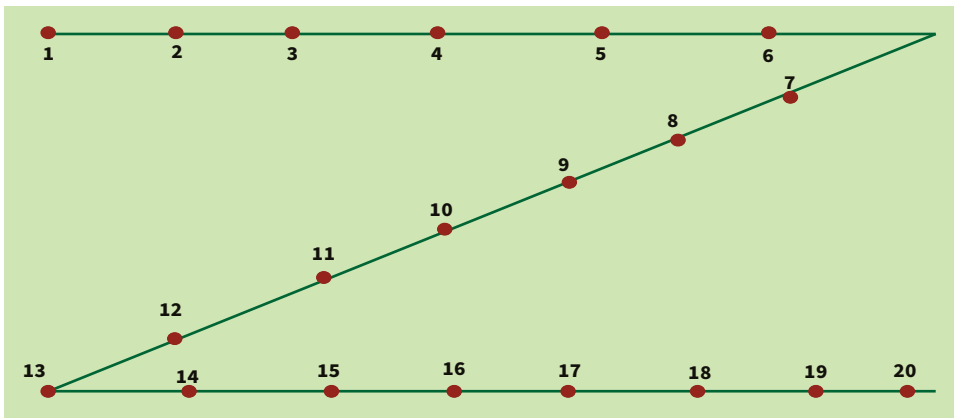
**Fotos:** Erika Paola Igua Urbano y Ana Elizabeth Díaz Montilla

En el departamento de Nariño, el daño causado por *Diatraea* spp., evidenciado en los cañotes barrenados, varía de acuerdo con los siguientes factores:

- ◆ El 7% se registra en zonas secas, a alturas que oscilan entre 1.200 y 1.700 m.s.n.m., temperaturas de 18°C a 24°C y lluvias de 550 mm a 1.100 mm anuales.
- ◆ El 13% se evidencia en zonas húmedas, a alturas que oscilan entre 1.400 y 1.800 m.s.n.m., temperaturas de 18°C a 24°C y lluvias de 1.100 mm a 1.200 mm anuales.

### ¿Cómo evaluar el daño causado por *Diatraea* spp.?

Para estimar el porcentaje de cañotes dañados, debe rajar por lo menos 20 tallos de caña de azúcar de diferentes cepas haciendo un recorrido por todo el lote al momento del corte de la caña (Vargas & Gómez, 2005) (figura 7.3).



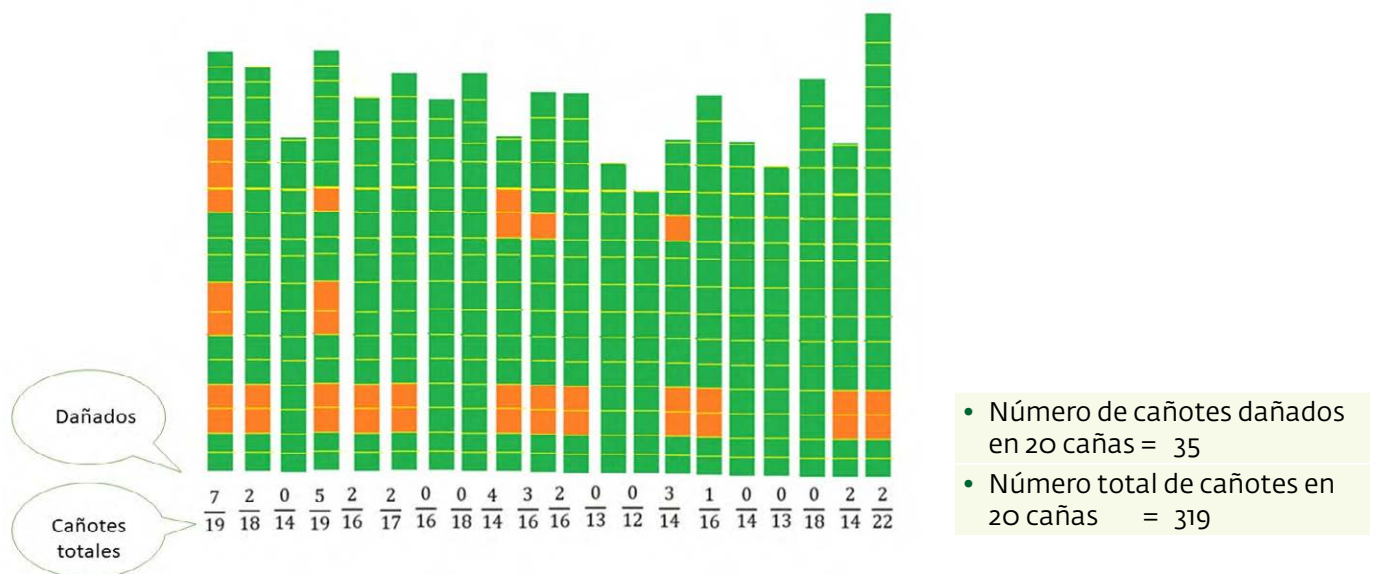
**Figura 7.3.** Recorrido por todo el lote para rajar 20 tallos de caña.

Fuente: Erika Paola Igua Urbano

Finalmente, se debe sumar el total de cañotes dañados y sanos en los 20 tallos para determinar el porcentaje de daño empleando la siguiente ecuación:

$$\% \text{ daño} = \text{N.}^\circ \text{ cañotes dañados} / \text{N.}^\circ \text{ total de cañotes} * 100$$

Como ejemplo, en la figura 7.4 se muestran 20 tallos en los cuales se han cuantificado los cañotes dañados (en color naranja) y los sanos (en color verde).



**Figura 7.4.** Tallos en los que se han cuantificado los cañotes dañados (en color naranja) y los sanos (en color verde).

Fuente: Erika Paola Igua Urbano

Una vez haya realizado la operación descrita, compare los resultados con los que se presentan en la tabla 7.1, los cuales especifican los rangos para establecer la severidad del daño.

**Tabla 7.1.** Valoración del daño causado por *Diatraea* spp.

% daño	Estado del cultivo
0-4	Sano
4-10	Dañado
Mayor a 10	Muy dañado

**Fuente:** Cenicaña

Aplicando la fórmula al ejemplo propuesto, el porcentaje de daño ocasionado por *Diatraea* spp. para esta muestra de 20 tallos corresponde a 11 %, como se describe en la siguiente ecuación:

$$\% \text{ Daño} = \frac{35}{319} * 100 = 11\%$$

De acuerdo con el indicador del daño que se presentó en la tabla 7.1, este 11 % significa que el cultivo del ejemplo está muy afectado por *Diatraea* spp. La pérdida que representa este daño es de 8,2 toneladas de caña/ha, cantidad correspondiente a 2 botijas, de las cuales se obtendrían 40 pacas de panela a un precio de \$2.800 el kilogramo (precio año 2022, semestre A). En ese sentido, se dejarían de recibir \$2.240.000.

### ¿Cuáles son los enemigos naturales de la *Diatraea* spp.?

En la zona occidente del departamento de Nariño se encontraron varios enemigos naturales que atacan tanto a *D. indigenella* como a *D. saccharalis* en los estados de huevo y gusano (larva): *Telenomus* sp., *Trichogramma exiguum* y *Cotesia* sp. (tres avispas); *Billaea claripalpis* y *Genea jaynesi* (dos moscas); *Beauveria bassiana* (un hongo) y un nematodo (*Hexameris* spp.) (figuras 7.5 a 7.8).



**Figura 7.5.** Avispas *Telenomus* sp. (a) y *Trichogramma exiguum* (b).

Foto: Erika Paola Igua Urbano y Judith Guevara



**Figura 7.6.** Moscas *Billaea claripalpis* (a) y *Genea jaynesi* (b).

Foto: Erika Paola Igua Urbano



**Figura 7.7.** Larvas atacada por la avispa *Cotesia* sp. (a) y por moscas (b y c).

Fotos: Erika Paola Igua Urbano



**Figura 7.8.** Larvas atacadas por el hongo *Beauveria bassiana* (a) y por el nematodo *Hexameris* spp. (b).

Foto: Erika Paola Igua Urbano

## ¿Cómo puede hacer el control biológico de *Diatraea* spp.?

Los niveles de daño ocasionados por *Diatraea* spp. en la zona panelera de Nariño causan importantes pérdidas económicas. Por lo tanto, se recomienda implementar un programa de control biológico fundamentado en el uso de enemigos naturales presentes en la zona (tabla 7.3) y ofrecidos comercialmente en el mercado.

**Tabla 7.3.** Caracterización de los enemigos naturales de *Diatraea* spp. y dónde encontrarlos

Enemigo natural	¿Qué controla?	Edad de la caña para liberar al enemigo	Cantidad por hectárea	Dónde se adquiere?
<i>Trichogramma exiguum</i>	Huevo	3 meses 5 meses 7 meses	50 pulgadas <sup>2</sup>	Laboratorio de producción Coopanela-Sandoná
<i>Billaea claripalpis</i>	Larva	3 meses 5 meses	30 individuos 30 individuos	Laboratorios de producción Valle del Cauca
<i>Cotesia flavipes</i>	Larva	5 meses 7 meses	2 gr 2 gr	

Fuente: Elaboración propia

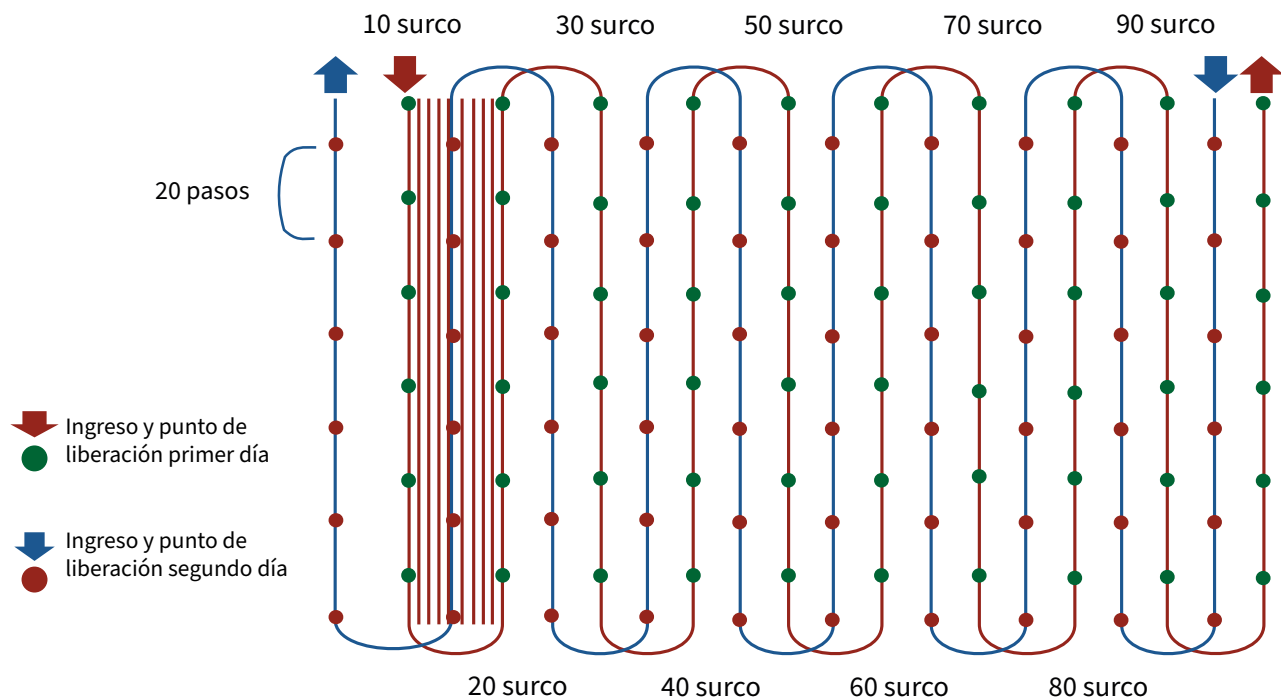
### ¿Cómo y cuándo debe liberar las avispidas *Trichogramma*?

Utilice un porrón plástico de boca ancha para que nazcan las avispidas de huevos parasitados que le entrega el laboratorio en las cartulinas. Las avispidas en estado adulto se llevan a campo en los porrones y se liberan homogéneamente cada 10 surcos, abriendo el porrón cada 20 pasos durante 5 segundos, de manera que se cubra toda el área del cultivo de caña de azúcar (figura 7.9).

Haga las liberaciones durante dos días seguidos: en el primer día ingrese por uno de los extremos del cultivo y en el segundo por el extremo opuesto y repita el procedimiento. Se recomienda que deje las cartulinas con los huevos parasitados en medio de las hojas de caña el último día de las liberaciones, para asegurar que las avispidas terminen de nacer en el campo (figura 7.10).

**El control biológico de *Diatraea* spp. funciona siempre y cuando todos los agricultores de la región estén comprometidos con su realización ¡Una golondrina sola no hace verano!**





**Figura 7.9.** Recorridos para liberar las avispitas *Trichogramma exiguum*.

**Fuente:** Elaboración propia



**Figura 7.10.** Liberación de avispitas *Trichogramma exiguum* en un cultivo de caña de azúcar. Observe que la boca del tarro debe estar cerca de las hojas de la caña para asegurar que las avispitas vuelen hacia los sitios en donde se localizan los huevos de *Diatraea* spp.

**Foto:** Erika Paola Igua Urbano

## 2. Barrenador menor *Blastobasis graminea* (Lepidoptera: Coleophoridae)

### ¿Cómo se puede reconocer?

*Blastobasis graminea*, especie conocida como barrenador menor, se distribuye en la zona occidente de Nariño en ambientes húmedos y secos. La polilla adulta de esta especie es muy pequeña —mide aproximadamente 6,4 mm de largo—, es de color amarillo crema y pone los huevos en los tallos de la caña de azúcar (figura 7.11a). La pupa o adivino se forma en las vainas secas de las hojas, haciendo un capullo. Las larvas son de color blanco crema y miden aproximadamente 11,7 mm (Lujan, 2019) (figura 7.11b). Es durante esta etapa de desarrollo que ocasionan el daño a la caña de azúcar.

### ¿Qué daños ocasionan?

Es fundamental tener en cuenta que el barrenador menor es una plaga limitante para los semilleros de caña, pues sus larvas se alimentan de las yemas e impiden el crecimiento de nuevos brotes. Asimismo, la larva hace perforaciones pequeñas cerca a los nudos de los cañotes, razón por la cual las cañas atacadas presentan un aserrín muy fino de color blanco en el área de perforación (figura 7.12). En cuanto al control biológico, tenga en cuenta que las larvas de esta especie son atacadas por moscas de la familia *Tachinidae* (Bustillo, 2013; Vargas et al., 2021).



**Figura 7.11.** *Blastobasis graminea* o barrenador menor. a. Polilla adulta; b. Larva o gusano.

**Fotos:** Erika Paola Igua Urbano y Cenicaña, Área de Entomología



**Figura 7.12.** Daño ocasionado por *Blastobasis graminea* o barrenador menor.

**Foto:** Ana Elizabeth Díaz Montilla

### 3. Gusano tornillo *Telchin atymnius* (Lepidoptera: Castniidae)

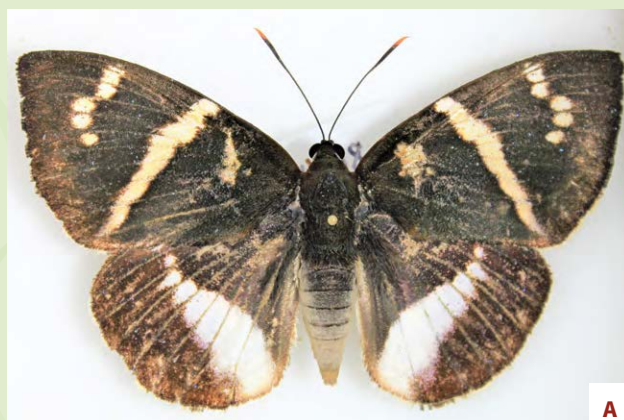
#### ¿Cómo se puede reconocer?

*Telchin atymnius*, especie conocida como gusano tornillo, se distribuye en las zonas húmedas del piedemonte nariñense, particularmente del municipio de Ricaurte, donde también es una plaga del plátano. Los individuos adultos de esta especie son mariposas grandes cuyas alas expandidas miden aproximadamente 10 cm (figura 7.13a). Son de color café anacarado, viven entre 14 y 24 días, vuelan entre 10 a.m. y 2 p.m., y ponen los huevos en las cepas de la caña de azúcar. En estado larval, su morfología es similar a la de un tornillo, característica que les confiere su nombre común: gusano tornillo (figura 7.13.b).

#### ¿Qué daños ocasionan?

Como tornillos, los gusanos hacen orificios y se alimentan de los tallos y las hojas de la caña de azúcar durante cuatro meses y medio. Las poblaciones de esta plaga aumentan en la época de verano, cuando llueve poco y hace mucho calor. Las socas viejas son las más atacadas por este insecto: allí producen la afección conocida como *corazón muerto*, que se puede confundir a la ocasionada por *Diatraea* spp.

En cañas maduras, el daño se localiza en la base de los tallos, donde los gusanos hacen galerías de gran tamaño (figura 7.14). Es bien sabido que estos daños hacen que el peso de la caña disminuya, así como reducen el contenido de dulce. Ahora bien, los gusanos también se alimentan de los rizomas y las raíces, con lo cual reducen el macollamiento y provocan la caída de la caña (Aya et al., 2021; Douglas, 2007; Del Rivero et al., 2020; Moraes & Duarte, 2009; Sarto & Aguilar, 2005; Vargas et al., 2021).



**Figura 7.13.** *Telchin atymnius* o gusano tornillo. a. Mariposa; b. Gusano tornillo.

Fotos: Cenicaña, Área de Entomología



**Figura 7.14.** Daño causado *Telchin atymnius* o gusano tornillo en caña de azúcar.

Foto: Cenicaña, Área de Entomología

### ¿Cómo hacer el manejo integrado del gusano tornillo?

A continuación, se describen algunas de las prácticas de manejo integrado del gusano tornillo:

- ◆ No transporte material vegetal de caña y plátano desde la zona del piedemonte al occidente.
- ◆ En la medida de lo posible, renueve las socas viejas.
- ◆ Puede usar trampas para la captura de mariposas (probadas en plátano). Estas pueden ayudar a disminuir el daño en 3%. Puede construir las trampas con una botella plástica de 2,5 litros, con un hueco de 10 cm de ancho y 5 cm de largo a 15 cm de la base (por donde entran las mariposas). Finalmente, envase el cebo atrayente, el cual se prepara con 250 ml de agua y 125 ml de melaza (figura 7.15). (Silva-Arero et al., 2020).
- ◆ Recolecte manualmente los gusanos.
- ◆ Despeje la cepa mediante el encallejonado. El aporque de la cepa reduce en 65% la emergencia de mariposas (Pabón et al., 2022).
- ◆ Después del corte, elimine los tocones de las cepas a ras de suelo.
- ◆ Tenga en cuenta que hay varias hormigas y roedores que se alimentan de los gusanos. También hay pájaros, lagartijas, murciélagos y sapos que se alimentan de las mariposas.
- ◆ Con asesoría técnica, defina si es conveniente aplicar chlorantraniliprole, un insecticida que Cenicaña probó con buenos resultados para el control de otra especie del género *Telchin*. Para usarlo, debe empapar el suelo con la sustancia, pues así erradica a los gusanos recién nacidos. Además, otros estudios indican que el hongo *Beauveria bassiana* y la bacteria *Bacillus thuringiensis* también ejercen cierto control sobre esta plaga (Cenicaña, información personal).



**Figura 7.15** Trampa artesanal para captura de mariposas de *Telchin atymnius* (Lepidoptera: Castniidae). a. Diagrama con dimensiones; b. Trampa en uso en cultivo de caña de azúcar.

Foto: Ana Elizabeth Díaz Montilla

#### 4. Salivazo *Mahanarva andigena* (Hemiptera: Cercopidae)

##### ¿Cómo se puede reconocer?

*Mahanarva andigena*, especie conocida como salivazo, se distribuye en las zonas húmedas del piedemonte y occidente de Nariño. Los insectos adultos son negros, con manchas de color amarillo, miden 11 mm de largo y ponen los huevos en el suelo alrededor de los tallos de la caña de azúcar (figura 7.16a). El insecto pasa por tres estados: huevo, ninfa (o inmaduro) y adulto. Las ninfas producen espuma (saliva) para protegerse y permanecen en las hojas, sobre todo en el cogollo y en los sitios de unión de la hoja con la caña de azúcar (figura 7.16b).

##### ¿Qué daños ocasionan?

Esta plaga se presenta en algunas zonas en época de invierno (lluvia) y los adultos y las ninfas chupan la savia de las hojas, compuesta de agua, minerales y azúcares. La plaga produce amarillamiento y quemazón de las hojas, acortamientos de cañotes y disminución de la concentración de dulce (sacarosa) (figura 7.17). Al secarse, los residuos de la saliva forman un polvo blanquecino que se pega a las cañas, lo cual dificulta la limpieza de los jugos en la mollienda (Bustillo, 2013; Bustillo & Castro, 2011; Mendoza et al., 2013; Vargas et al., 2021).



**Figura 7.17.** Daño causado por *Mahanarva andigena* o salivazo.

Foto: Ana Elizabeth Díaz Montilla



**Figura 7.16.** *Mahanarva andigena* o salivazo. a. Salivazo adulto; b. Inmaduros o ninfas de salivazo.

Fotos: Ana Elizabeth Díaz Montilla

##### ¿Cómo hacer el manejo integrado del salivazo?

A continuación, se describen algunas de las prácticas de manejo integrado del salivazo:

- ◆ Evite la recepción de semilla de caña de sitios que tengan la plaga.
- ◆ Fumigue con el hongo *Metarhizium robertsii*.
- ◆ Construya acequias para evitar el encharcamiento.
- ◆ Deshierbe o elimine pastos que también son atacados por esta plaga, como la caña brava y el pasto elefante.
- ◆ Cuando observe las primeras plantas con síntomas de amarillamiento o quemazón, aplique insecticidas registrados ante el ICA para controlar los salivazos en cultivos de caña de azúcar, como tiametoxam e imidacloprid. Tenga en cuenta que debe consultar a un ingeniero agrónomo para seleccionar el insecticida más adecuado para su finca (Gómez, 2007; Mendoza et al., 2013; Vargas et al., 2021).

## 5. Cucarrón gigante *Podischnus agenor* (Coleoptera: Melolonthidae: Dynastinae)

### ¿Cómo se puede reconocer?

*Podischnus agenor*, especie conocida como cucarrón gigante, se distribuye en las zonas secas del occidente nariñense. Los individuos adultos miden entre 4 cm y 5 cm de largo, 2 cm de ancho, son de color marrón oscuro a negro, ponen los huevos en el suelo y viven entre 30 y 80 días. Los cucarrones machos poseen un cuerno frontal con el cual perforan la caña de azúcar para crear un nicho donde copulan con la hembra (figuras 7.18a y 7.18b). Esta plaga también ataca a la guadua, al maíz tierno, la cabuya, la caña brava, entre otras plantas. Las larvas o gusanos tienen forma de “C”, el cuerpo blanco y la cabeza marrón (figura 7.18c). Asimismo, viven entre 5 y 7 meses en el suelo, tiempo durante el cual se alimentan de materia orgánica. Los cucarrones nacen en los meses de octubre y noviembre, en épocas de lluvia, cuando el suelo se suelta a causa de la humedad.

### ¿Qué daños ocasionan?

Esta plaga prefiere cañas de 2 a 7 meses de edad, en las cuales ocasionan daños similares al del corazón muerto. En cañas más desarrolladas hacen túneles o galerías abriendo grandes orificios: el daño se reconoce por la presencia de bagazo fermentado en el orificio de entrada (figura 7.19), además, la caña se quiebra (Pardo-Locarno et al., 2009; Vargas et al., 2021).



**Figura 7.18.** *Podischnus agenor* o cucarrón gigante. a. Macho de cucarrón gigante; b. Hembra de cucarrón gigante; c. Larvas o gusanos de cucarrón gigante.

**Fotos:** Jhon Neita



**Figura 7.19.** Daño ocasionado en la caña por *Podischnus agenor* o cucarrón gigante.

**Fotos:** Erika Paola Igua Urbano

### ¿Cómo hacer el manejo integrado del cucarrón gigante?

A continuación, se describen algunas de las prácticas para el control de individuos adultos de cucarrón gigante (Vargas et al. 2021):

- ◆ Recolecte manualmente los cucarrones o elabore trampas con trozos de guadua de 60 cm partidos longitudinalmente con 2 o 3 perforaciones de 5 x 3 cm para la entrada de los cucarrones (figura 7.20a).
- ◆ Para atraer los adultos, utilice como cebo caña fermentada machacada.
- ◆ Ponga el atrayente en las canaletas de guadua. Posteriormente, júntelas y asegúrelas con fibra.
- ◆ Revise semanalmente las trampas para coleccionar y eliminar los cucarrones (figura 7.20b).



**Figura 7.20.** Trampa para capturar adultos de *Podischnus agenor*. a. Canaletas de guadua unidas longitudinalmente con fibra. b. Trampa en uso con adultos capturados.

**Fotos:** John Guerrero y Erika Paola Igua Urbano

### 6. Hormiga loca *Nylanderia fulva* (Hymenoptera: Formicidae)

#### ¿Cómo se puede reconocer?

*Nylanderia fulva*, especie conocida como hormiga loca, se distribuye en zonas secas de la región occidente de Nariño. La hormiga loca se diferencia de las especies comunes porque tienen patas muy largas y el cuerpo está cubierto de pelos (figura 7.21). Además, las hormigas adultas corren sin un aparente sentido de orientación.

#### ¿Qué daños ocasionan?

La hormiga loca no es la causante directa de los daños de la caña de azúcar. Esta especie ataca los cultivos de caña en asocio con otras plagas, como pulgones o cochinillas harinosas, las cuales promueven el crecimiento de hongos en las hojas, afectación conocida como *fumagina*.



**Figura 7.21.** *Nylanderia fulva* u hormiga loca.

**Foto:** Erika Paola Igua Urbano

La caña afectada por la fumagina se amarilla, no crece y reduce la producción de dulce.

Adicionalmente, la hormiga loca elimina muchos insectos y perturba a las aves, animales silvestres y domésticos, pues daña los ojos, fosas nasales, pezuñas y, en ocasiones, causa muerte por asfixia. Además, molesta a los trabajadores y dificulta la realización de labores en los cultivos de caña (Bustillo, 2013; Vargas et al., 2021).

### ¿Cómo hacer el manejo integrado de la hormiga loca?

A continuación, se describen algunas de las prácticas para el manejo de la hormiga loca (Bustillo, 2013; ICA, 2021; Vargas et al., 2021):

- ◆ En las áreas donde la haya registrado, haga seguimiento continuo de la cantidad de hormigas en la caña mediante trampeos.
- ◆ Elabore las trampas con tarros de 8 onzas y con 5 g de salchicha ranchera (que atrae más al insecto). El horario más adecuado para trapear es entre 5 y 7 a.m. o 5 y 6 p.m.
- ◆ Distribuya 20 trampas por hectárea.
- ◆ Deje los tarros sin tapa durante 20 minutos y después ciérrelos. Posteriormente,

recójalos y llévelos a un congelador para cuantificar las hormigas muertas.

- ◆ Cuando encuentre en promedio 100 o más hormigas, debe tomar la decisión de controlar con cebos tóxicos. En ese caso, busque asesoría de un ingeniero agrónomo.

### Uso de cebos tóxicos

Puede conseguir cebos comerciales o puede prepararlos artesanalmente en la finca usando los siguientes ingredientes:

- ◆ 7 kg de mogolla de trigo.
- ◆ 3 kg de harina de pescado o harina de carne.
- ◆ 110 cm<sup>3</sup> de fipronil \* ICA.
- ◆ 250 g de azúcar o miel de purga.
- ◆ 5 litros de agua.

Una vez haya adquirido todos los ingredientes, mezcle por separado los elementos sólidos (mogolla de trigo y harina de pescado) de los líquidos (fipronil + agua + miel de purga). Surtido este proceso, integre en un recipiente todos los ingredientes revolviendo muy bien para disolver el insecticida (fipronil). Una vez terminado, puede aplicar el cebo en los caminos al voleo o en guadas.

El control de hormiga loca con cebos tóxicos funciona siempre y cuando todos los agricultores de la región estén comprometidos en realizarlo.



## Referencias

- Aya, V., Pabón, A., González, J. M. & Vargas, G. (2021). Morphological and molecular characterization of *Castniidae* (Lepidoptera) associated to sugarcane in Colombia. *Bulletin of Entomological Research*, 112(3), 399-410. <https://doi.org/10.1017/S0007485321000997>
- Bustillo, A. (2013). *Insectos plaga y organismos benéficos del cultivo de caña de azúcar en Colombia*. Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia (Cenicaña). [https://www.cenicana.org/pdf\\_privado/documentos\\_no\\_seriados/libro\\_plagas/libro\\_plagas.pdf](https://www.cenicana.org/pdf_privado/documentos_no_seriados/libro_plagas/libro_plagas.pdf)
- Bustillo, A., & Castro, U. (2011). *El salivazo de la caña de azúcar Aeneolamia varia (F.) (Hemiptera: Cercopidae): Hábitos, biología y manejo de poblaciones* [Serie Divulgativa N.º 11]. Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia (Cenicaña). [https://www.cenicana.org/pdf\\_privado/serie\\_divulgativa/sd\\_11/sd\\_11.pdf](https://www.cenicana.org/pdf_privado/serie_divulgativa/sd_11/sd_11.pdf)
- Del Rivero Bautista, N., Lugo-Cruz, E., Sánchez-Soto, S., Osorio-Osorio, R., & Romero-Nápoles, J. (2020). Phytophagous insects associated with heliconia crops (*Heliconia* spp.) in Tabasco, Mexico. *Agro Productividad*, 13(2), 31-36. <https://doi.org/10.32854/agrop.vi.1582>
- Douglas F. (2007). *The sun-moths (Lepidoptera: Castniidae) of victoria, with a detailed study of the pale sun-moth (Synemon selene Klug, 1850)* [Tesis de maestría, University of Ballarat]. Federation Research Online. <http://researchonline.federation.edu.au/vital/access/HandleResolver/1959.17/45568>
- Gómez L., L. A. (2007). *Manejo del salivazo Aeneolamia varia en cultivos de caña de azúcar en el valle del río Cauca* [Carta Trimestral]. Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia (Cenicaña). [https://www.cenicana.org/pdf\\_privado/carta\\_trimestral/ct2007/ct2y3\\_07/ct2y3\\_07\\_p10-17.pdf](https://www.cenicana.org/pdf_privado/carta_trimestral/ct2007/ct2y3_07/ct2y3_07_p10-17.pdf)
- Instituto Colombiano Agropecuario [ICA]. (2021). *Evite daños en su producción, aplique el ABC para el manejo de la hormiga loca*. <https://www.ica.gov.co/noticias/ica-evite-danos-produccion-por-hormiga-loca>
- Lujan Quipuscoa, A. (2019). *Ciclo biológico y comportamiento de Blastobasis graminea Adamski (Lepidoptera: Coleophoridae), en caña de azúcar, Lambayaque, Perú* [Tesis de grado, Universidad de Trujillo]. Repositorio Universidad Nacional de Trujillo. <https://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/18769>
- Mendoza Mora, J., Gualle Alvarado, D., & Gómez Pereira, P. (2013). *Guía para el reconocimiento y manejo de insectos plagas y roedores de la caña de azúcar en Ecuador* [Publicación técnica N.º 2]. Centro de Investigación de la Caña de Azúcar (CINCAE). <https://cincae.org/wp-content/uploads/2021/08/GUIA-DE-INSECTOS-PLAGAS-DE-LA-CANA-DE-AZUCAR.pdf>
- Moraes, S. S., & Duarte, M. (2009). Morfología externa comparada das três espécies do complexo *Telchin licus* (Drury) (Lepidoptera, Castniidae) com uma sinonímia. *Revista Brasileira de Entomologia*, 53(2), 245-265. <https://doi.org/10.1590/S0085-56262009000200007>

- Pabón-Valerde, A. H., Michaud, J. P., & Vargas, G. (2022). Cultural control of giant sugarcane borer, *Telchin licus* (Lepidoptera: Castniidae), by soil mounding to impede adult emergence. *Florida Entomologist*, 105(1), 22-26. <https://doi.org/10.1653/024.105.0104>
- Pardo-Locarno, L. C., Stechauner-Rohringer, R. M., & Morón, M. A. (2009). Descripción de larva y pupa, ciclo de vida y distribución del escarabajo rinoceronte *Podischnus agenor* (Oliver) (Coleoptera: Melolonthidae) en Colombia, con una clave para larvas de tercer estadio de *Dynastinae neotropicales*. *Kempffiana*, 5(2), 20-42. [https://www.museoelkempff.org/sitio/Informacion/KEMPFFIANA/Kempffiana%205\(2\)/20-42\\_Pardo-Lorcano\\_et%20al.\\_Kempffiana.pdf](https://www.museoelkempff.org/sitio/Informacion/KEMPFFIANA/Kempffiana%205(2)/20-42_Pardo-Lorcano_et%20al._Kempffiana.pdf)
- Sarto, V., & Aguilar, L. (2005). The Castniid Palm Borer, *Paysandisia archon* (Burmeister, 1880) in Europe: Comparative biology, pest status and possible control methods (Lepidoptera: Castniidae). *Nachrichten des Entomologischen Vereins Apollo*, 26(1-2), 61-94. <https://doi.org/10.13140/2.1.4565.6966>
- Silva-Arero, E., Cardona, W. A., Bolaños-Benavides, M. M., & Atuesta-Moreno, S. F. (2020). Trapping methods for capturing the screwworm *Telchin atymnius* (Dalman, 1824) in plantain plantations (*Musa* AAB). *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 14(2), 192-200. <https://doi.org/10.17584/rcch.2020v14i2.9802>
- Vargas O, G. A., & Gómez L., L. A. (2005). *Evaluación del daño causado por Diatraea spp. en caña de azúcar y su manejo en el valle del río Cauca* [Serie Divulgativa, N. 9]. Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia (Cenicaña). [https://www.cenicana.org/wp-content/uploads/2021/12/Libro\\_2021\\_Cultivo\\_-Manejo-integrado-de-plagas.pdf](https://www.cenicana.org/wp-content/uploads/2021/12/Libro_2021_Cultivo_-Manejo-integrado-de-plagas.pdf).
- Vargas, G., Echeverri-Rubiano, C., Aya, V. M., Ramírez, G. D., & Pabón, A. H. (2021). *Manejo integrado de las plagas de la caña de azúcar con énfasis en el control biológico* [Documento en construcción (información preliminar y no definitiva)]. Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia (Cenicaña). [https://www.cenicana.org/wp-content/uploads/2021/12/Libro\\_2021\\_Cultivo\\_-Manejo-integrado-de-plagas.pdf](https://www.cenicana.org/wp-content/uploads/2021/12/Libro_2021_Cultivo_-Manejo-integrado-de-plagas.pdf).



Foto: Banco de fotos Agrosavia





## **8. Principales enfermedades que afectan a la caña de azúcar para panela y su manejo**

Ana Elizabeth Díaz Montilla,  
Erika Paola Igua Urbano y  
Juan Carlos Ángel Sánchez

**¿En qué ambientes se enferma más la caña?, ¿cómo se puede prevenir el ataque de enfermedades en el cultivo?**

En la zona occidente de Nariño, las enfermedades más comunes de la caña de azúcar son ocasionadas por hongos. Se presentan con mayor frecuencia cuando se siembra en ambientes húmedos, entre 1.400 y 1.800 m.s.n.m., con temperaturas de 18°C a 24°C y precipitaciones anuales entre 1.100 mm y 1.200 mm. Estas enfermedades se conocen con los nombres de *mancha púrpura*, *mancha de anillo*, *mancha de ojo*, *mancha café*, *roya naranja*, *cogollo retorcido* y *muermo rojo*.

Otra enfermedad ocasionada por hongos es el carbón, pero solo se ha presentado en ambientes secos entre 1.200 y 1.700 m.s.n.m., 18°C y 24°C, y precipitaciones anuales de entre 550 mm y 1.100 mm. Recientemente se detectaron dos enfermedades producidas por bacterias: la escaldadura de la hoja y el raquitismo de la soca, las cuales se presentan en ambos ambientes. En las siguientes páginas se describen las principales enfermedades que afectan a la caña de azúcar en el occidente de Nariño.

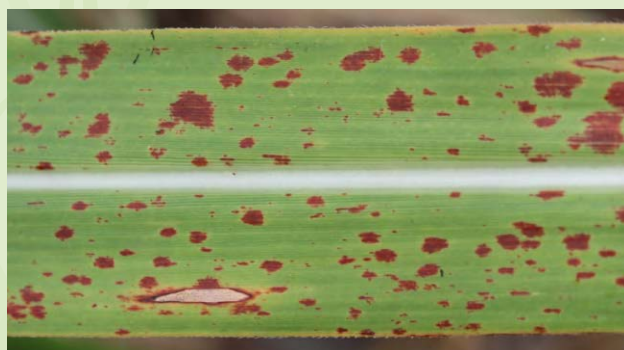


## ¿Qué enfermedades ocasionan los hongos?

### Mancha púrpura, *Dimeriella sacchari* (V. Breda de Haan) Hansford

#### ¿Cómo se reconoce?

Produce pequeñas lesiones lisas, rojizas, púrpuras o café, con borde fino, irregular y amarillento. La enfermedad se presenta en las hojas inferiores e intermedias de las plantas. El nivel del daño depende de la susceptibilidad y de la alta humedad relativa (Ángel et al., 2016; Ovalle, 2018) (figura 8.1).



**Figura 8.1.** Hoja de caña de azúcar infectada con mancha púrpura.

Foto: Cenicaña, Área de Fitopatología

### Mancha de anillo, *Leptosphaeria sacchari* (V. Breda de Haan)

#### ¿Cómo se reconoce?

Pequeñas manchas rojizas, ovaladas o circulares que al aumentar de tamaño se vuelven irregulares y de color café claro, rodeadas de un anillo grueso, rojizo y oscuro. Las lesiones se presentan en la punta de la hoja y se evidencian en las hojas inferiores de la planta. La enfermedad es severa en zonas de alta humedad relativa (figura 8.2) (Ángel et al., 2016; Ovalle, 2018; Victoria et al., 1995).



**Figura 8.2.** Hoja de caña de azúcar infectada con mancha de anillo.

Foto: Lucio España

### Mancha de ojo, *Bipolaris sacchari* (Butl. Apud. Butl. And Khan) Shoemaker

#### ¿Cómo se reconoce?

Las lesiones presentan un centro rojizo con un halo amarillento bien marcado, el cual tiende a desaparecer a medida que aumenta en tamaño. En condiciones de alta humedad relativa, las manchas se pueden extender en forma longitudinal y afectar grandes áreas de la hoja (Ángel et al., 2016; Ovalle, 2018; Victoria et al., 1995) (figura 8.3).



**Figura 8.3.** Hoja de caña de azúcar infectada con mancha de ojo.

Foto: Cenicaña, Área de Fitopatología

## Mancha café

*Cercospora longipes* E. Butler

### ¿Cómo se reconoce?

Lesiones alargadas, cortas y abundantes de color café o café rojizo paralelas a la nervadura central. Las lesiones presentan a su alrededor un halo de color amarillo. Igualmente, el centro de la lesión se seca y las manchas se tornan de color café claro y forman parches por ambos lados de la hoja (Ángel et al., 2016; Ovalle, 2018; Victoria et al., 1995) (figura 8.4).

### ¿Cuál es su afectación en el cultivo y cómo se pueden manejar?

Actualmente, estas cuatro enfermedades no tienen importancia económica en Nariño. Es común que se presenten en la mayoría de las variedades de caña con menos del 5 % de área foliar afectada. Cuando la mancha púrpura, la mancha de anillo y la mancha de ojo atacan las hojas del cogollo, el cultivo puede atrasar su desarrollo. Asimismo, ataques muy fuertes de la mancha café pueden causar secamiento y muerte prematura de las hojas.

Ahora bien, ninguna de estas enfermedades afecta la producción de panela ni requiere de la aplicación de fungicidas para su control. En condiciones extremas de lluvia y alta humedad relativa, con suelos encharcados, se recomienda:

- ◆ Realizar acequias para drenaje.
- ◆ Deshojar hojas enfermas.
- ◆ Aplicar fertilizantes foliares para estimular la recuperación.



**Figura 8.4.** Hoja de caña de azúcar infectada con mancha café.

**Foto:** Cenicafña, Área de Fitopatología



## Roya naranja

*Puccinia kuehnii* (W. Krüger) E. J. Butler

### ¿Cómo se reconoce?

Los síntomas iniciales de la roya naranja de la caña de azúcar son lesiones pequeñas y amarillas (Ángel et al., 2016; Ovalle, 2018). A medida que las lesiones crecen, se forma un color naranja. En la superficie posterior y en la base de la hoja sobresale un polvillo de color naranja (esporas del hongo) (figura 8.5), el cual se puede detectar pasando una servilleta blanca por la superficie de la hoja.

### ¿Cuál es su afectación en el cultivo y cómo se puede manejar?

En evaluaciones recientes realizadas en Nariño, la roya naranja no se presentó en la variedad regional Canal Point, mientras que en la variedad CC 93-7510 se observó en algunos casos aislados, con una severidad baja, sin que haya sido necesaria la implementación de controles.

Se recomienda que haga evaluaciones periódicas para conocer la evolución de la enfermedad. En casos extremos de daño por la roya, debe aplicar nitrógeno y, de ser posible, riego para estimular la producción de nuevas hojas sanas.



**Figura 8.5.** Hoja de caña de azúcar infectada con roya naranja.

**Foto:** Cenicaña, Área de Fitopatología

## **Cogollo retorcido (Pokkah boeng)** ***Fusarium moniliforme* Sheldon**

### **¿Cómo se reconoce?**

Esta enfermedad produce clorosis y malformación en la base de las hojas jóvenes: la base es más angosta de lo normal. A medida que la infección se desarrolla, pueden aparecer rayas pequeñas o “pecas” rojas dentro de las partes cloróticas. El tallo tiende a presentar distorsión y algunas veces se agrava por presentar una pudrición severa del cogollo que puede ocasionar la muerte de la planta (Victoria et al., 1995; Chavarría, 2019) (figura 8.6).

### **¿Cuál es su afectación en el cultivo y cómo se puede manejar?**

Es una enfermedad sin importancia económica. Es frecuente cuando después de una temporada de alta lluvia le sigue una época muy seca. Cuando se presentan estas condiciones ambientales, las variedades regionales y las nuevas variedades seleccionadas pueden presentar estos síntomas, pero el cultivo se recupera. Debe tener en cuenta que en algunas variedades esta enfermedad muestra síntomas semejantes a la deficiencia de boro.



**Figura 8.6.** Planta de caña de azúcar con cogollo retorcido.

**Foto:** Erika Paola Igua Urbano

## Muermo o pudrición roja *Colletotrichum falcatum* Went

### ¿Cómo se reconoce?

El hongo penetra a través de heridas ocasionadas por *Diatraea* spp. y el cucarrón gigante. En el tallo, los tejidos internos presentan coloraciones rojizas en toda su longitud. Los tallos en estado avanzado de afección emiten un olor fermentado agrio, se ahuecan y en su interior el hongo se desarrolla profundamente. En las hojas se observan manchas rojas sobre la superficie y la moldura (nervadura). En las hojas las manchas pueden iniciar por las heridas ocasionadas por insectos chupadores (Ángel et al., 2016; Ovalle, 2018; Victoria et al., 1995) (figura 8.7).

### ¿Cuál es su afectación en el cultivo y cómo se puede manejar? ]

En la región occidente esta enfermedad afecta a tallos tanto de cañas sembradas en la zona húmeda como de cañas sembradas en la zona seca. Cuando el muermo rojo se asocia con insectos plaga como el *Diatraea* spp. y el cucarrón gigante, se deben manejar los insectos tal como se describió en la sección de plagas.

Tenga en cuenta que las variedades regionales y las nuevas seleccionadas son afectadas por esta enfermedad. Además, para evitar la contaminación de la semilla y la dispersión de la enfermedad en nuevos lotes, se recomienda que trate la semilla con fungicidas.



**Figura 8.7.** Síntomas de muermo o pudrición roja en caña de azúcar. a. Afectación en la moldura o nervadura de la hoja; b. Afectación en tallos asociada al daño por *Diatraea* spp.

Foto: Erika Paola Igua Urbano

## Carbón

### *Sporisorium scitamineum*

#### ¿Cómo se reconoce?

La enfermedad penetra por las yemas del cogollo o las laterales. Cuando la planta está infectada, en el cogollo se observa una estructura semejante a un “látigo”. Asimismo, el hongo puede penetrar a través de las yemas de los tallos adultos, las cuales germinan y forman las llamadas “lalas”, que terminan con la formación de látigos (Ángel et al., 2016; Ovalle, 2018; Victoria et al., 1995) (figura 8.8).

#### ¿Cuál es su afectación en el cultivo y cómo se puede manejar?

Esta enfermedad produce pérdidas en la producción. Como práctica de manejo cultural, puede recolectar los látigos para evitar que toda la caña se contamine. Los agricultores de Nariño aplican ACPM a las plantas enfermas con látigo con el fin de evitar que el viento y la lluvia distribuyan la enfermedad. Luego embolsan el látigo para sacarlo del lote y eliminarlo. Tenga en cuenta que la variedad regional, Canal Point, se contamina fácilmente en varios municipios de Nariño, por lo cual se recomienda sembrar variedades resistentes como las CC-01 1940, CC-93 7510 y CC-93 7711.



**Figura 8.8.** Cogollo de caña de azúcar infectado por carbón con estructura semejante a un “látigo”.

**Foto:** Erika Paola Igua Urbano

## ¿Qué afectaciones causan las bacterias?

### Raquitismo de la soca (RSD)

*Leifsonia xyli* subsp. *xyli*

#### ¿Cómo se reconoce?

Los síntomas de la enfermedad dependen de las condiciones del suelo y el clima, la variedad, el número de socas, la edad de las plantas, entre otras. En general, las plantas afectadas se taponan y tienen un retraso en el crecimiento, los tallos son más cortos y delgados y el número de tallos por cepa tiende a disminuir. Aunque estos síntomas no son iguales para todas las plantas afectadas, finalmente estas toman una apariencia raquítica (figura 8.9) (Ángel et al., 2016; Ovalle, 2018).

#### ¿Cuál es su afectación en el cultivo y cómo se puede manejar?

Cuando se presentan los síntomas, la enfermedad puede afectar entre el 15% y el 30% de la producción, porcentaje que depende de la variedad y las condiciones de humedad del suelo. En condiciones de sequía, la caña puede resultar más afectada. Al parecer, la expresión de los síntomas depende del ambiente donde las variedades se desarrollan (Victoria et al., 1995).

En Nariño, el raquitismo de la soca está presente, pero aún no se observan síntomas en las variedades regionales ni en las nuevas variedades seleccionadas. Para detectar la enfermedad debe enviar las muestras al servicio de diagnóstico de Cenicaña, ya que sin los resultados de laboratorio de esta prueba la enfermedad pasa inadvertida. Si detecta la enfermedad, se recomienda que desinfecte las herramientas de trabajo (como palas, machetes y guadañas) usando productos como yodo sublimado al 2%, amonio cuaternario al 1% o formol al 5%.



**Figura 8.9.** Esquema de tallos de caña de azúcar: con raquitismo y sano.

**Fuente:** Luz Patricia Colorado Correa

**Escaldadura de la hoja (LSD)**  
***Xanthomonas albilineans***  
**(Ashby 1929) Dowson 1943**

**¿Cómo se reconoce?**

Es difícil de detectar, pues la planta puede presentar cualquiera de los siguientes síntomas:

- ◆ *Fase de síntomas ocultos (latente)*: la caña no tiene síntomas visibles, algunas veces en cañas maduras se presenta una decoloración en el nudo del cañote.
- ◆ *Fase de síntomas comunes (crónica)*: rayas finas, blancas y alargadas en las hojas con desarrollo de necrosis. Las cañas maduras o viejas presentan “lalas” o brotes con síntomas de la enfermedad (figura 8.10).
- ◆ *Fase con síntomas exagerados (aguda)*: las cepas mueren de forma repentina sin haber mostrado los síntomas más comunes (Ángel et al., 2016; Ovalle, 2018).

**¿Cuál es su afectación en el cultivo y cómo se puede manejar?**

La escaldadura de la hoja está presente en Nariño, pero no se han evidenciado síntomas en las variedades regionales o en las nuevas variedades seleccionadas. Para detectar la enfermedad se requiere del servicio de diagnóstico de enfermedades que presta Cenicaña. Sin los resultados de laboratorio de esta prueba, la enfermedad pasa inadvertida. En estos casos, se recomienda que desinfecte las herramientas de trabajo, como se sugirió para manejar el raquitismo de la soca. Asimismo, realizar tratamiento térmico a la semilla también puede contribuir. Si observa síntomas, debe eliminar los tallos afectados.



**Figura 8.10.** Planta de caña de azúcar infectada con escaldadura de la hoja. a. Vista general de la planta; b. Detalle de la hoja.

**Foto:** Cenicaña

---

## Recomendaciones adicionales para mantener su cultivo sano

- Ante la inestabilidad del clima, a futuro se espera que las enfermedades de la caña se vuelvan más contagiosas y causen pérdidas económicas en los cultivos. Para prevenir epidemias que lo lleven a la quiebra, siembre diferentes variedades de caña en su finca. “No ponga todos los huevos en la misma canasta”
- Adquiera semillas sanas de caña de semilleros certificados por el ICA.
- Abone la caña de acuerdo con el análisis de suelo. Las cañas se pueden enfermar más fácil si se abona incorrectamente.
- El raquitismo de la soca y la escaldadura de la hoja son enfermedades que pueden pasar inadvertidas. Si observa en su finca cañas con los síntomas descritos en esta sección, comuníquese con el ICA, la Secretaría de Agricultura o la UMATA de su municipio. Estas entidades lo apoyarán con el envío de muestras al laboratorio especializado de Cenicaña.

## Referencias

- Ángel, J., Cadavid, M., & Ángel, C. (2016). *Reconocimiento de las enfermedades de la caña de azúcar en Colombia* [Cartilla didáctica N.º 2]. Programa de Aprendizaje y Asistencia Técnica (PAT). <https://www.cenicana.org/reconocimiento-de-las-enfermedades-de-la-cana-de-azucar-en-colombia/>
- Chavarría Soto, E. (2019). Cogollo retorcido de la caña de azúcar o *Pokkah boeng* (*Fusarium moniliforme*). *Revista Entre Cañeros*, 13, 38-48. <https://laica.cr/wp-content/uploads/2020/08/revista-entre-canc-c83eros-no-13.pdf>
- Ovalle, W. (2018). *Guía para la identificación de enfermedades de la caña de azúcar*. Programa de variedades. Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia (Cenicaña). <https://cengicana.org/files/20180402164634311.pdf>
- Victoria, J. I., Guzmán, M. L., & Ángel J. C. (1995). Enfermedades de la caña de azúcar en Colombia. En Cenicaña (Ed.), *El cultivo de la caña en la zona azucarera de Colombia* (pp. 265-293). Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia (Cenicaña). [https://www.cenicana.org/pdf\\_privado/documentos\\_no\\_seriados/libro\\_el\\_cultivo\\_cana/libro\\_p265-293.pdf](https://www.cenicana.org/pdf_privado/documentos_no_seriados/libro_el_cultivo_cana/libro_p265-293.pdf)



Foto: Banco de fotos Agrosavia





## **9. Manejo de arvenses y malezas en el cultivo de caña de azúcar para panela**

**Carlos Andrés Benavides Cardona,  
Lucio Exequiel España Pantoja,  
Juan Vicente Romero,  
Luis Hernando Narváez Morales,  
Yeison Mauricio Quevedo Amaya y  
Ana Elizabeth Díaz Montilla**

**¿Cómo maneja las malezas en su finca?, ¿conoce las malezas más abundantes en su lote?, ¿hay “malezas” buenas?**

**E**l manejo de las malezas es uno de los principales aspectos sanitarios que debe considerar en el cultivo de caña de azúcar para producción de panela, pues las malezas y su control representan un alto porcentaje de los costos de producción. Debido a que en un lote puede haber muchas especies de plantas diferentes a la caña, es necesario que definan las funciones que estas cumplen en el cultivo y, con base en esto, tomar las decisiones de manejo y control específicas para cada caso.

Las plantas consideradas malezas compiten con la caña y pueden albergar problemas como plagas y enfermedades. Sin embargo, no todas las especies de plantas del cultivo deben ser consideradas perjudiciales, pues muchas de ellas pueden ser benéficas: a estas plantas se les llama arvenses. A continuación, se hace la diferenciación entre arvenses y malezas

**Arvenses:** son plantas que crecen junto a la caña, que no compiten de forma significativa y que, en ocasiones, ofrecen beneficios como alojar insectos benéficos, conservar la humedad del suelo, servir como plantas medicinales, entre otras.

**Malezas:** son todas aquellas plantas dañinas que crecen junto a la caña y compiten por abono, agua, espacio y luz. Asimismo, dificultan la realización de labores y su manejo inadecuado ocasiona pérdidas económicas y afecta la calidad de la panela.

---

### **El tratamiento de estas plantas depende de cómo afecten su trabajo**

Tenga en cuenta que si una planta no interfiere con su labor, no debe tratarla como maleza así se considere dañina. Asimismo, una planta que se considera inofensiva puede llegar a ser maleza si se encuentra en exceso o interfiere con su trabajo.

## ¿En qué consiste el manejo integrado de malezas y arvenses en el cultivo de caña panelera?

Para manejar las malezas y arvenses debe incorporar diferentes acciones de tipo preventivo y de control. Su éxito depende tanto del método como del momento en el que realice estas acciones (Lopera, 2015; Osorio, 2007). A continuación, se describen los elementos estratégicos que debe tener en cuenta para hacer un programa de manejo integrado de malezas y arvenses para la producción de caña panelera.

### Identifique y monitoree las malezas y arvenses, acciones clave para manejarlas

La zona de siembra de caña de azúcar para producción de panela es amplia y se encuentra distribuida en regiones con diversas condiciones de suelos y clima; esto hace que sean diferentes las plantas que acompañan a la caña en cada zona. Por lo tanto, es necesario que haga una correcta identificación en cada lote para conocer qué plantas son benéficas y cuáles podrían ser competencia para la caña (malezas) (Blanco, 2016). En la zona occidente del departamento de Nariño, las especies más frecuentes que compiten con la caña pertenecen a las familias *Poaceae*, *Cyperaceae*, *Asteraceae* y *Polypodiaceae*.

Durante el monitoreo de arvenses y malezas, es necesario que identifique aquellas zonas donde predomine una determinada maleza y el área que cubre, con el fin de que tome la decisión más adecuada de control. Tenga en cuenta que el manejo no debe ser igual en todo el lote, sino que es necesario combinar diferentes estrategias. Por ejemplo, teniendo en cuenta que plantas como el botón de oro, la verbena y la papunga son reservorios de enemigos naturales de *Diatraea* spp., se recomienda mantener estas arvenses en los linderos de la caña, porque ofrecen polen y néctar para avispa y moscas que atacan las larvas de esta plaga.

Con el objetivo de que cuente con la información necesaria para identificarlas, en la siguiente sección se presentan las principales malezas y arvenses que pueden afectar el cultivo de la caña de azúcar en el occidente de Nariño.

**Recuerde, ¡más vale prevenir que curar!**

## Principales malezas del cultivo de caña panelera en el occidente de Nariño

### Gramma (*Panicum maximum*)

---



**Figura 9.1.** Gramma (*Panicum maximum*).

Foto: Erika Paola Iguá Urbano y Lucio España

### Pategallina (*Eleusine indica*)

---



**Figura 9.3.** Pategallina (*Eleusine indica*).

Foto: Erika Paola Iguá Urbano y Lucio España

### Guarda rocío (*Digitaria* sp.)

---



**Figura 9.2.** Guarda rocío (*Digitaria* sp.).

Foto: Erika Paola Iguá Urbano y Lucio España

### *Paspalum paniculatum*

---



**Figura 9.4.** *Paspalum paniculatum*.

Foto: Erika Paola Iguá Urbano y Lucio España

### Paja brava (*Leptochloa* sp)



**Figura 9.5.** Paja brava (*Leptochloa* sp).

**Foto:** Erika Paola Igua Urbano y Lucio España

### Bledo (*Amaranthus* spp.)



**Figura 9.7.** Bledo (*Amaranthus* spp.).

**Foto:** Erika Paola Igua Urbano y Lucio España

### Cortadera (*Cyperus* spp.)



**Figura 9.6.** Cortadera (*Cyperus* spp.).

**Foto:** Erika Paola Igua Urbano y Lucio España

### Escoba dura (*Sida acuta*)



**Figura 9.8.** Escoba dura (*Sida acuta*).

**Foto:** Erika Paola Igua Urbano y Lucio España

### Helecho (*Pteridium* spp.)

---



**Figura 9.9.** Helecho (*Pteridium* spp.).

**Foto:** Erika Paola Igua Urbano y Lucio España

### Hierba socialista (*Emilia sonchifolia*)

---



**Figura 9.11.** Hierba socialista (*Emilia sonchifolia*).

**Foto:** Erika Paola Igua Urbano y Lucio España

### Papunga (*Bidens pilosa*)

---



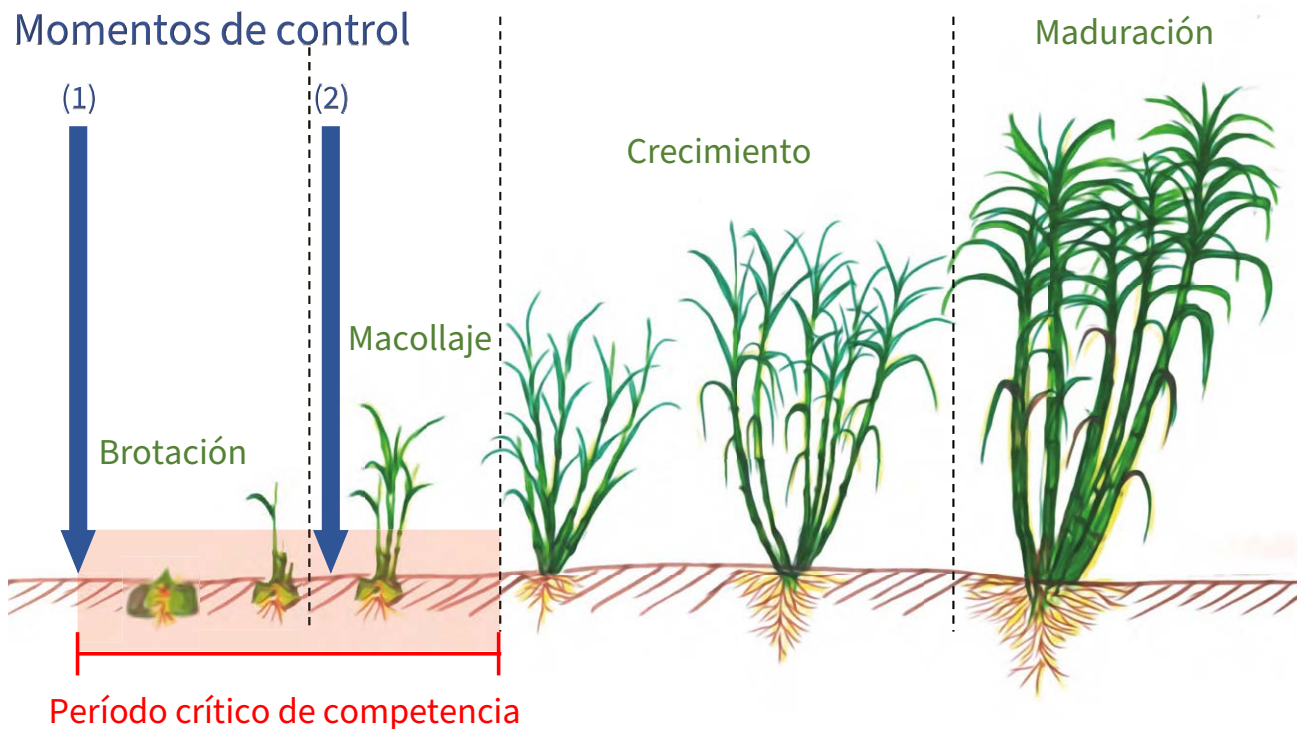
**Figura 9.10.** Papunga (*Bidens pilosa*).

**Foto:** Erika Paola Igua Urbano y Lucio España

## ¿En qué época aparecen y cuándo compiten con el cultivo?

El período crítico de competencia entre las malezas y la caña corresponde a la etapa entre el macollamiento y el cierre de calles (Lopera, 2015). Es decir, los primeros 4 o 5 meses después de la siembra o de 3 a 4 meses después del corte para socas.

Por esta razón, es necesario que haga el control de malezas al momento de la siembra y después de 45 a 60 días de esta. Luego del cierre de calles, el desarrollo del cultivo hace un control natural de malezas y arvenses. Sin embargo, debe tener precaución con las plantas enredaderas como la batatilla, puesto que ellas pueden sobrevivir después del cierre de calles. A continuación, la figura 9.12 esquematiza el período crítico de competencia y el momento óptimo para controlar las malezas en el cultivo de caña.



**Figura 9.12.** Período crítico de competencia y momento óptimo para controlar las malezas en el cultivo de caña. (1) Siembra. (2) 45 a 60 días después de la siembra.

**Fuente:** Carlos Andrés Benavides y Juan Vicente Romero

## Conozca los distintos métodos de control

El manejo integrado de arvenses se basa en diferentes prácticas que conducen a la reducción de las semillas de malezas y su competencia con el cultivo (Lopera, 2015), lo cual forma parte de un manejo agronómico adecuado (figura 9.13). Dentro de estas se encuentran las prácticas culturales y preventivas, así como los controles mecánicos y químicos. A continuación, se describen las bases de cada una de estas acciones en un cultivo de caña panelera.



**Figura 9.13.** Cultivo de caña para panela con un adecuado manejo agronómico para permitir el control natural de las malezas.

**Foto:** Lucio España

### Realice prácticas culturales y preventivas

Algunas prácticas de manejo agronómico son consideradas acciones preventivas, dado que reducen de forma indirecta la interferencia de las malezas durante la época crítica de competencia (Osorio, 2007). Estas buscan un buen y rápido macollamiento para que la caña cierre calles y haga un control natural de malezas. Estas son algunas de las principales acciones que puede realizar:

- ◆ Prepare de forma adecuada los suelos.
- ◆ Use semilla de buena calidad.
- ◆ Conserve distancias de siembra óptimas.
- ◆ Abone con base en los análisis de suelos.
- ◆ Implemente el control de plagas y enfermedades.



- ◆ Conserve la densidad poblacional, es decir, evite la presencia de espacios vacíos en el surco con una longitud mayor a 80 cm. Por lo tanto, es necesario que haga las resiembras entre los 30 y 60 días después de la siembra o corte.
- ◆ Reduzca al mínimo la dispersión de las malezas competitivas, para lo cual debe impedir la producción de semillas de las que están ubicadas en linderos y zanjas.

### **Encalle y cepille**

Otra acción que retarda la aparición de malezas en la soca es la “encallada”. Esta consiste en regar los residuos de cosecha en las calles del cultivo, de tal forma que las malezas no puedan brotar (figura 9.14). Además, este método ayuda a conservar la humedad en el suelo. Por lo tanto, se recomienda evitar la quema de los residuos de la cosecha.



**Figura 9.14.** Cultivo de caña con la labor de encalle de los residuos de cosecha.

**Foto:** Yeison Mauricio Quevedo Amaya

Como labor complementaria a la encallada se realiza el “cepillado”. Este consiste en cortar los tocones de las cepas a ras de suelo. Se considera que esta actividad estimula la brotación abundante de la caña, de tal forma que mejora la capacidad de la caña para cubrir el suelo y competir con las malezas.

### **Siembre plantas de cobertura**

Establecer plantas como el frijol caupí entre las calles de la caña tiene un efecto reductor en el crecimiento y la emergencia de las malezas (figura 9.15). Además, aportan nitrógeno al suelo y evitan la erosión. Estas plantas se deben sembrar a los 45 días después de la siembra de la caña o 30 días después del corte. Finalmente, se debe cortar con guadaña o machete a los 60 días de la siembra del frijol.



**Figura 9.15** Cultivo de caña con plantas de frijol caupí entre las calles.

**Foto:** Yeison Mauricio Quevedo Amaya

### **Haga control manual o mecánico**

Estas prácticas de manejo conducen a la eliminación física de malezas. Se llevan a cabo usando herramientas como machete, pala (palería) o guadaña. El control mediante la palería tiene como ventaja que se hace simultáneamente el control de malezas y el aporque de la caña, lo cual acelera el crecimiento de la planta.

No obstante, debe tener en cuenta que, si la maleza ya produjo semillas, debe retirarla del lote para evitar que las semillas caigan y permanezcan en el suelo. Estos controles se hacen durante los primeros cuatro meses después de la siembra y tres meses después del corte.

Estas prácticas son recomendadas cuando las malezas no son abundantes y hay disponibilidad de mano de obra. Además, complementan el control químico en áreas donde este no funciona de forma adecuada.

### Consulte al asistente técnico de su zona para hacer control químico

Por el riesgo asociado al uso de agroquímicos, debe solicitar asesoría del asistente técnico de la zona, con quien definirá el herbicida, la dosis, el momento y la frecuencia de aplicación (además de usar los elementos de protección personal recomendados en la etiqueta) (figura 9.16). Antes de la siembra puede usar herbicidas no selectivos para eliminar los primeros brotes de malezas. Asimismo, en lotes con cañas establecidas debe usar herbicidas selectivos para controlar malezas de hoja ancha o angosta.

La primera labor que debe llevar a cabo antes de realizar cualquier control químico es identificar las malezas y determinar el área del lote que cubren. Esta información es la clave para seleccionar los herbicidas que controlarán las malezas de mayor importancia para la caña. Una vez lo haya hecho, siga estas recomendaciones:

- ◆ Dependiendo de las malezas que haya identificado y el área de lote que cubren, puede hacer la primera aplicación con pre-emergentes en plantilla antes de la siembra o hasta 10 días después, sin embargo, recuerde consultar la etiqueta del producto.

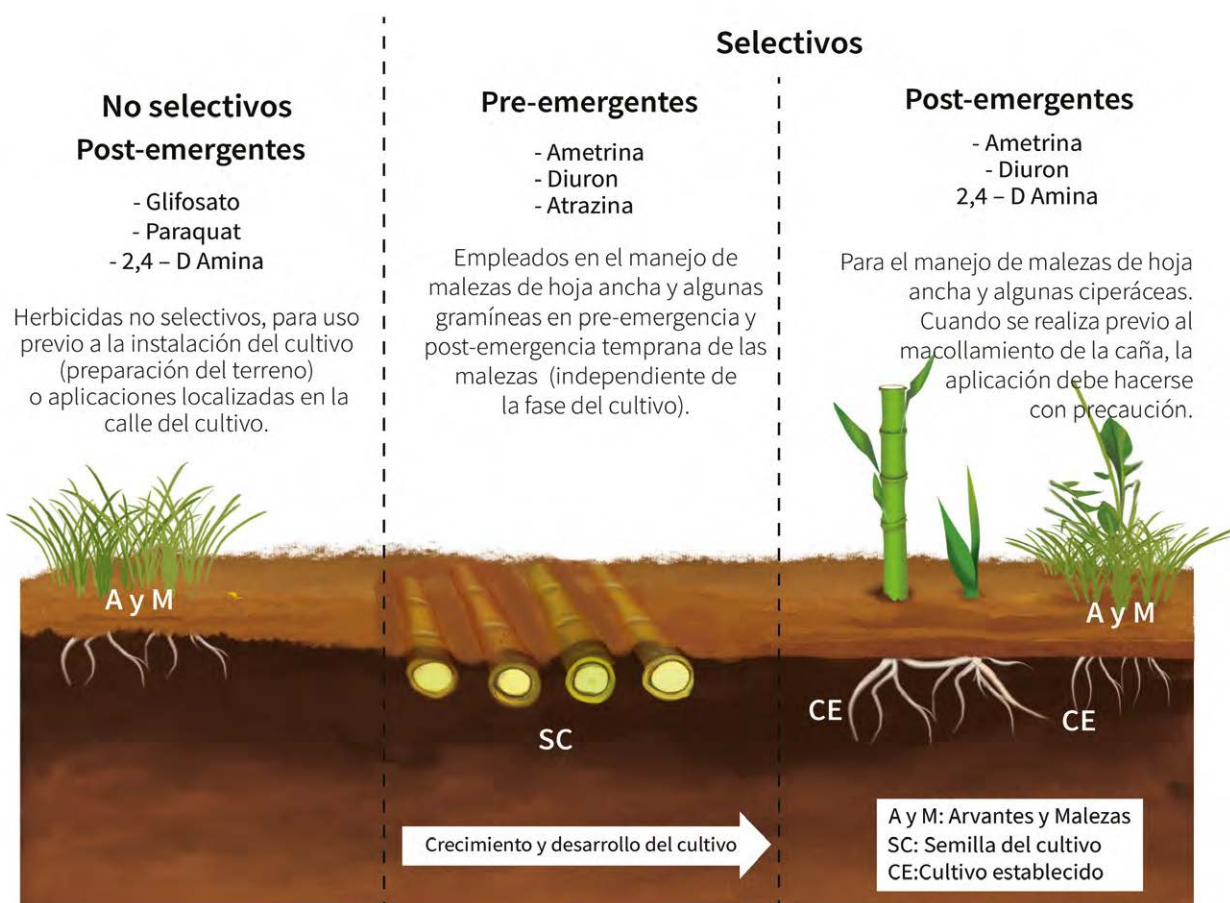


**Figura 9.16.** Uso de bomba de espalda para la aplicación de herbicidas selectivos en cultivos establecidos de caña panelera.

**Foto:** Lucio España

- ◆ Puede hacer otra aplicación a la caña en post-emergencia entre los 40 y 60 días después de la siembra.
- ◆ En las zonas altas, en ocasiones, es necesario que realice una tercera aplicación entre los 90 y 120 días después de la siembra.
- ◆ En soca, una aplicación entre los 45 y 60 días después del corte puede ser suficiente para controlar las arvenses en un esquema combinado con controles mecánicos y culturales.

En la figura 9.17 se hace una síntesis de los herbicidas comerciales más usados en los cultivos de caña panelera en la región del occidente de Nariño.



**Figura 9.17.** Herbicidas comerciales más usados en el occidente de Nariño.

**Fuente:** Carlos Andrés Benavides, Yeison Mauricio Quevedo Amaya y Lucio España

Para reducir la interferencia de las malezas durante el período crítico de competencia, es recomendable que use herbicidas que tengan acción pre-emergente. Es decir, que evitan la salida de las malezas y, de esta manera, mantienen el cultivo limpio durante los primeros

estados del desarrollo. Para esto, debe tener en cuenta que esta metodología funciona siempre y cuando el suelo esté húmedo, condición que facilita la acción del herbicida sobre la maleza.

Los productos y las dosis dependen de la edad, el tipo de maleza, las condiciones de suelo, el clima y la edad del cultivo. Por lo tanto, no hay una receta que pueda servir para todos los lotes, incluso dentro de una misma finca. Sin embargo, debe tener en cuenta que los métodos de control químico funcionan de manera adecuada en malezas pequeñas (4 a 5 hojas) que están en activo crecimiento. La eficacia disminuye cuando la aplicación se hace en malezas maduras (floración).

Por otro lado, y con el objetivo de que reduzca la posibilidad de aparición de malezas resistentes que escapan a los controles habituales o que requieren un aumento en la dosis del producto, debe tener en cuenta la rotación de los mecanismos de acción de los herbicidas entre los ciclos productivos de la caña. Para esto tiene que asesorarse con un ingeniero agrónomo.

Los nombres usados corresponden a ingredientes activos o denominaciones técnicas que, comercialmente, pueden tener diferentes nombres. Un herbicida post-emergente se aplica cuando la maleza haya brotado. Un herbicida no selectivo se utiliza para malezas tanto de hoja ancha como angosta. Un herbicida pre-emergente se aplica cuando la maleza no ha brotado. El selectivo es únicamente para malezas de hoja ancha. En Colombia, se encuentran registrados 22 ingredientes activos para el uso en caña, por lo cual hay una gran variedad de opciones para controlar las malezas en un esquema de manejo integrado (tabla 9.1).

**Tabla 9.1.** Herbicidas que pueden usarse como rotación en caña panelera

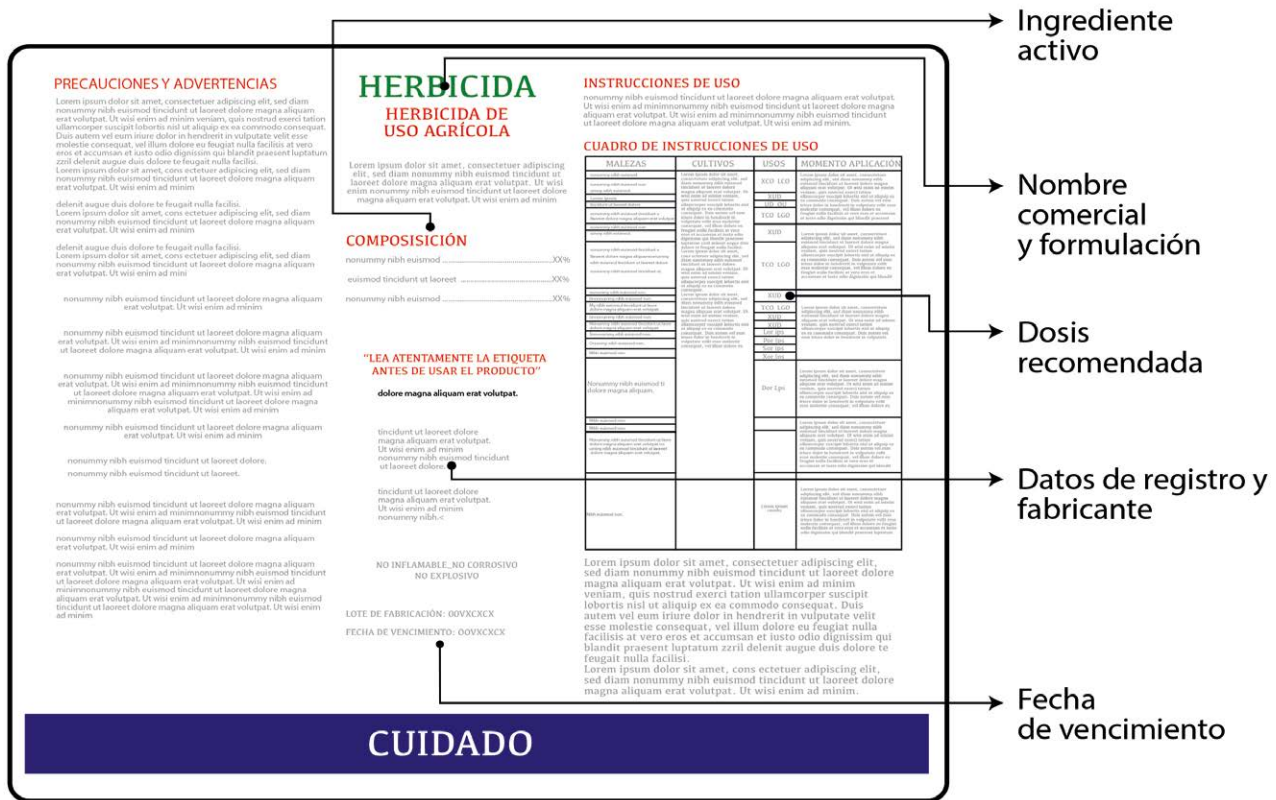
Ingredientes activos de herbicidas	Tipo de maleza	Momento de aplicación
Glufosinato de amonio	Hoja ancha y angosta (no selectivo)	Post-emergencia
Pendimetalina	Caminadora y pasto guinea	Pre-emergencia
Hexazinona	Caminadora y pasto guinea	Pre y post-emergencia
Metsulfuron-metil	Hoja ancha y tallo no leñoso (hierba)	Post-emergencia
Picloram	Hoja ancha y tallo leñoso	Post-emergencia

**Fuente:** Elaboración propia

**Recuerde verificar toda la información de interés en la etiqueta, especialmente el nombre técnico (ingrediente activo), la dosis recomendada, la formulación y el registro ICA.**

Es posible que, de acuerdo con la agresividad, la diversidad de malezas y el estado de desarrollo de estas, se deba recurrir a la mezcla de herbicidas. Para esto se deben seleccionar herbicidas que amplíen el espectro de control y tengan diferentes mecanismos de acción. Comercialmente, estos ingredientes activos pueden encontrarse solos o combinados. Finalmente, tenga en cuenta que en la etiqueta de un herbicida hay información valiosa que debe leer con atención para darles buen uso y manejo.

- ◆ Revise la dosis recomendada por el fabricante y con la cual se garantiza un buen control de la maleza objetivo.
- ◆ Realice las aplicaciones respetando esta dosis, pues una sobredosis puede generar problemas ambientales, además de un mayor costo. Mientras que una dosis insuficiente (subdosis) puede que genere un bajo control o la aparición de individuos con resistencia.
- ◆ Tenga presente las características de la etiqueta como la formulación, pues estas le ayudan a definir el orden correcto de la mezcla (figura 9.18).



**Figura 9.18.** Información clave que aparece en la etiqueta de un herbicida.

**Fuente:** Carlos Benavides, Juan Vicente Romero y Lucio España

---

## Recomendaciones finales

- Recuerde no modificar la dosis del herbicida por hectárea recomendada por el fabricante, independientemente del agua que vaya a utilizar. Por lo tanto, debe calibrar la aplicación y así lograr un buen control sin afectar la caña. El uso de dosis inadecuadas puede ocasionar controles ineficientes, como lo que ocurre actualmente con el gramalote en la zona occidente de Nariño.
- Verifique la calidad del agua y, en caso de ser necesario, corrija el pH y la dureza usando coadyuvantes.
- Use los elementos de protección personal durante la aplicación.
- El uso de herbicidas pre-emergentes es de gran ayuda para evitar la salida de malezas y, de esta manera, reducir su impacto sobre el cultivo.
- Evite aplicaciones con vientos fuertes para no dañar cultivos vecinos.
- Garantice que el suelo esté húmedo antes y después de la aplicación.
- **El control químico debe ser la última opción de manejo.** Esta práctica es recomendable cuando se tenga una alta predominancia de malezas de difícil control, como gramalotes y ciperáceas. Por otro lado, también se debe considerar cuando las demás prácticas de manejo no logren frenar el incremento de las malezas o en situaciones como escasez de mano de obra.
- **Siempre busque la asesoría de un ingeniero agrónomo o asistente técnico de la zona.**

## Referencias

- Blanco, Y. (2016). El rol de las arvenses como componente en la biodiversidad de los agroecosistemas. *Cultivos Tropicales*, 37(4), 34-56. <https://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.10964.19844>
- Lopera, G. (2015). *Manejo agronómico del cultivo de la caña de azúcar para panela en Antioquia*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria- Agrosavia. <https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/1957>
- Osorio, G. (2007). *Manual técnico: Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) y buenas prácticas de manufactura (BPM) en la producción de caña y panela*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria-Agrosavia; Gobernación de Antioquia; Food and Agriculture Organization (FAO). <https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/18313>
- Tarazona, G. (2011). *Manejo fitosanitario del cultivo de la caña panelera. Medidas para la temporada invernal*. Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). <https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/2282>



Foto: Mónica Idali Plazas Ordóñez





# 10. Proceso para la producción de panela

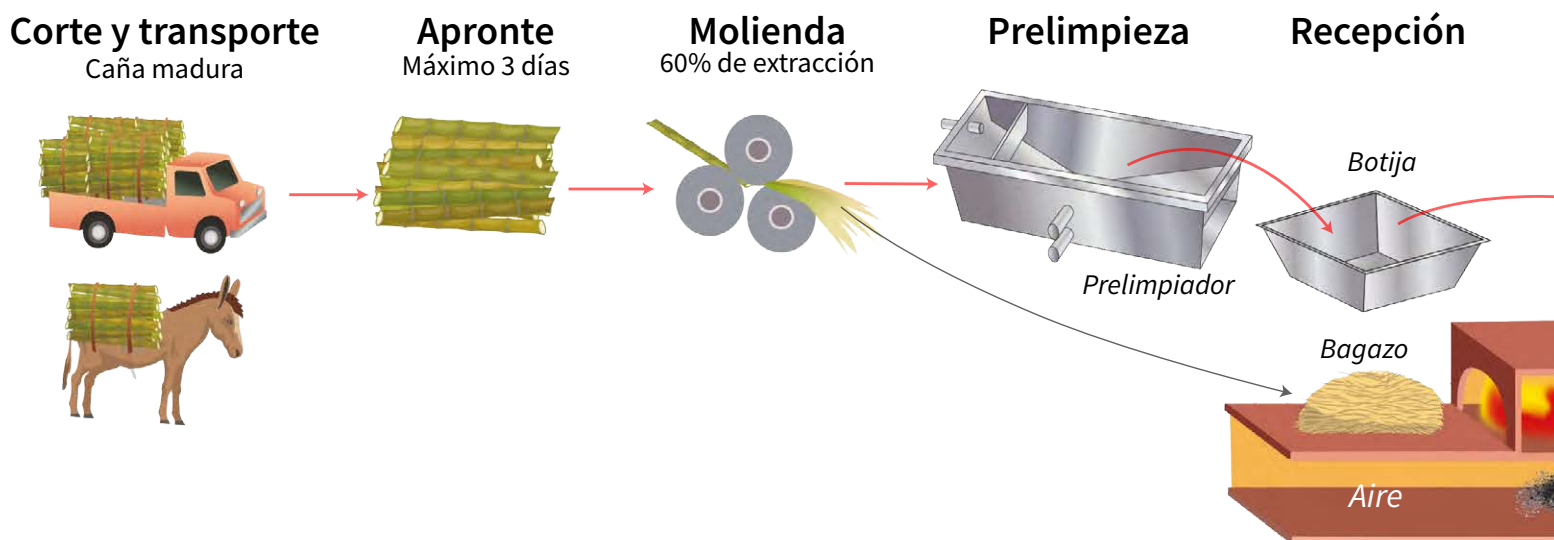
Luz Esperanza Prada Forero

**¿Cuándo está lista la caña para cosecha?**  
**A veces la panela sale blanda, negra u opaca, ¿sabe por qué?**

Para producir panela de buena calidad hay que seguir las operaciones que se describen en la figura 10.1. En este capítulo se presenta en detalle cada una de ellas y se hacen recomendaciones para realizar una buena práctica de producción.

### 1. Corte de la caña madura

Obtener panela de buena calidad depende de cosechar caña de azúcar con buen manejo agronómico y madura, cortada con un índice de madurez de 0,95 a 1,05. Estas cañas tienen mayor concentración de azúcares y una adecuada relación de sacarosa y azúcares invertidos que permiten la máxima producción de panela. De lo contrario, se reducirá el rendimiento y la calidad, se afectará el color y se disminuirá la duración de la panela.



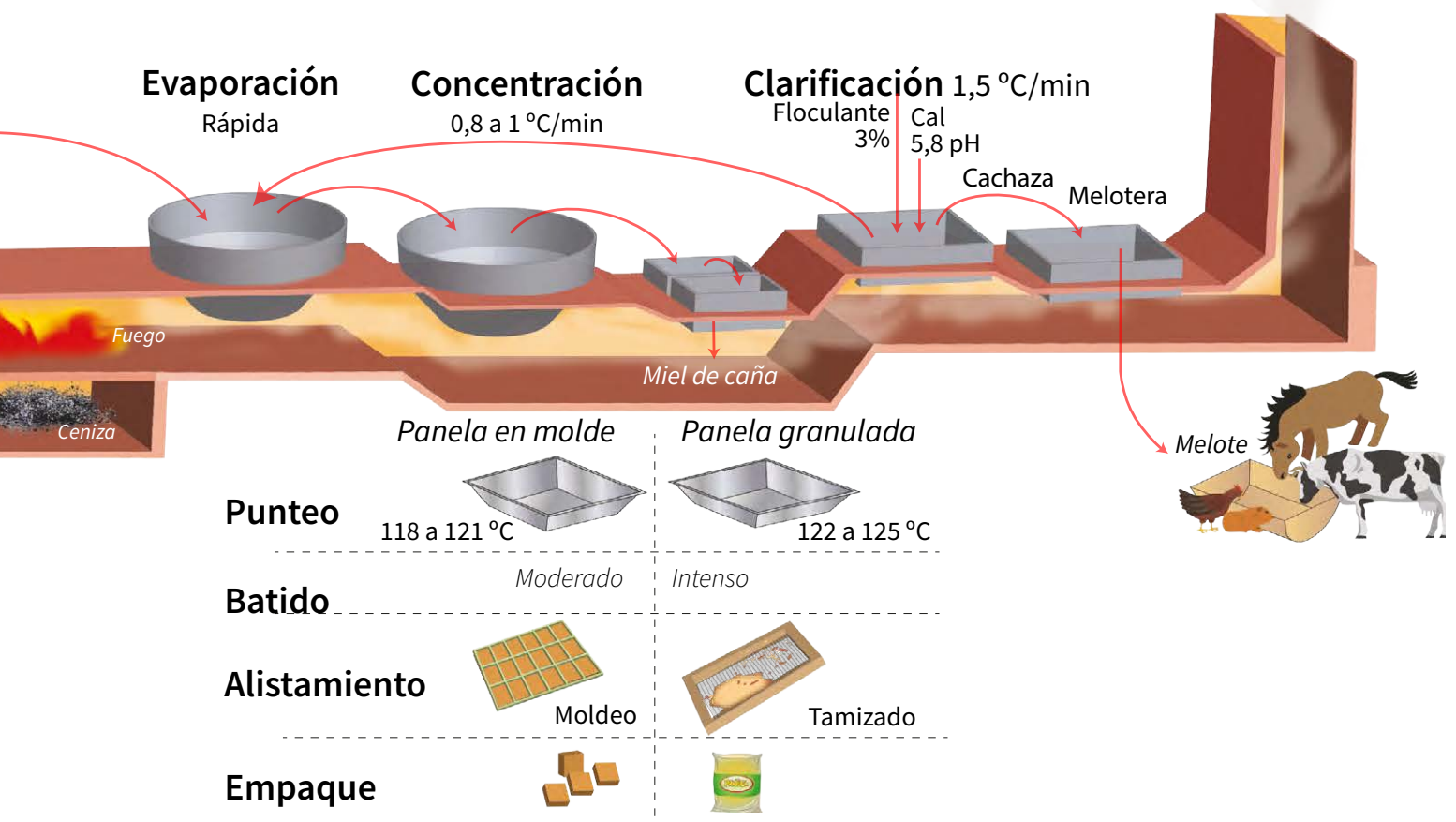
**Figura 10.1.** Diagrama de flujo del procesamiento de la panela en un trapiche nariñense

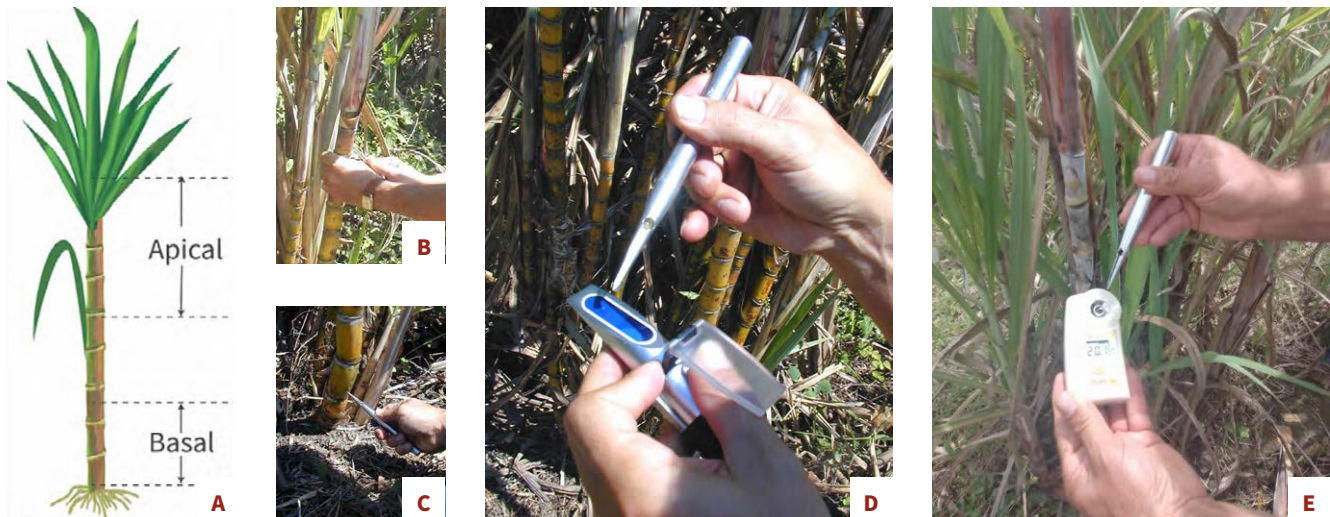
**Fuente:** Luz Esperanza Prada Forero y Luz Patricia Colorado Correa

## ¿Cómo determinar la madurez o sazonado de la caña?

Para conocer la madurez o sazonado de la caña use un refractómetro, el cual mide en grados Brix ( $^{\circ}\text{Bx}$ ) la concentración de sólidos solubles o “dulce” presente en el jugo de caña. Realice las medidas que permiten conocer cuándo la concentración es igual a lo largo de todo el tallo de la caña. Inicie estas mediciones un mes antes del tiempo estimado de cosecha y haga muestreos cada dos semanas. Tenga en cuenta que, en épocas de lluvias y cuando la caña está tendida, la medición puede arrojar datos imprecisos.

Específicamente, para determinar el índice de madurez seleccione 20 tallos por hectárea (un tallo por cepa), de tal forma que se cubra todo el cultivo. De la parte superior de cada tallo extraiga unas gotas de jugo con un punzón, ponga las gotas en el refractómetro y lea la concentración en grados Brix. Esta operación se repite en la parte inferior de cada tallo (figura 10.2).





**Figura 10.2.** Pasos para determinar la madurez de la caña de azúcar con refractómetro. a. Partes apical y basal de la caña de azúcar; b. Toma de muestra apical; c. Toma de muestra basal y lectura en refractómetro portátil; d. Análogo; e. Digital.

**Fotos:** Fredy Navas y Luz Esperanza Prada Forero

Con la información que se obtiene en cada una de las secciones de la planta se hace una división:

$$\text{Índice de madurez de la caña (IM)} = \frac{\text{Concentración apical (°Bx)}}{\text{Concentración basal (°Bx)}}$$

El resultado se denomina *Índice de Madurez (IM)* de cosecha y su valor se interpreta de la siguiente manera:

- ◆ Menor a 0,95: la caña está inmadura o viche y producirá panela de mala calidad.
- ◆ Entre 0,95 y 1,05: la caña está madura y se encuentra en el punto óptimo de sazonado, lista para el corte y producirá panela de buena calidad.
- ◆ Mayor a 1,05: la caña está sobremadura y producirá panela de mala calidad.

### Apronte de la caña

Durante el apronte se recibe y acopia la caña que proviene del lote de corte y que será utilizada en el proceso. En esta etapa debe garantizar las siguientes condiciones:

- ◆ El acopio de la caña debe hacerlo máximo durante tres días y bajo techo.
- ◆ Inicie a moler la caña que cortó y acopió primero para evitar que se sobremadure, lo cual afecta la calidad de la panela.

## Extracción de jugo

Ajuste el molino para extraer de 60 kg a 68 kg de jugo por cada 100 kg de caña, lo cual mejora los costos de producción. Además, garantiza que el jugo contenga los elementos requeridos y, también, asegura la cantidad y tamaño adecuado del bagazo para usar como combustible en la hornilla.

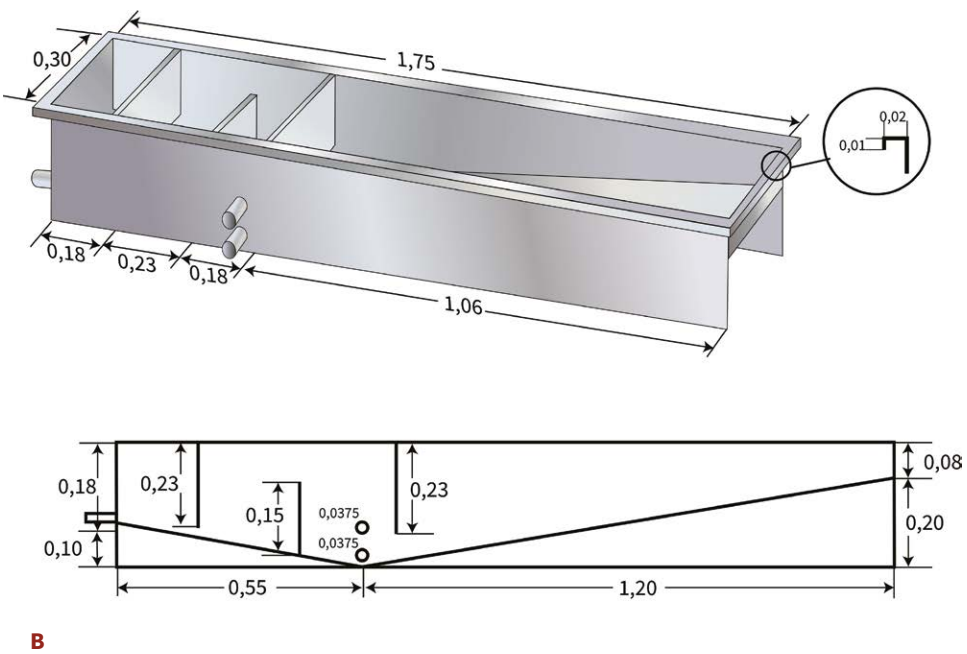
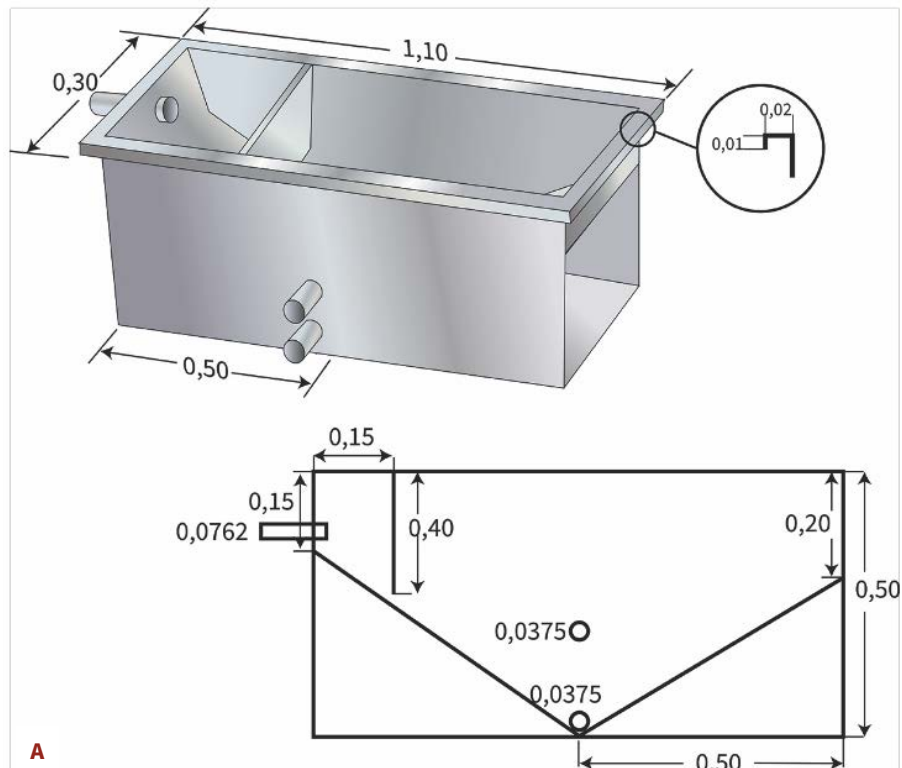
El bagazo usado como combustible en la hornilla de cámara plana requiere un proceso previo de secado (hasta que se obtenga una humedad aproximada de 30%). Realice este secado en la bagacera con una buena ventilación para que el proceso dure de 15 a 20 días, con este propósito haga arrumes de bagazo de 2 m de ancho y 2 m de alto con espacios de 1 m entre arrumes para facilitar el transporte del bagazo.

## Limpieza del jugo

La limpieza del jugo es el aspecto principal que afecta la calidad de la panela. Esta limpieza de los jugos comprende dos etapas: prelimpieza y clarificación (Prada, 2004).

### Prelimpieza

Permite separar por decantación el material grueso, como tierra, partículas de bagazo y cera que salen con el jugo de caña del molino. Esta operación se realiza en los prelimpiadores (figura 10.3), donde los lodos más pesados se sedimentan y se separan de los bagacillos, que al ser más livianos flotan sobre el jugo (Prada, 2004). Los bagacillos, al ser sobrenadantes, son separados frecuentemente con un colador.



**Figura 10.3.** Dimensiones de los prelimpiadores. a. Prelimpiaador uno; b. Prelimpiaador dos.

**Fuente:** Luz Esperanza Prada Forero

Cada dos o tres botijas se realiza la limpieza del prelimpiador para sacar los lodos y evitar la fermentación (aguarapamiento) de los jugos. Los prelimpiadores se ubican entre el molino y la botija, separado del molino y la chimenea. Cabe anotar que la botija es el nombre que se le da al tanque de almacenamiento de jugos y que, dependiendo del municipio, tiene un volumen que va desde los 1.800 hasta los 2.700 litros de jugo. Tenga en cuenta que la botija se utiliza como unidad de medida para la producción de caña y panela.

Ahora bien, en la botija se complementa el trabajo de los prelimpiadores, pues los lodos se sedimentan mientras se va llenando con jugo y se evacúan una vez bajan los jugos a la hornilla (momento en el que se lava el tanque de la botija). Por esta razón es fundamental adecuar un área con agua potable y alcantarillado para ubicar los prelimpiadores (Prada, 2002) y la botija.

### Clarificación

Permite unir y flocular algunas partículas muy pequeñas, para formar la cachaza o nata de impurezas que se puede retirar con el cazo. Al calentar el jugo coagulan estas partículas no deseadas, las cuales se unen o aglutinan en partículas de mayor tamaño por efecto del calor, a una velocidad de calentamiento del jugo de 1,5 °C por minuto. Cuando el jugo crudo tiene un pH menor a 5,2, se ajusta el pH a un valor de entre 5,7 y 6,0 con cal hidratada tipo E (consumo humano) (Prada, 2001).

Para hacer consistente la cachaza y facilitar su retiro del jugo, por medio del cazo se adicionan soluciones floculante, como los mucílagos o baba del balso, guásimo o cadillo. Para evitar la fermentación de la solución del mucílago, debe prepararla cada 6 horas, mezclando 1 kg de cáscara bien machacada en 8 litros de agua a 50 °C y disgregarla y dejarla madurar de una a dos horas, hasta obtener una solución parecida a la clara de huevo. De esta solución de mucílago debe realizar dos aplicaciones:

1. La primera sirve para retirar la cachaza negra, cuando el jugo que va a clarificar alcance 50°C.
2. La segunda aplicación se hace para retirar la cachaza blanca antes de que ebulle cuando los jugos alcancen los 80°C (Prada, 2002).

Para prolongar la vida útil de la cachaza, concéntrela en la hornilla hasta 50 °Bx. De esta forma obtendrá el subproducto llamado *melote* (figura 10.4), el cual se emplea en la alimentación animal al igual que la cachaza (Prada, 2001).



**Figura 10.4.** Producción de melote en la hornilla panelera.

**Foto:** Luz Esperanza Prada Forero

## Evaporación

Mediante la evaporación se elimina cerca del 80% del agua presente en el jugo, se realiza en varias pailas o calderos de la hornilla y se debe hacer rápidamente para disminuir el tiempo del proceso a máximo 2,5 horas. Para evitar que la espuma de los jugos rebosen



la altura de la falca de la paila durante la ebullición, adicione un trocito o chorro equivalente a una gota de 0,5 microlitros ( $\mu\text{l}$ ) o 0,45 microgramos ( $\mu\text{g}$ ) de cera de laurel o aceite de palma por un litro de jugo clarificado, como antiespumante (Prada et al., 2014).

## Concentración

La concentración rápida con velocidades de calentamiento de entre  $0,8^{\circ}\text{C}$  y  $1^{\circ}\text{C}$  por minuto disminuye la inversión de la sacarosa. Con esto evita la producción de panelas de mala calidad, blandas, de color oscuro y corta duración en los estantes (Prada et al., 2015). Asimismo, el uso como antiadherente de un trocito o chorro equivalente a una gota de 0,5 microlitros ( $\mu\text{l}$ ) o 0,45 microgramos ( $\mu\text{g}$ ) de aceite de palma o cera del laurel por litro de miel evita que la miel se pegue a las paredes de la paila e impide el quemado (figura 10.5).



**Figura 10.5.** Evaporación del agua presente en el jugo de caña de azúcar en el intercambiador de calor o caldero de la hornilla.

**Foto:** Luz Esperanza Prada Forero

## Punto final de concentración o punteo

Es importante que la panela no alcance la caramelización. Para esto debe evitar que la miel tome color oscuro y olor a quemado, así mantiene la calidad y evita la formación de sustancias dañinas para la salud. La panela en molde se puntea entre 118 °C y 121 °C, la granulada entre 122 °C y 125 °C (Prada, 2001) (figura 10.6).



**Figura 10.6.** Punto final de concentración del jugo de caña para la producción de panela granulada.

**Foto:** Agrosavia, Sede Cimpa

## Batido, moldeo y tamizado

El área donde se realizan estas labores debe ser muy higiénica y estar separada físicamente de las demás etapas del proceso y de los alrededores. El lugar debe estar seco y sin insectos ni animales para mantener la calidad microbiológica y la vida útil de la panela. Además, el agua donde se lavan los moldes y utensilios debe ser potable y cambiarse mínimo cada cuatro horas (Prada, 2001).

Específicamente, batir la miel es importante porque así se retira parte del agua y se incorpora oxígeno, lo cual contribuye al blanqueamiento de las mieles al cambiar su textura y consistencia.

Tenga en cuenta las siguientes recomendaciones para el batido dependiendo del tipo de panela que va a producir:

- ◆ Panela en moldes: bata suavemente la miel para obtener una consistencia de fácil manejo sobre los moldes (figura 10.7).
- ◆ Panela granulada: bata la mezcla más que la panela moldeada y elimine una mayor cantidad de agua. Deje las mieles en reposo en la batea durante 2 o 3 minutos en un sitio con buena circulación de aire. Luego, agítela nuevamente y déjela en reposo hasta que esponje y, posteriormente, bata hasta obtener una mezcla de gránulos y terrones de panela de máximo 4 mm de diámetro. Posteriormente, tamice la mezcla a través de una malla o zaranda con orificios de 3 mm de diámetro o según las especificaciones del mercado.



**Figura 10.7.** Moldeo de panela. a. Batido de panela; b. Moldeo de panela cuadrada; c. Tamizado de panela granulada.

Fotos: Banco de fotos Agrosavia, sede Cimpa

## Empacado

Una vez haya obtenido la panela, déjela enfriar en reposo a temperatura ambiente o usando un ventilador. Puede empacarla cuando alcance los 30°C. Debe realizar el empaque individualmente usando láminas termoformadas de polipropileno biorientado (BOPP) o papel siliconado. Haga el embalaje en cajas de cartón corrugado no reciclado de pared doble y flauta BC o BA o bolsas de papel. Recuerde que el envase y el embalaje deben rotularse de acuerdo con la normatividad vigente.

## Referencias

- García, H., Albarracín, L., Toscano, A., Santana, N., & Insuasty, O. (2007). *Guía tecnológica para el manejo integral del sistema productivo de caña panelera*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria-Agrosavia. [https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/13454/42610\\_46668.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/13454/42610_46668.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Prada, L. (2001). Manejo de los jugos de caña para la producción de panela y mieles. En *Memorias del Curso de caña para la producción de panela, miel y otros usos en el piedemonte llanero* (pp. 47-66). Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria-Agrosavia. [https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/20936/41339\\_27432.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/20936/41339_27432.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Prada, L. (2002). *Mejoramiento en la calidad de miel y panela*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria-Agrosavia. [https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/17691/42264\\_46021.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/17691/42264_46021.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Prada, L. (2004). La limpieza de los jugos: Un requisito indispensable para la calidad de la panela y las mieles. *Revista Innovación & Cambio Tecnológico*, 4(1), 12-19. [https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/15224/42694\\_46791.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/15224/42694_46791.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Prada, L., García, H., & Chaves, A. (2014). Efectos de la presión de evaporación y la concentración del antiespumante y del uso del floculante y coadyuvante en la calidad de la miel y la panela. *Revista Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 15(2), 153-172. [https://doi.org/10.21930/rcta.vol15\\_num2\\_art:356](https://doi.org/10.21930/rcta.vol15_num2_art:356)
- Prada, L., García, H., & Chaves, A. (2015). Efectos de las variables de evaporación: Presión y flujo calórico en la calidad de la miel y la panela. *Revista Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 16(1)7-23. <http://hdl.handle.net/20.500.12324/33945>



Foto: Ana Elizabeth Díaz M.



Foto: Luz Esperanza Prada Forero



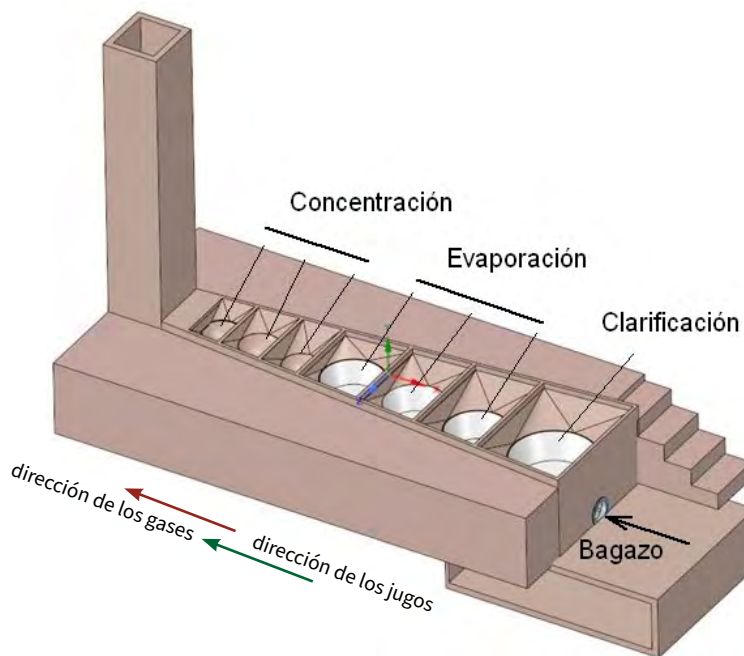
# **11.** Hornilla tradicional e híbrida para el departamento de Nariño

Jader Rodríguez Cortina

## ¿Conoce cómo funcionan las nuevas hornillas?

### ¿Qué características tiene el modelo de hornilla tradicional?

Las hornillas de las unidades productivas de panela en el departamento de Nariño se caracterizan por operar con flujo de gases y jugos en paralelo, de manera que el jugo se transporta en la misma dirección que los gases de combustión. En este tipo de hornillas la clarificación se realiza en la paila más cercana a la compuerta de alimentación de bagazo. Posteriormente, el jugo se transporta con cazos a las pailas evaporadoras y, finalmente, a las pailas punteras (concentración). Estos sistemas se caracterizan por tener la paila punteadora cerca a la chimenea y por combinar pailas planas (calderos) y pailas redondas tipo media naranja (figura 11.1).



**Figura 11.1.** Modelo de hornilla tradicional para la producción de panela en el departamento de Nariño.

Fuente: John Javier Espitia

### ¿En qué consiste el modelo de hornilla híbrida para el departamento de Nariño?

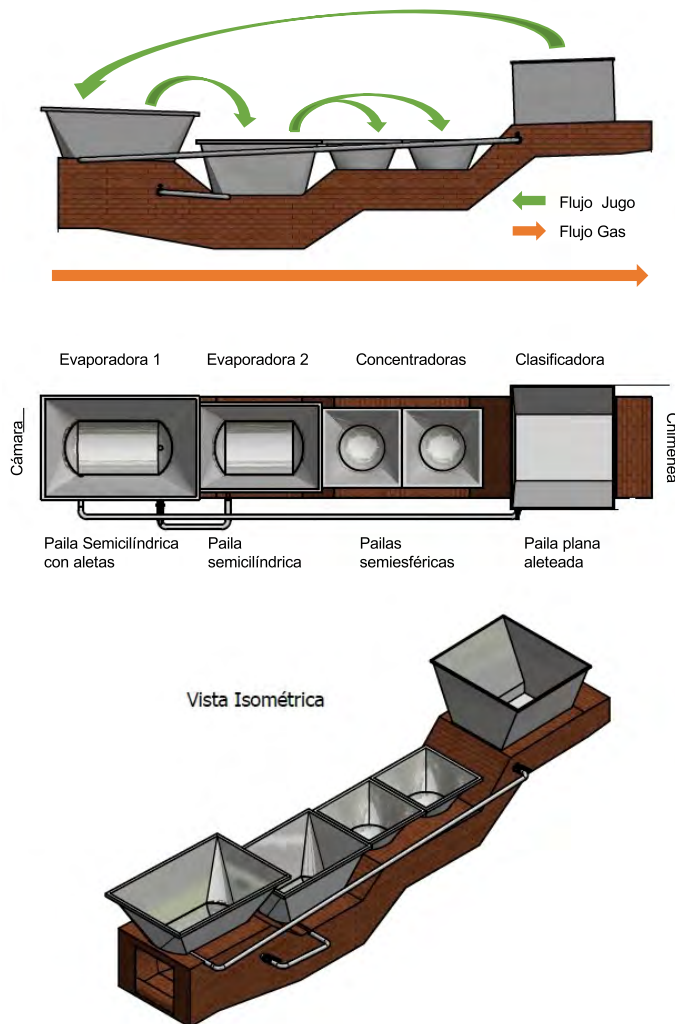
La hornilla híbrida es una propuesta para el mejoramiento de la hornilla tradicional que consiste en un sistema mixto de flujo de jugos y de gases de combustión donde las pailas de punteo se



sitúan en el centro del tren de pailas para asegurar una cocción uniforme. El jugo se maneja por gravedad por los desniveles incluidos en el ducto de gases. Contiene formas de pailas que se ajustan al proceso:

- ◆ Redondas tipo media naranja (semiesféricas) para el punteo.
- ◆ Semiesféricas para la evaporación.
- ◆ Planas con aletas para la clarificación.

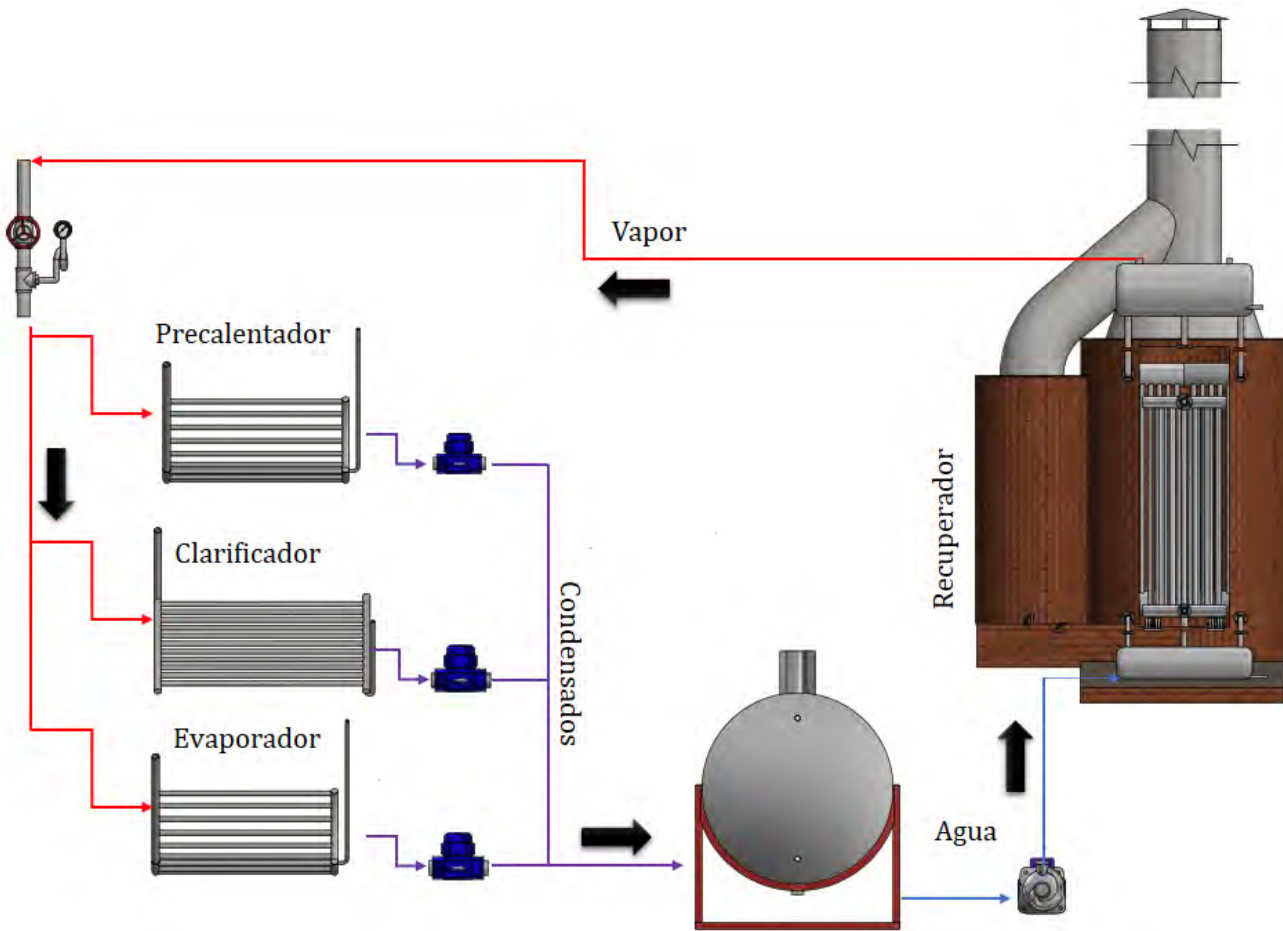
Estas características permiten aprovechar mejor el calor de los gases de combustión (Rodríguez et al., 2018) (figura 11.2).



**Figura 11.2.** Modelo de hornilla híbrida para la producción de panela en el departamento de Nariño.

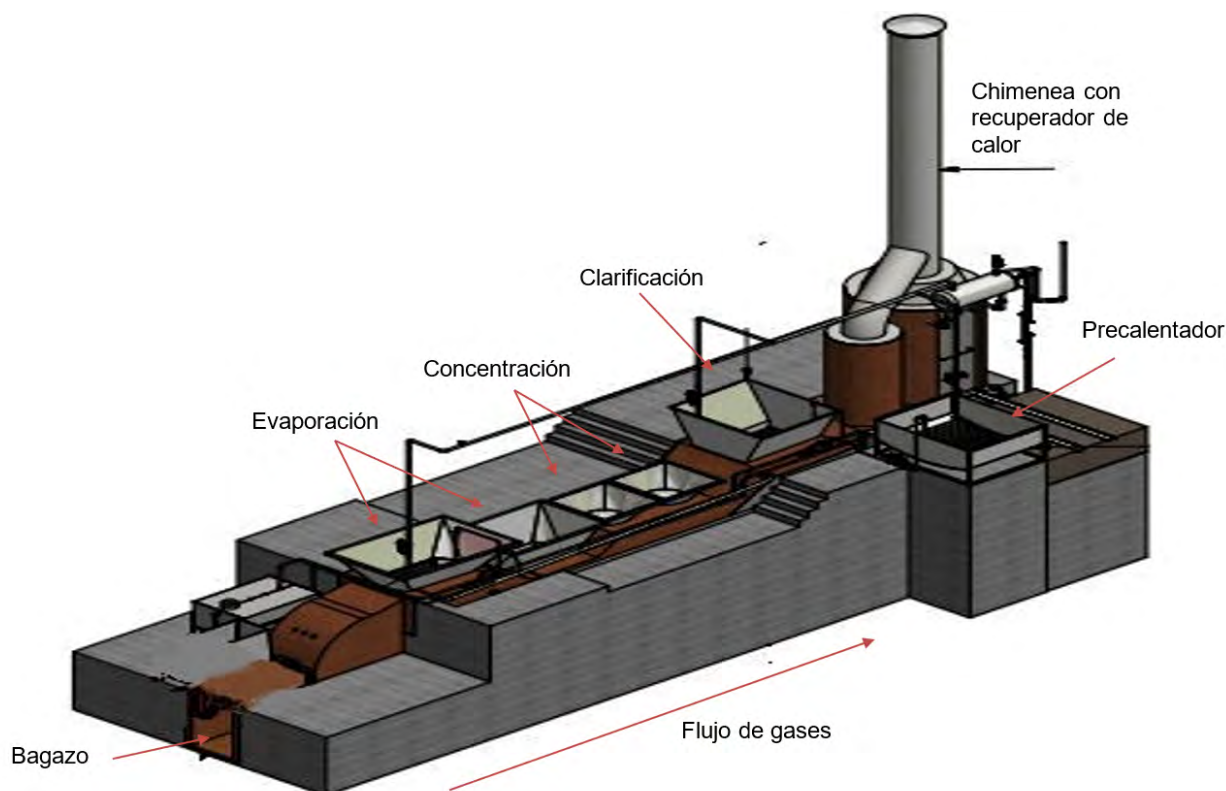
**Fuente:** John Javier Espitia

Adicionalmente, el sistema incluye un recuperador de calor en la chimenea (figura 11.3), mediante el cual se aprovecha el calor de los gases de salida que pasan por la chimenea con el fin de producir vapor. El vapor generado en el recuperador de calor se retorna al proceso, lo cual aumenta la velocidad de evaporación de agua que contiene el jugo (Velásquez et al., 2021) (figura 11.4).



**Figura 11.3.** Diagrama de funcionamiento del sistema de recuperación de calor instalado en la chimenea.

**Fuente:** John Javier Espitia



**Figura 11.4.** Hornilla para la producción de panela con la implementación del sistema de recuperación de calor.

**Fuente:** John Javier Espitia

Este nuevo modelo de hornilla permitió mejorar los sistemas tradicionales de producción de panela en Nariño y aumentó la eficiencia térmica del proceso. Esto se traduce en una mayor productividad y lo hace un sistema autosostenible que requiere menos combustible (bagazo) y, por ende, hay una reducción en las emisiones de gases.

## Referencias

- Rodríguez, J., Velásquez, F., Espitia, J., Escobar, S., & Mendieta, O. (2018). Thermal performance evaluation of production technologies for non-centrifuged sugar for improvement in energy utilization. *Energy*, 152, 858–865. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2018.03.127>
- Velásquez, F., Espitia, J., Hernández, H., Mendieta, O., Escobar, S., & Rodríguez, J. (2021). Improving the thermal, productive, and environmental performance of a non-centrifugal cane sugar production module using a heat recovery system. *Journal of Food Engineering*, 308, Article number 110688. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2021.110688>



Foto: Juan Leonardo Cardona



## **12. Utilización de subproductos de la caña de azúcar para panela en alimentación animal**

Juan Leonardo Cardona Iglesias

**¿Sabe usted cuáles son los principales subproductos de la caña utilizados en la alimentación de especies pecuarias?**

La mayoría de los productores de caña panelera en Nariño tienen integrados a sus sistemas productivos especies pecuarias como bovinos, caprinos, equinos, ovinos, aves de corral, cerdos, conejos o cuyes. Estas especies son fundamentales para garantizar la seguridad alimentaria de las familias, ya que productos como la leche, la carne o los huevos proporcionan proteína de excelente calidad para una óptima nutrición de las personas (Ángel, 2012; Cardona et al., 2020).

Existen subproductos de la caña panelera que se pueden utilizar en la alimentación animal y que no solo reducen los costos de producción por concepto de la compra de concentrados, sino que además disminuyen la contaminación ambiental. Subproductos como la cachaza y el melote se caracterizan por su excelente aporte de energía a los animales debido a su alta concentración de azúcares y minerales. El cogollo y el bagazo, por ejemplo, aportan también azúcares, pero, sobre todo, fibra, que es fundamental en la dieta de vacas o cabras (Angel, 2012; Lagos et al., 2021; Moreno et al., 2003) (figura 12.1).



- Subproductos como la cachaza y el melote son fuente de energía y de minerales para los animales.
- El cogollo, las hojas y el bagazo de caña se pueden utilizar en la elaboración de ensilajes y bloques multinutricionales.
- En épocas de escasez de forraje, los subproductos de caña pueden ser utilizados para la suplementación de bovinos, cabras, equinos, cuyes, cerdos y hasta aves de corral.
- Para que la suplementación animal con subproductos de caña sea exitosa, el productor debe informarse y capacitarse al respecto.

**Figura 12.1.** Principales subproductos de la caña que se pueden usar para la nutrición animal.

**Fuente:** Elaboración propia

**Foto:** Elizabeth Lagos

## ¿Cuáles son los principales subproductos de la caña panelera?

A continuación, se describen los principales subproductos de la caña panelera que se pueden emplear en la alimentación animal.

### La cachaza

- ◆ Es un material de color oscuro y esponjoso (figura 12.2) que resulta de la limpieza del jugo, cuando se añaden mucílagos de balsa, guácimo o el cadillo.
- ◆ Posee una alta cantidad de humedad (hasta el 90%). Además, contiene buenas proporciones de calcio, potasio, fósforo y nitrógeno.
- ◆ Se puede ofrecer fresca y en bajas proporciones en la alimentación de caballos, cerdos y gallinas.



**Figura 12.2.** La cachaza generalmente tiene un color verde oscuro y constituye cerca del 3% del residuo de la caña.

**Foto:** Luz Esperanza Prado Forero

### ¡Tenga cuidado!

La cachaza es un producto que se fermenta rápidamente y puede ocasionar trastornos digestivos en los animales, como diarreas y timpanismo. La mejor forma de evitar esto es ofrecer la cachaza fresca y ojalá no hacerlo después de 24 horas de elaborada.

## El melote

- ◆ Se obtiene mediante la cocción de la cachaza y contiene 50% menos humedad que esta. Su color es verde pardo a café oscuro (figura 12.3).
- ◆ Es un producto espeso y, como tiene menor humedad, puede conservarse durante más tiempo que la cachaza, hasta un mes y medio, dependiendo de las condiciones de manejo.
- ◆ Es una muy buena fuente de azúcares, calcio y fósforo, por lo que se puede utilizar para alimentar a los cerdos. Para dietas en vacas y cabras se puede complementar con fuentes de nitrógeno como la urea (2% a 3% máximo, niveles superiores son tóxicos para los animales). En cerdos se puede ofrecer después de que los animales tengan de 15 a 20 kg de peso y se puede incluir hasta 40% en la dieta (4 kg de melote por cada 10 kg de dieta total).
- ◆ En pollos de engorde se puede suministrar después del día 28 hasta el beneficio (máximo 2,5% de inclusión, es decir, 250 gramos de melote por cada 10 kg de alimento total) (Angel, 2012; Lagos & Castro, 2019; Lagos et al., 2021; Moreno et al., 2003).



**Figura 12.3.** Por cada tonelada de caña que ingresa al trapiche, se generan más o menos unos 30 kg de melote. a. Deshidratación de la cachaza; b. El melote debe estar a temperatura ambiente antes de ofrecerlo a los animales.

**Fotos:** Camilo Pantoja



## Hojas y cogollo de caña para ensilaje

- ◆ Ambos son subproductos obtenidos de la cosecha de la caña, se caracterizan por su aporte de azúcares, fibra, así como de moderados contenidos de proteína y baja humedad. Se pueden ofrecer frescos y picados a vacas, novillos, caballos y mulas. También son muy apropiados en la elaboración de ensilaje para bovinos (Lagos & Castro, 2019).
- ◆ El bagazo de la caña es otro subproducto utilizado en alimentación animal, ya que se puede emplear en ensilajes o molido en la elaboración de bloques multinutricionales para bovinos, cuyes o conejos (figura 12.4).



**Figura 12.4.** El bagazo conserva aproximadamente el 50% de los azúcares, lo que aporta energía a la dieta animal.

**Foto:** Elizabeth Lagos

### ¿Qué es el ensilaje?

El ensilaje es un método de conservación de forrajes y subproductos mediante un proceso de fermentación sin aire que permite mantener la calidad del ensilado durante largo tiempo (incluso años). Se utiliza sobre todo en época de escasez de pasturas (Albarracín et al., 2004)

### ¿Cómo elaborar ensilaje de caña entera, cogollo o bagazo?

1. Pique la caña entera, el cogollo o bagazo hasta lograr partículas de 3 a 5 cm.
2. Para 1.000 kg de material picado, en una caneca mezcle 20 litros de agua, 10 kg de melote, 2 kg de sal mineralizada. La mezcla se debe añadir al forraje cuando este se vaya aprisionando en la bolsa o caneca.
3. Con el fin de mejorar la digestibilidad del ensilaje, también puede agregar urea disuelta en agua a razón de 30% o 40% por cada 1.000 kg de material picado (Angel, 2012; Albarracín et al., 2004).

### ¿En qué consisten los bloques multinutricionales?

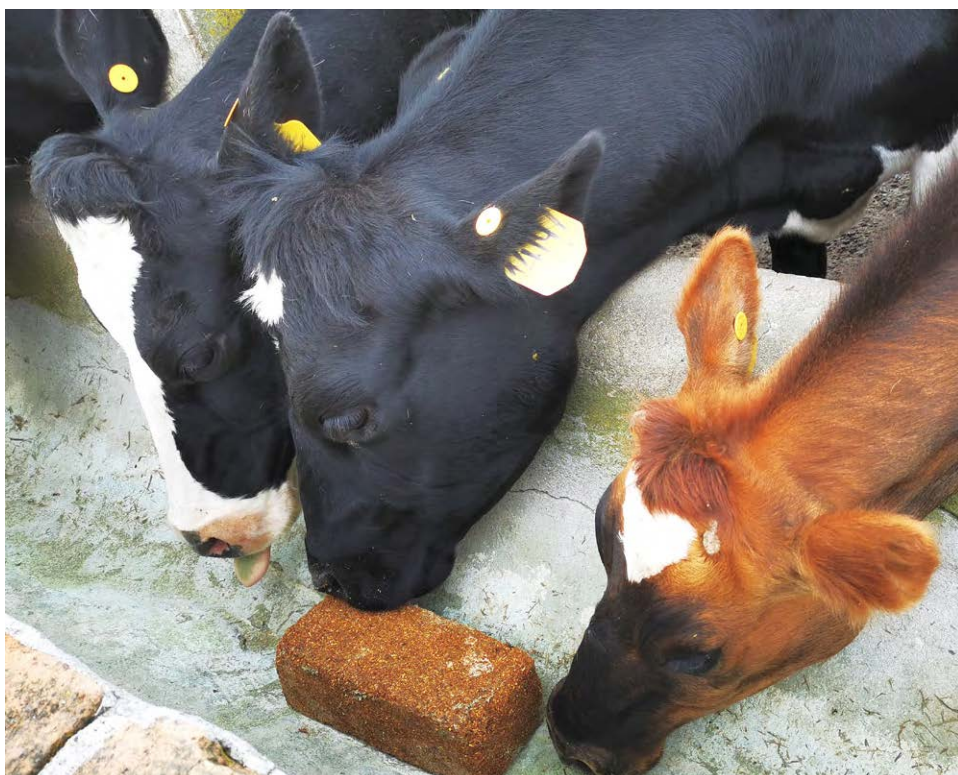
Los bloques multinutricionales (BMN) elaborados a partir de subproductos de caña panelera (figuras 12.5 y 12.6) son una alternativa de suplementación alimenticia para épocas de escasez de forrajes. Su elaboración da como resultado una masa sólida, en cuya elaboración se pueden utilizar subproductos y residuos agroindustriales locales.

En bovinos, cabras y ovejas, los BMN aportan a las bacterias del rumen fuentes de azúcares (energía), nitrógeno y minerales, nutrientes que escasean en las épocas de sequía, donde la oferta de forrajes se disminuye. Para herbívoros como los cuyes o conejos, los BMN son fuente de energía, fibra y proteína (Moreno et al., 2003; Cardona et al., 2020).



**Figura 12.5.** El fin de los bloques multinutricionales (BMN) es balancear nutrientes en la dieta animal, como la energía, el nitrógeno y los minerales. En esta figura se presentan en forma de ladrillo para bovinos.

**Foto:** Filadelfo Hernández O.



**Figura 12.6.** Para ofrecer los BMN a los bovinos debe hacer un período de acostumbramiento.

**Foto:** Fidelfo Hernández O.

### ¿Cómo formular un bloque multinutricional para vacas doble propósito y cuyes utilizando melote y bagazo de caña?

A continuación, la tabla 12.1 presenta las materias primas y las cantidades necesarias para elaborar BMN.

**Tabla 12.1.** Formulación básica de un BMN (10 kg) para vacas doble propósito (DP) y cuyes de engorde a base de melote y bagazo

Materia prima	Nutriente	Vacas DP	Cuyes
Melote o melaza	Energía	4,5 kg	4,77 kg
Urea	Nitrógeno	1 kg	Puede ser tóxica
Cal	Compactante	1 kg	1 kg
Sal mineralizada	Minerales	800 gramos	230 gramos
Bagazo de caña	Fibra	1 kg	---
Matarratón o nacedero	Proteína-fibra	1,7 kg	1 kg
Afrecho, maíz, trigo o cebada	Fibra	---	3 kg

**Fuente:** Elaboración propia

## Referencias

- Albarracín, L., Sánchez, L., & García, G. (2004). *Caña de azúcar ensilada: Una alternativa de alimentación para ganado bovino en confinamiento*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria-Agrosavia. <https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/15268>
- Ángel, M. (2012). *Aprovechamiento de subproductos de la caña panelera en la alimentación animal*. Federación Nacional de Productores de Panela; Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria-Agrosavia. <https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/2298>
- Cardona, J., Portillo, P., Carlosama, L., Vargas, J., Avellaneda, Y., Burgos, W., & Patiño, R. (2020). *Importancia de la alimentación en el sistema productivo del cuy*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria-Agrosavia. <https://doi.org/10.21930/agrosavia.manual.7403329>
- Lagos, E., & Castro, E. (2019). Caña de azúcar y subproductos de la agroindustria azucarera en la alimentación de rumiantes. *Agronomía Mesoamericana*, 30(3), 917-934. <https://doi.org/10.15517/am.v30i3.34668>
- Lagos, E., Bran, Y., Cardona, J., & Castro, E. (2021). Utilización de subproductos de *Saccharum officinarum* L. en la suplementación de vacas lactantes en Colombia. *Pastos y Forrajes*, 44, 1-10. <https://payfo.ihatuey.cu/index.php?journal=pasto&page=article&op=view&path%5B%5D=2238>
- Moreno V., Palacio, O., & Bayona, A. (2003). *La caña panelera y sus subproductos en alimentación animal*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria-Agrosavia. <https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/1932>



Foto: Banco de fotos Agrosavia



Foto: Lucio España



# **13. Registro y análisis de costos de producción de caña de azúcar y panela**

**Gonzalo Alfredo Rodríguez Borray,  
Jacqueline Lucía Gavilanes Bravo y  
Sonia Mercedes Polo Murcia**

**¿Usted cuantifica los gastos en su cultivo de caña?  
¿Le gustaría aprender a llevar los registros de esos gastos?**

**E**n cualquier empresa productiva agrícola o agroindustrial, es importante que el productor o administrador a cargo de la producción registre y analice los costos que se tienen para producir y comercializar un determinado bien o servicio. Mediante este ejercicio se pueden identificar los conceptos que más incidencia o participación tienen dentro del costo total y, de esta manera, proponer cambios técnicos en prácticas agrícolas, en operaciones de procesamiento, en uso de insumos y en formas de contratación de servicios que puedan contribuir a reducir los costos de producción y mejorar los niveles de ganancia y utilidad.

Para registrar adecuadamente los costos de producción se sugiere llevar una planilla en una hoja de cálculo electrónica Excel, en caso contrario, se pueden imprimir los formatos anexos a esta sección y realizar los cálculos de forma manual. Si quiere utilizar la hoja Excel en el cálculo de sus costos de producción, escanee el código QR o siga el enlace que aparece en los Anexos del capítulo. Para facilitar la consolidación de los costos de producción se diseñaron cuatro formatos que permitan llevar las cuentas de acuerdo con la fase de producción:

- 1.** Establecimiento del cultivo (anexo 13.1).
- 2.** Sostenimiento del cultivo (anexo 13.2).
- 3.** Corte, transporte y procesamiento de la caña (anexo 13.3).
- 4.** También se incluye el cálculo del costo total de producción de panela por unidad de peso (kilogramo, tonelada, botija, carga, paca o cualquier otra unidad que se utilice en la región) (anexo 13.4).



Foto: Lucío España



En cada hoja se deben crear seis columnas:

1. En la primera columna debe anotar el concepto del costo, por ejemplo, preparación del terreno, siembra, fertilización, control de malezas, etc.
2. En la segunda columna registre la cantidad utilizada.
3. En la tercera columna escriba las unidades en que se mide el concepto de costo (por ejemplo, días de alquiler de arado, jornales, bultos de fertilizante, litros de herbicida, etc.).
4. En la cuarta columna ponga el precio de adquisición por unidad en pesos.
5. En la quinta columna calcule el costo de cada factor, multiplicando la cantidad utilizada por el precio de cada unidad. En la hoja de Excel esta operación es automática.
6. En la sexta columna calcule la participación de cada concepto de costo en el total de su correspondiente fase. En la hoja de Excel esta operación es automática.

Al final de cada tabla de costo se suman los valores de la quinta columna y se obtiene el valor del costo total de cada fase. El costo así calculado representa el 100% del costo de la fase. Para calcular la participación porcentual de cada concepto dentro de su correspondiente fase, se divide el valor total del concepto sobre el valor total de la fase. Este cálculo le ayuda a identificar claramente los conceptos de mayor participación, es decir, a los que debe prestar mayor atención para desarrollar estrategias que permitan reducir su costo, sin afectar la productividad ni la calidad del producto obtenido.

A continuación, mediante un modelo de registro, se explica qué conceptos de costo debería tener en cuenta en cada fase de producción. También se presenta un ejemplo de la estimación de costos de producción con datos de campo obtenidos en la región panelera del río Guaitara por Gavilanes y Rodríguez (2018).

## Establecimiento del cultivo

En esta fase de establecimiento del cultivo se consideran todos los costos que van desde la planeación de la siembra de la caña hasta que se deja completamente establecido el lote con la caña lista para su primer corte. Algunos de los conceptos frecuentemente considerados en esta fase son la preparación del suelo, la semilla, la siembra, la aplicación de correctivos de acidez, el abonamiento,

los fertilizantes, el control de malezas, etc. En la tabla 13.1 se presenta un modelo de registro de costos del establecimiento de una hectárea de cultivo de caña:

**Tabla 13.1.** Modelo para el registro de los costos de establecer una hectárea de azúcar para panela, en la región del río Guaitara

Concepto	Cantidad	Unidad	Precio unitario (\$)	Valor total (\$)	Participación en establecimiento (%)
Arreglo cerca	1	jornales	35.000	35.000	0,2
Arada	7	días de yuntas	100.000	700.000	4,1
Semilla y sacada	240	bultos	30.000	7.200.000	42,3
Recogida de semilla	30	jornales	35.000	1.050.000	6,2
Transporte de semilla 120 cargas	240	bultos	7.500	1.800.000	10,6
Siembra	35	jornales	35.000	1.225.000	7,2
Deshierba primera	30	jornal	35.000	1.050.000	6,2
Abono (triple15)	5	bultos	225.000	1.125.000	6,6
Deshierba segunda	40	jornales	35.000	1.400.000	8,2
Abonado	1	jornales	35.000	35.000	0,2
Deshoje	40	jornales	35.000	1.400.000	8,2
Costos de establecimiento (\$/ha)				17.020.000	100,0

**Fuente:** Elaboración propia

En este ejemplo se puede apreciar que el concepto que mayor peso tiene dentro de los costos de establecimiento es la semilla y su transporte, con una participación del 42,3% y 10,6%, respectivamente.

## Sostenimiento del cultivo

En la fase de sostenimiento se consideran los costos involucrados para el mantenimiento adecuado de las socas, desde el corte anterior hasta que logra su madurez para el siguiente corte o cosecha. Algunos de los conceptos considerados en esta fase son el encalle de residuos de cosecha entre los surcos de la caña—en Nariño esta actividad se denomina “encallejonada”—, la resiembra, el abonamiento de la soca, el fertilizante utilizado, el control de malezas y el deshoje. En la tabla 13.2 se muestra el modelo de registro de costos del sostenimiento de una hectárea de cultivo de azúcar en la región del río Guaitara.

**Tabla 13.2.** Modelo para el registro de los costos de sostenimiento del cultivo de caña de azúcar por corte, en la región del río Guaitara

Concepto	Cantidad	Unidad	Precio unitario (\$)	Valor total (\$)	Participación en sostenimiento (%)
Encallejonada	9	jornales	35.000	315.000	4,4
Abono triple15	12	bultos	225.000	2.700.000	37,4
Aplicación abono	3	jornales	35.000	105.000	1,5
Deshierba primera	30	jornales	35.000	1.050.000	14,6
Resiembra	7	jornales	35.000	245.000	3,4
Deshierba segunda	40	jornales	35.000	1.400.000	19,4
Deshoje	40	jornales	35.000	1.400.000	19,4
Costos de sostenimiento				7.215.000	100,0

**Fuente:** Elaboración propia

El concepto de mayor peso en los costos de sostenimiento de las socas de caña es el abono o fertilizante, con una participación del 37,4%, seguido del segundo control de malezas y el deshoje, con una participación del 19,4% cada una.

## Corte, transporte y procesamiento de la caña

En esta fase se incluyen todos los conceptos de costos, desde la cosecha y transporte de la caña hasta el procesamiento en el trapiche y la obtención de la panela para su venta. En esta fase es necesario determinar para qué cantidad de botijas de jugo y peso de panela producida se toman los costos. Los costos que debe tener en cuenta en esta fase son los de corteros, alzadores, animales y vehículos para el acarreo de la caña, además, el costo de todos los operarios que laboran en la molienda.

Asimismo, debe agregar los costos de los insumos como el balso, el cadillo, la cal, la cera de laurel, los combustibles adicionales al bagazo utilizados para la hornilla (como leña, carbón y llantas cuando se usan, del empaque y embalaje de la panela y el costo del alquiler del trapiche. Cabe mencionar que, si se trata de trapiches propios, en lugar de su valor de alquiler puede incluir los costos de combustible, lubricantes del motor, lubricantes del molino, la energía eléctrica consumida durante la molienda y los costos de

mantenimiento de los equipos, de la hornilla y de las instalaciones de la planta de procesamiento.

En la tabla 13.3 se presenta el modelo de registro de costos de corte, transporte y procesamiento de la caña para la elaboración de 10.560 kg de panela que, en este caso, equivalen al procesamiento de 24 botijas de jugo de caña (1 botija = 440 kg de panela).

**Tabla 13.3.** Modelo para el registro de los costos de corte, transporte y procesamiento de la caña de azúcar para la elaboración de panela en la región del río Guaitara

Concepto (Molienda de 10.560 kg)	Cantidad	Unidad	Precio unitario (\$)	Valor total (\$)	Participación en corte, transporte y procesamiento (%)
Corteros	45	Jornal	45.000	2.025.000	12,8
Acarreo de caña	11	Parejas por semana	280.000	3.080.000	19,5
Carro	1	Alquiler	1.000.000	1.000.000	6,3
Alzadores	25	Personas	48.000	1.200.000	7,6
Cañeros 2	24	Botijas	14.580	349.920	2,2
Bagacero verde 1	24	Botijas	16.600	398.400	2,5
Moedor 1	24	Botijas	15.000	360.000	2,3
Bagacero seco 1	24	Botijas	16.600	398.400	2,5
Hornero 1	24	Botijas	20.800	499.200	3,2
Descachazador 1	24	Botijas	10.000	240.000	1,5
Desplumillador 1	24	Botijas	12.000	288.000	1,8
Melador 1	24	Botijas	18.750	450.000	2,8
Labrador 1	24	Botijas	12.000	288.000	1,8
Coqueros 2	24	Botijas	10.800	259.200	1,6
Platillero 1	24	Botijas	10.000	240.000	1,5
Selladoras 2	528	Pacas	852	449.856	2,8
Empacador 1	528	Pacas	473	249.744	1,6
Administrador 1	1	Semana	300.000	300.000	1,9
Balso	2	kg	1.500	3.000	0,0
Llausa-cadillo	60	kg	850	51.000	0,3
Cera de laurel	7	kg	5.000	35.000	0,2
Bolsas de termoencogido	12.672	Bolsas plásticas	35	443.520	2,8
Empaque papel	528	Bolsas de papel	550	290.400	1,8
Fibra	2	Rollos	15.000	30.000	0,2
Alquiler trapiche	24	Botijas	84.000	2.016.000	12,8
Alimentación trabajadores	17	Personas	50.000	850.000	5,4
Costos de corte, transporte y molienda				15.794.640	100,0

Fuente: Elaboración propia

En esta fase, los mayores costos corresponden a la mano de obra para el procesamiento de la caña, pues al sumar el pago a los trabajadores de molienda y su alimentación se obtiene el 35,6% del costo de esta fase. Los costos de transporte de la caña también son significativos, pues al sumar los costos de alzadores, animales y el vehículo requerido para el acarreo de la caña desde el lote de cultivo hasta el trapiche se obtiene el 33,4%. Finalmente, el corte de la caña y el alquiler del trapiche representan el 12,8% cada uno.

## Estimación del costo total de producción

Para estimar el costo total de producción primero debe definir para qué unidad de peso de panela va a calcular el costo y, de esta forma, determinar el costo de cada fase y su participación dentro del costo total.

### Costo de establecimiento de caña por kilogramo producido

Para estimar el costo de establecimiento de la caña por kilogramo de panela producido, primero debe hallar el *costo de establecimiento por corte*, para lo cual debe dividir el costo total de la fase sobre el número total de cortes que espera obtener (antes de decidir la renovación del cultivo):

$$\$ \text{ establecimiento por corte} = \frac{\text{Costo de establecimiento}}{\# \text{ total de cortes que espera obtener}}$$

Para el ejemplo, en la tabla 13.4 se estima que el costo de establecimiento por hectárea es \$ 17.020.000 y que se obtendrán 15 cortes, lo cual significa que el costo del establecimiento por corte del ejemplo es \$ 1.134.667 / corte:

$$\$ \text{ establecimiento por corte} = \frac{\$ 17.020.000}{15} = \$ 1.134.667$$

Finalmente, el valor obtenido se divide nuevamente en la producción promedio de panela esperada en cada corte.

$$\$ \text{ de establecimiento por kg producido} = \frac{\$ \text{ establecimiento por corte}}{\text{Producción promedio de panela esperada por corte}}$$

En el caso del ejemplo, se espera una producción media de 10.560 kilogramos de panela por hectárea cosechada por corte.

$$\text{\$ de establecimiento por kg producido} = \frac{\$ 1.134.667}{10.560 \text{ kg}} = \$ 107,4$$

Es decir que, en el ejemplo, el costo de establecimiento por kilogramo de panela producido es de \$ 107,4.

### **Costo de sostenimiento de caña por kilogramo producido**

Para calcular el costo de sostenimiento de la caña por kilogramo de panela producida se divide el costo total de sostenimiento sobre la producción promedio de panela estimada por corte.

$$\text{\$ sostenimiento por kg producido} = \frac{\text{\$ total de sostenimiento}}{\text{Producción promedio de panela esperada por corte}}$$

En el caso del ejemplo, dado que el costo total de sostenimiento por hectárea fue de \$ 7.215.000, se tiene:

$$\text{\$ sostenimiento por kg producido} = \frac{\$ 7.215.000}{10.560 \text{ kg}} = \$ 683,2$$

### **Costo de producción de la caña en pie por kilogramo producido**

La suma de los costos de establecimiento y sostenimiento de la caña permite calcular el costo de producción de la caña en pie y su participación en el costo de producción de panela.

$$\begin{aligned} \text{\$ producción de la caña en pie por kg producido} = \\ \text{\$ de establecimiento por kg producido} + \text{\$ sostenimiento por kg producido} \end{aligned}$$

En el caso del ejemplo, el costo de producción de la caña en pie por kilogramo de panela producido sería:

$$\text{\$ producción de la caña en pie por kg producido} = \$ 107,4 + \$ 683,2 = \$ 790,6$$

Cabe resaltar que para los trapicheros que no cultivan caña, sino que la compran a los agricultores, el costo de la caña se calcula directamente dividiendo el valor pagado por botija sobre la producción de panela obtenida por botija.

## Costo de corte, transporte y procesamiento por kilogramo producido

El costo de corte, transporte y procesamiento de la panela se calcula dividiendo el costo total de esta última fase sobre la producción obtenida en la molienda.

$$\$ \text{ corte, transporte y procesamiento por kg producido} = \frac{\$ \text{ total de la fase}}{\text{Producción promedio de panela esperada por corte}}$$

En el caso del ejemplo, como el costo total de esta fase fue de \$15.794.640, se tiene:

$$\$ \text{ corte, transporte y procesamiento por kg producido} = \frac{\$ 15.794.640}{10.560 \text{ kg}} = \$ 1.495,7$$

## Costos totales (directos e indirectos) de producción de panela por kilogramo

La suma de los costos de cultivo y corte, transporte y procesamiento de la caña corresponde a los costos directos de producción de panela. Es corriente que el productor incurra en otros costos difíciles de cuantificar y que varían en función de la situación de cada empresa o productor y que, regularmente, corresponden al tiempo propio dedicado a la administración, a la depreciación de equipos y al interés de oportunidad del uso de capital en la producción.

Estos costos se incluyen como costos indirectos de producción y, por la convención utilizada por Fedepanela, corresponden al 5% de los costos directos. Así, el costo total de producción es igual a la suma de los costos directos e indirectos de producción. La tabla 13.4 presenta el modelo de hoja de cálculo para estimar el costo total de producción de panela.

En el ejemplo se observa que el costo total es de \$2.400 por kilogramo de panela y que de estos la mayor participación corresponde al costo de corte, transporte y procesamiento de panela, con el 62,5%, seguido del costo de cultivo, con el 32,9%.

**Tabla 13.4.** Modelo de cálculo del costo total de producción de panela por kilogramo en la región del río Guaítara

Concepto	Unidad	Valor	Participación en el costo Total (%)
Costo de establecimiento de caña	\$/ha	17.020.000	
Número de cortes esperados	#	15	
Costo de establecimiento por corte	\$/corte	1.134.667	
Rendimiento de panela esperado por corte	kg	10.560	
<b>Costo de establecimiento</b>	<b>kg</b>	<b>107,4</b>	<b>4,5</b>
Costo de sostenimiento de caña	\$/ha	7.215.000	
Rendimiento de panela esperado por corte	kg/ha	10.560	
<b>B. Costo de sostenimiento cultivo</b>	<b>\$/kg</b>	<b>683,2</b>	<b>28,5</b>
<b>A+B Costo de cultivo</b>	<b>\$/kg</b>	<b>790,6</b>	<b>32,9</b>
Costo corte, transporte y procesamiento	\$/molienda	15.794.640	
Producción por molienda	kg/molienda	10.560	
<b>C. Costo corte, transporte y procesamiento</b>	<b>\$/kg</b>	<b>1.495,7</b>	<b>62,3</b>
<b>A+B+C costo directo</b>	<b>\$/kg</b>	<b>2.286,4</b>	<b>95,2</b>
<b>D. Costo indirecto</b>	<b>5% c. directo</b>	<b>114,3</b>	<b>4,8</b>
<b>A+B+C+D Costo Total</b>	<b>\$/kg</b>	<b>2.400,7</b>	<b>100,0</b>

Fuente: Elaboración propia

## Estimación de la rentabilidad y el precio de equilibrio

El costo total estimado permite calcular la rentabilidad de la actividad productiva y el precio de equilibrio por encima del cual el productor comienza a percibir ganancias al momento de realizar la venta de la panela. Así, por ejemplo, si el productor fija el precio de la panela en \$3.000 por kilogramo, tendrá una utilidad de \$600 por kilogramo de panela.

Para calcular la rentabilidad, divida este valor entre el costo total de producción y multiplique el resultado por 100.



$$\text{Rentabilidad} = \frac{\text{Utilidad}}{\text{Costo total de producción por kg}} * 100$$

Para finalizar con el ejemplo, la rentabilidad por kilogramo producido de panela sería del 25%:

$$\text{Rentabilidad} = \frac{\$ 600}{\$ 2.400} * 100 = 25 \%$$

## Conclusiones y recomendaciones

El registro y análisis de los costos de producción permite a los productores de caña y panela calcular el costo total y establecer la rentabilidad económica de su proceso productivo y de comercialización. También es importante analizar la composición de la estructura de costos para identificar posibles ineficiencias en la producción, que pueden ser atendidas mediante la adopción de ofertas tecnológicas que ayuden a mejorar la productividad sin deteriorar la calidad de la panela, como las que se describen en los otros capítulos del presente manual tecnológico.

Los costos que se presentaron son un modelo y no corresponden necesariamente a la realidad que vive cada productor, por lo cual cada uno debe tratar de construir su propia estructura de costos y analizar su situación particular, teniendo en cuenta que solo se puede mejorar cuando se ha establecido adecuadamente la situación actual.

## Referencias

Gavilanes, J., & Rodríguez, G. (2018). *Caracterización de la producción de caña y panela en los municipios de Ancuya, Consacá, Sandoná, Linares y El Tambo en el Departamento de Nariño* [Documento de trabajo]. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria-Agrosavia.



Departamento	Nariño	Municipio	Vereda
Latitud (N)		Longitud (O)	Altitud (msnm)
Fecha			

Descripción	Unidades	Valor
Área para la cual se calculan los costos	ha	1,0
Temperatura ambiente	°C	
Periodo vegetativo	meses	
Rendimiento del cultivo	kg/ha	
N° de cortes por establecimiento	Unidad	
Producción de panela	kg	
Producción de panela	kg/ha	

CONCEPTO	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO (\$)	VALOR TOTAL (\$)	PARTICIPACIÓN SOSTENIMIENTO (%)
Total Costos de Sostenimiento				\$	
Total Costos de Sostenimiento por hectárea (\$/ha)					0
Total Costos de Sostenimiento por kg de panela (\$/kg)					#DIV/0!

**Anexo 13.2.** Hoja de cálculo para registrar los costos de producción que tiene el sostenimiento del cultivo.

Fuente: Elaboración propia



Departamento	Nariño	Municipio	Vereda
Latitud (N)		Longitud (O)	Altitud (ms nm)
Fecha			

Concepto	Unidad	Valor	Participación en el costo Total (%)
Costo de establecimiento de caña	\$/ha	0	0
Número de cortes esperados	N°	-	-
Costo de establecimiento por corte	\$/corte	0	0
Rendimiento panela esperado por corte	kg	0	0
<b>A. Costo de establecimiento</b>	<b>\$/kg</b>		
Costo de sostenimiento de caña	\$/ha	0	0
Rendimiento panela esperado por corte	kg	0	0
<b>B. Costo de sostenimiento cultivo</b>	<b>\$/kg</b>		
<b>A+B Costo de cultivo</b>		<b>0</b>	
Costo corte, transporte y procesamiento	\$/molienda	0	0
Producción por molienda	kg/molienda	0	0
<b>C. Costo corte, transporte y procesamiento</b>	<b>\$/kg</b>		
<b>A+B+C costo directo</b>	<b>\$/kg</b>	<b>0,00</b>	
<b>D. Costos indirectos</b>	5% c. directos	<b>0</b>	
<b>A+B+C+D Costo Total</b>	<b>\$/kg</b>	<b>0,00</b>	<b>0</b>

**Anexo 13.4.** Hoja de cálculo para registrar el costo total de producción de panela.

Fuente: Elaboración propia



Foto: Banco de fotos Agrosavia

## Sobre los autores

**Ana Elizabeth Díaz Montilla**

[aediaz@agrosavia.co](mailto:aediaz@agrosavia.co)

<https://orcid.org/0000-0002-7902-2549>

Ingeniera agrónoma, magíster y doctora en Ciencias Agrarias con énfasis en Entomología. Investigadora PhD Asociada de Agrosavia, Centro de Investigación Obonuco. Forma parte del grupo de Investigación en Frutas del Trópico, reconocido por Minciencias con código COL0046139 y categorizado en A1. Tiene experiencia en la formulación, ejecución y liderazgo de proyectos nacionales e internacionales sobre ecología, manejo integrado de plagas y genética de poblaciones de insectos plaga, con énfasis en el perforador del fruto de las solanáceas *Neoleucinodes elegantalis* (Lepidoptera: Crambidae). Ha realizado la taxonomía de Lepidoptera: Crambidae y de Hymenoptera: Trichogrammatidae. Actualmente es investigadora líder del macroproyecto financiado por el Sistema General de Regalías Nariño, BPIN 2013000100280, “Fortalecimiento del sector panelero mediante investigación e innovación agrícola y agroindustrial en el departamento de Nariño”, relacionado con la selección de variedades de caña de azúcar para panela, control biológico de *Diatraea* spp., fertilización biológica, subproductos y aumento de la eficiencia térmica en las hornillas.

## Andrea María Peñaranda Rolón

[apenaranda@agrosavia.co](mailto:apenaranda@agrosavia.co)  
<https://orcid.org/0000-0003-1231-646X>

Ingeniera de Producción Biotecnológica de la Universidad Francisco de Paula Santander y magíster en Ciencias Ambientales de la Universidad Jorge Tadeo Lozano. Cuenta con una amplia experiencia en el estudio de hongos formadores de micorrizas y rizobios, y en su potencial como biofertilizante en invernadero, vivero y campo. Ha participado en la formulación y ejecución de varios proyectos de investigación en especies frutícolas, leguminosas, forestales y transitorias como la caña para producción de panela. Su experiencia profesional está enfocada en la evaluación de microorganismos con potencial biofertilizante y su impacto económico y ambiental en diversos cultivos. Actualmente se desempeña como Investigadora Máster del Centro de Investigación Tibaitatá de Agrosavia.

## Carlos Andrés Benavides Cardona

[carlosabenavidesc@gmail.com](mailto:carlosabenavidesc@gmail.com)  
<https://orcid.org/0000-0002-9144-6168>

Ingeniero agrónomo, magíster y candidato a doctor en Ciencias Agrarias de la Universidad de Nariño. Docente catedrático e investigador de la Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad de Nariño. Investigador adscrito a los grupos de investigación en Producción de Frutales Andinos y Producción de Cultivos Andinos de la Universidad de Nariño. Ha participado en proyectos de investigación en el área de

sistemas de producción financiados por el Ministerio de Agricultura y el Sistema General de Regalías.

## Carlos Espinel Correal

[cespinel@agrosavia.co](mailto:cespinel@agrosavia.co)  
<https://orcid.org/0000-0002-8872-7188>

Biólogo de la Pontificia Universidad Javeriana y magíster en Ciencias Agrarias con énfasis en Entomología de la Universidad Nacional de Colombia. Doctor en Ciencias e Ingeniería del Medio Ambiente de la École nationale supérieure des mines de Saint-Etienne, Francia. Actualmente es Investigador Ph. D. Sénior de Agrosavia. Cuenta con experiencia en la búsqueda, aislamiento, caracterización y evaluación en laboratorio y campo de microorganismos entomopatógenos (virus, hongos, bacterias) formulados o sin formular sobre diferentes especies de artrópodos plaga de interés agropecuario. Tiene experiencia en control microbiológico de polillas de la papa y tomate *Tecia solanivora*, *Phthorimaea operculella* y *Tuta absoluta*; moscas blancas *Bemisia tabaci* y *Trialeurodes vaporariorum* en hortalizas, algodón y soya; polillas Noctuidae como *Spodoptera frugiperda*, *Helicoverpa zea*, *Chloridea virescens*; crisomélidos de la soya como *Cerotoma tingomariana*; picudos de la papa y algodón *Premnotrypes vorax* y *Anthonomus grandis*; barrenadores de la caña *Diatraea* spp., y langostas acrídidos como *Rhammatocerus schistocercoides*, entre otros. También tiene experiencia en cría de insectos y en determinación de efectos de bioplaguicidas sobre artropofauna benéfica.



## Carlos Felipe González Chavarro

[cfgonzalez@agrosavia.co](mailto:cfgonzalez@agrosavia.co)

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

Ingeniero agrónomo de la Universidad de los Llanos y magíster en Fisiología Vegetal de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, con diplomado en Extensión Rural de la Universidad Nacional de Colombia. Pertenece al grupo de investigación Raíces del Futuro, de Agrosavia. Tiene experiencia en cultivos frutales, transitorios y agroindustriales, y ha participado en proyectos de investigación con énfasis en fisiología de cultivos, caracterización genotípica-fenotípica con marcadores moleculares, fitotecnia de cultivos, modelos productivos, planes de vinculación, determinación de indicadores ambientales y de sostenibilidad, y estimación de la adopción y el impacto de ofertas tecnológicas.

## Diana Paola Serralde Ordóñez

[dserralde@agrosavia.co](mailto:dserralde@agrosavia.co)

<https://orcid.org/0000-0001-6422-5071>

Profesional en Ecología de la Pontificia Universidad Javeriana y magíster en Ciencias-Geofísica de la Universidad Nacional de Colombia. Tiene experiencia en la relación planta-microorganismo-ambiente, especialmente en la simbiosis con hongos formadores de micorrizas arbusculares y su respuesta nutricional en diferentes cultivos de interés agrícola y forestal. Ha participado en la evaluación de la capacidad de estos microorganismos como potenciales biocontroladores de enfermedades fitosanitarias,

como el ataque por *Fusarium oxysporum* en uchuva, y como biorremediadores, por su capacidad para inmovilizar metales pesados en plantas de cacao y arroz. Adicionalmente, ha participado en la evaluación de la aplicación de métodos geofísicos en la agricultura como alternativas de bajo impacto para la prospección del subsuelo. Actualmente se desempeña como Investigadora Máster del Centro de Investigación Tibaitatá de Agrosavia.

## Elizabeth Lagos Burbano

[elizalagosb@hotmail.com](mailto:elizalagosb@hotmail.com)

<https://orcid.org/0000-0002-5098-9908>

Zootecnista, especialista en Producción de Recursos Alimentarios para Especies Pecuarias y magíster en Ciencias Agrarias de la Universidad de Nariño. Docente catedrático de la Universidad de Nariño. Integrante del grupo de investigación Producción de Frutales Andinos de la Universidad de Nariño. Investigadora MSc del Centro de Investigación Obonuco de Agrosavia, vinculada a los proyectos: “Modelos de adaptación y prevención agroclimática-MAPA en los departamentos de Nariño y Cauca en los sistemas productivos de ganadería de leche y doble propósito” y “Fortalecimiento del sector panelero mediante la investigación agrícola y agroindustrial en el departamento de Nariño”, así como en la valoración de los subproductos de la agroindustria panelera con fines de alimentación animal y nutrición vegetal. En la actualidad lidera un proyecto de investigación docente de la Vicerrectoría de Investigaciones de la Universidad de Nariño y forma parte del equipo técnico del

proyecto “Estudio de sistemas de cultivo asociados a los frutales andinos”, como estrategia innovadora para la reactivación económica de los municipios de Sandoná, Ipiales, La Florida, Arboleda, Providencia y El Peñol, del departamento de Nariño (Fundasurco).

### **Erika Paola Igua Urbano**

[eigua@agrosavia.co](mailto:eigua@agrosavia.co)  
<https://orcid.org/0000-0001-8766-0236>

Ingeniera agrónoma de la Universidad de Nariño. Tiene habilidades en las áreas de producción y manejo integrado de cultivos de clima medio y frío, manejo integrado de plagas y diferenciación morfológica de insectos plaga con énfasis en el perforador de la caña de azúcar *Diatraea* spp. (Lepidoptera:Crambidae). Profesional de apoyo a la investigación de Agrosavia, Centro de Investigación Obonuco.

### **Gonzalo Alfredo Rodríguez Borray**

[grodriguez@agrosavia.co](mailto:grodriguez@agrosavia.co)  
<https://orcid.org/0000-0001-6261-7418>

Economista agrario e ingeniero agrónomo de la Universidad Nacional de Colombia. Magíster en Ciencias Económicas de la Universidad de los Andes y candidato a doctor en Agroecología de la Universidad Nacional de Colombia. Colíder del grupo de investigación Innovación Tecnológica de Procesos Agroindustriales para el Desarrollo Rural y miembro del Comité Científico de la Red de Innovación en Raíces y Tubérculos de Agrosavia. Actualmente es líder de los proyectos de diseño de metodologías de evaluación

de impacto *ex ante* para la formulación de proyectos de I+D+i, análisis socioeconómico y técnico de las cadenas agroindustriales de caña de azúcar para panela y de achira y de sistemas de producción de especies andinas autóctonas, así como coejecutor en los proyectos de balance social de Agrosavia y análisis institucional de la cultura de impacto, en conjunto con Cirad y Embrapa.

### **Jacqueline Lucia Gavilanes Bravo**

[jgavbravo1@gmail.com](mailto:jgavbravo1@gmail.com)  
<https://orcid.org/0000-0001-5893-3928>

Ingeniera agroindustrial de la Universidad de Nariño y especialista en Ecología con énfasis en Gestión Ambiental de la Universidad de Nariño. Tiene experiencia en extensión agropecuaria, acompañamiento a productores y organizaciones de productores en formulación, así como en la coordinación y ejecución de proyectos agropecuarios. Ha participado en la formulación y ejecución de proyectos de investigación agrícola en el área de cultivos transitorios en Agrosavia.

### **Jader Rodríguez Cortina**

[jrodriguez@agrosavia.co](mailto:jrodriguez@agrosavia.co)  
<https://orcid.org/0000-0002-5346-092X>

Ingeniero agroindustrial de la Universidad del Atlántico. Magíster en Ciencia e Ingeniería de los Alimentos, magíster en Gestión y Seguridad Alimentaria y doctor en Ciencia, Tecnología y Gestión Alimentaria de la Universitat Politècnica de València. Investigador PhD Asociado de Agrosavia, Centro de Investigación Tibaitatá. Ha realizado análisis de los procesos agroalimentarios

con el objetivo de abordar su optimización energética y productiva. Tiene experiencia en simulación y control de procesos agroalimentarios; procesos de secado y calidad de alimentos deshidratados; extracción con fluidos supercríticos; aplicación de ultrasonidos de potencia en procesos agroalimentarios; desarrollo y escalamiento de procesos agroalimentarios, y análisis funcional en matrices alimentarias y sus cambios asociados con diferentes etapas de procesamiento industrial.

### Juan Carlos Ángel

[fitopa-3@cenicana.org](mailto:fitopa-3@cenicana.org)

<https://orcid.org/0000-0003-1536-9938>

Ingeniero agrónomo de la Universidad Nacional de Colombia, sede Palmira, y magíster en Protección de Cultivos de la Universidad de Puerto Rico, recinto de Mayaguez. Ha trabajado en la implementación de técnicas de purificación, producción de antisueros, extracción de ARN e inoculación de virus, extracción de ADN de bacterias y hongos, y evaluación patológica de los diferentes estados de selección de las nuevas variedades Cenicaña Colombia (CC). Actualmente lidera el área de Fitopatología de Cenicaña en los proyectos de investigación de manejo sanitario del cultivo, manejo epidemiológico de las principales enfermedades de caña de azúcar y los servicios de diagnóstico de enfermedades, multiplicación y propagación de variedades e inspección fitopatológica en campo y laboratorio de Cenicaña, al igual que el manejo de las estaciones de cuarentena abierta y cerrada para caña de azúcar en Colombia; apoya a diferentes entidades del subsector panelero. Es

miembro activo y de la junta directiva de la Asociación Colombiana de Fitopatología y Ciencias Afines (Ascolfi).

### Juan Leonardo Cardona Iglesias

[jlcardona@agrosavia.co](mailto:jlcardona@agrosavia.co)

<https://orcid.org/0000-0001-5225-8108>

Zootecnista y magíster en Ciencias Animales con énfasis en Sistemas Sostenibles de Producción Animal de la Universidad de Antioquia. Integrante del grupo de investigación Microbiología y Nutrición Animal del Trópico de Agrosavia. Tiene experiencia en investigación en nutrición animal; manejo de pasturas y forrajes; establecimiento, manejo y uso de sistemas silvopastoriles, y evaluación de estrategias nutricionales para la mitigación de gases de efecto invernadero en sistemas pastoriles. Es docente universitario y trabaja en proyectos de extensión con comunidades campesinas e indígenas. Actualmente investiga en las áreas de ganadería de leche, implementación de estrategias nutricionales en especies pecuarias, pastos y forrajes, y sistemas alternativos de producción ganadera.

### Juan Vicente Romero

[jvromero@agrosavia.co](mailto:jvromero@agrosavia.co)

<https://orcid.org/0000-0002-4857-608X>

Ingeniero agrónomo, magíster en Ciencias Agrarias con énfasis en el Mejoramiento de Plantas y doctor en Genética y Mejoramiento. Ha participado en proyectos de conservación y evaluación de germoplasma de café, búsqueda de fuentes de resistencia a la Broca *Hypothenemus hampei* (Ferrari),

evaluación de híbridos interespecíficos, citogenética y desarrollo de variedades. Sus trabajos recientes incluyen estudios de aplicación de la selección genómica en *C. arabica*. Tiene conocimientos en el diseño experimental de campo, diseños genéticos y modelos biométricos aplicados al mejoramiento. Actualmente realiza trabajos en arveja y achira con el propósito de evaluar germoplasma y desarrollar variedades con tolerancia a factores bióticos.

### **Julio Ramírez Durán**

[jramirezd@agrosavia.co](mailto:jramirezd@agrosavia.co)  
<https://orcid.org/0000-0002-3385-5748>

Ingeniero agrónomo y magíster en Desarrollo Rural de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Cuenta con experiencia en procesos de investigación en varias especies agrícolas de importancia social y económica para Colombia, especialmente en la producción de semilla de calidad. Asimismo, tiene experiencia en procesos de transferencia de tecnología y asistencia técnica, además de capacidad y trayectoria nacional en la coordinación y liderazgo de equipos técnicos y proyectos de investigación. Actualmente es jefe del Departamento de Semillas y líder del Plan Nacional de Semillas de Agrosavia.

### **Lucio Exequiel España Pantoja**

[luces6412@yahoo.es](mailto:luces6412@yahoo.es)  
<https://orcid.org/0000-0003-1135-7710>

Ingeniero agrónomo de la Universidad de Nariño. Tiene experiencia para asesorar, administrar y optimizar sistemas de

producción agrícola sostenible en el área de cultivos transitorios. Ha participado en la formulación y ejecución de proyectos de investigación agrícola en el área de cultivos transitorios en Agrosavia.

### **Luis Hernando Narváez Morales**

[hernandonarvaezm@gmail.com](mailto:hernandonarvaezm@gmail.com)  
<https://orcid.org/000-0002-7687-6602>

Ingeniero agrónomo de la Universidad de Nariño y especialista en Gestión de Proyectos de la Universidad Minuto de Dios. Es asistente técnico de Fedepanela desde el año 2004.

### **Luz Esperanza Prada Forero**

[lprada@agrosavia.co](mailto:lprada@agrosavia.co)  
<https://orcid.org/0000-0002-2875-6526>

Especialista en Educación con Nuevas Tecnologías de la Información y Comunicación de la Universidad Autónoma de Bucaramanga y magíster en Ingeniería Química de la Universidad Industrial de Santander. Cuenta con experiencia en docencia universitaria y en investigación, específicamente en la caracterización y desarrollo interinstitucional e interdisciplinario de tecnologías de proceso, análisis y normas para el mejoramiento de la calidad e inocuidad de la panela y el bocado, así como en el uso de guayaba y caña de azúcar en nuevos productos agroindustriales. Es integrante de los grupos de investigación Innovación Tecnológica de Procesos Agroindustriales para el Desarrollo Rural e Investigación en Frutas del Trópico. Actualmente se desempeña como Investigadora Máster Sénior

del Centro de Investigación Tibaitatá sede Cimpa de Agrosavia.

### **Magda Liliana Murcia Pardo**

[lmurcia@fedepanela.org.co](mailto:lmurcia@fedepanela.org.co)  
<https://orcid.org/0000-0002-9432-9303>

Ingeniera agrónoma y magíster en Desarrollo Rural de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Actualmente es directora nacional del área técnica de Fedepanela. Directora técnica del gremio de semillas Acosemillas. Tiene experiencia en investigación y transferencia de tecnología en Agrosavia-Cimpa, principalmente en la agroindustria de caña panelera y guayaba, donde se destaca el trabajo en la introducción y validación de variedades de caña de azúcar, manejo agronómico y el establecimiento del sistema de producción de semilla de caña a partir de yemas para el sector panelero.

### **María Margarita Ramírez Gómez**

[mmramirez@agrosavia.co](mailto:mmramirez@agrosavia.co)  
<https://orcid.org/0000-0002-7407-7321>

Ingeniera agrónoma de la Universidad Nacional de Colombia, MPhil en Microbiología de Suelos de la University of Wales, Reino Unido, y doctora en Biotecnología de la Universidad Nacional de Colombia. Tiene amplia experiencia en el estudio de la simbiosis con rizobios y hongos formadores de micorrizas arbusculares. Sus investigaciones parten del aislamiento, identificación y selección de las mejores interacciones planta microorganismos en laboratorio, invernadero y campo. Igualmente, ha liderado

la formulación, escalamiento, registro y venta de siete bioproductos basados en microorganismos benéficos. Ha participado en numerosos proyectos de investigación, y en la conformación, coordinación y puesta en marcha de los programas nacionales de Manejo Integrado de Suelos y Aguas, de Recursos Biofísicos y en el Banco de Germoplasmas de Microorganismos con Interés en Biofertilización, así como en la Escuela de Pensamiento en Agricultura Tropical. Es la creadora y líder del grupo de investigación Raíces del Futuro. Actualmente se desempeña como Investigadora PhD Sénior del Centro de Investigación Tibaitatá de Agrosavia.

### **Sonia Mercedes Polo-Murcia**

[spolo@agrosavia.co](mailto:spolo@agrosavia.co)  
<https://orcid.org/0000-0001-9362-4717>

Ingeniera química de la Universidad de América y magíster en Economía de la Universidad de los Andes. Integrante de dos grupos de investigación reconocidos por Minciencias: Ecología y Agricultura Inteligente para la Sostenibilidad y Competitividad de los Sistemas de Producción en el Trópico, categorizado en A, e Innovación Tecnológica de Procesos Agroindustriales para el Desarrollo Rural, categorizado en A1. Tiene experiencia en análisis microeconómico de tecnologías agrícolas (sistemas de riego y drenaje, maquinaria de procesos agroindustriales), eficiencia técnica, costos de producción, análisis de precios y estudios de cadena de valor, en particular de la agroindustria panelera, papa y hortalizas. Ha participado en proyectos de investigación asociados con indicadores ambientales y de sostenibilidad. Actualmente integra el

equipo de trabajo del proyecto “Modelamiento espacial de cultivos e implementación de procesos de optimización agroeconómica en áreas de interés regional con inclusión de modelos hidro-económicos”.

### **Yeison Mauricio Quevedo Amaya**

[ymquevedo@cenicana.org](mailto:ymquevedo@cenicana.org)

<https://orcid.org/0000-0001-5352-931X>

Ingeniero agrónomo de la Universidad del Tolima y magíster en Ciencias Agrarias-Fisiología de Cultivos de la Universidad

Nacional de Colombia. Es parte de dos grupos de investigación: Agricultura Específica por Sitio y Ecología, y Agricultura Inteligente para la Sostenibilidad y Competitividad de los Sistemas de Producción en el Trópico. Ha participado en proyectos de investigación de fisiología de la producción, tolerancia al estrés abiótico, fisiología aplicada a la agricultura de precisión, manejo integrado de malezas y mejoramiento genético, en cultivos como caña de azúcar, cultivos semestrales y frutales. Actualmente se encuentra vinculado al Programa de Agronomía de Cenicaña como fisiólogo.





## **Mayor información**

**Correo institucional:**  
atencionalcliente@agrosavia.co

**Teléfono conmutador:**  
(+571) 4227300

**Línea de atención nacional gratuita:**  
01 8000 121515

<https://www.agrosavia.co/>