



Correo: [bac@corpoica.org.co](mailto:bac@corpoica.org.co)  
Teléfono: (57 1) 4 227300 ext. 1257 o 1274  
Skype: biblioteca.agropecuaria

**DISTRIBUCIÓN GRATUITA  
PROHIBIDA SU VENTA**



[www.corpoica.org.co](http://www.corpoica.org.co)

ISBN: 978-958-740-204-9



Manejo agronómico del cultivo de la caña de azúcar para panela de Antioquia



## Manejo agronómico del cultivo de la caña de azúcar para panela de Antioquia

# **Manejo agronómico del cultivo de la caña de azúcar para panela en Antioquia**

**Juan Gonzalo López Lopera**

Licenciado en Educación Agroambiental y Ciencias Naturales, Corpoica  
CI La Selva. Rionegro, Antioquia  
[jglopez@corpoica.org.co](mailto:jglopez@corpoica.org.co)

**Bogotá, Colombia 2015**

López Lopera, Juan Gonzalo. / Manejo agronómico del cultivo de la caña de azúcar para panela en Antioquia. Bogotá (Colombia): Corpoica, 2015. 100 p.

**Palabras clave:**

Panela, *Saccharum officinarum*, Caña de azúcar, Manejo del cultivo, Cosecha, Escarda, Control de plagas, Control de enfermedades, Antioquia (Colombia)

Esta publicación es resultado del contrato SS 1800.34 celebrado entre el departamento de Antioquia y la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica).



Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria - Corpoica -  
Línea de atención al cliente: 018000121515  
[atencionalcliente@corpoica.org.co](mailto:atencionalcliente@corpoica.org.co)

[www.corpoica.org.co](http://www.corpoica.org.co)

ISBN: 978-958-740-204-9  
Primera edición: Diciembre 2015  
Tiraje: 1.000  
Editora: Liliana Gaona García

Impreso por Carvajal Soluciones de Comunicación S.A.S.  
Impreso en Colombia  
Printed in Colombia

**DISEÑO&DIAGRAMACIÓN**

Oficina Asesora de Comunicaciones, Identidad y Relaciones Corporativas // **Corpoica**

La publicación puede ser reproducida parcialmente para fines no comerciales, siempre y cuando se cite la fuente.



# Contenido

|  |    |
|--|----|
| Agradecimientos                                    | 12 |
| Presentación                                       | 15 |
| Introducción                                       | 16 |
| Capítulo I   |    |
| Condiciones agroecológicas                         | 17 |
| Capítulo II  |    |
| Programación y planeación                          | 19 |
| Capítulo III                                       |    |
| Suelos   | 21 |
| Capítulo IV  |    |
| Labores de adecuación y preparación del terreno    | 22 |
| Capítulo V   |    |
| Semilleros de caña de azúcar para la zona panelera | 24 |
| Capítulo VI  |    |
| Semillas utilizadas                                | 32 |
| Capítulo VII                                       |    |
| Siembra comercial de la caña de azúcar para panela | 34 |
| Capítulo VIII                                      |    |
| Métodos de siembra                                 | 36 |

|  |    |
|--|----|
| Capítulo IX  |    |
| Resiembras   | 41 |
| Capítulo X   |    |
| Uso de los cultivos intercalados con caña de azúcar para panela  | 43 |
| Capítulo XI  |    |
| Control de malezas   | 45 |
| Capítulo XII   |    |
| Fertilización  | 48 |
| Capítulo XIII  |    |
| Plagas más importantes de la caña de azúcar para panela  | 57 |
| Barrenador de la caña de azúcar ( <i>Diatraea</i> spp.)  | 58 |
| Cucarrón de invierno ( <i>Podischnus agenor</i> Olivier)   | 60 |
| Picudo rayado de la caña ( <i>Metamasius hemipterus</i> ) y picudo negro de la caña ( <i>Rynchophorus palmarum</i> ) | 61 |
| Barrenador gigante de la caña de azúcar o gusano tornillo ( <i>Telchin licus Drury</i> )                             | 63 |
| Insectos defoliadores y chupadores   | 64 |
| Capítulo XIV   |    |
| Enfermedades más importantes de la caña de azúcar para panela  | 65 |
| Muermo rojo ( <i>Colletotrichum falcatum</i> Went)   | 65 |

|  |    |
|--|----|
| Mal de piña ( <i>Ceratocystis paradoxa</i> (Dade) Moreau)                    | 66 |
| Mancha de anillo ( <i>Leptosphaeria sacchari</i> van Breda de Haan)          | 67 |
| Raquitismo de la soca ( <i>Leifsonia xyli</i> subsp. <i>xyli</i> )           | 68 |
| Carbón de la caña ( <i>Sporisorium scitamineum</i> )                         | 69 |
| Otras enfermedades   | 71 |
| <b>Capítulo XV</b>   |    |
| Cosecha de la caña   | 72 |
| <b>Capítulo XVI</b>  |    |
| Factores que influyen en los rendimientos y calidades de la caña y la panela | 75 |
| <b>Capítulo XVII</b>   |    |
| Sistemas de corte  | 77 |
| <b>Capítulo XVIII</b>  |    |
| Labores poscosecha   | 81 |
| <b>Capítulo XIX</b>  |    |
| Sistemas agroforestales en el cultivo de la caña de azúcar para panela       | 85 |
| Conclusiones y recomendaciones   | 95 |
| Bibliografía   | 96 |

# Índice de figuras

|                  |  |           |
|------------------|--|-----------|
| <b>Figura 1</b>  | Condiciones agroecológicas óptimas para la siembra de la caña de azúcar para panela                    | <b>18</b> |
| <b>Figura 2</b>  | Consideraciones a tener en cuenta para la planeación del cultivo de caña                               | <b>19</b> |
| <b>Figura 3</b>  | Trazado del lote, utilizando curvas a nivel e intercalando especies forestales                         | <b>23</b> |
| <b>Figura 4</b>  | Ejemplo del número de surcos y producción de semilla de un semillero de un área de 1000 m <sup>2</sup> | <b>24</b> |
| <b>Figura 5</b>  | Características de una buena variedad de caña de azúcar  | <b>25</b> |
| <b>Figura 6</b>  | Variedades de caña más importantes para la producción de panela en Colombia                            | <b>27</b> |
| <b>Figura 7</b>  | Esquema de una hectárea de caña y su productividad de semilla  | <b>29</b> |
| <b>Figura 8</b>  | Esquema ideal del tamaño y número de yemas de una semilla de caña                                      | <b>31</b> |
| <b>Figura 9</b>  | Semilla de cogollo   | <b>33</b> |
| <b>Figura 10</b> | Características de la semilla de semilleros  | <b>33</b> |
| <b>Figura 11</b> | Distancia entre surcos para la siembra comercial de caña   | <b>34</b> |
| <b>Figura 12</b> | Densidad de yemas por metro lineal   | <b>35</b> |
| <b>Figura 13</b> | Siembra a chorrillo sencillo   | <b>36</b> |
| <b>Figura 14</b> | Siembra a chorrillo con traslape   | <b>37</b> |
| <b>Figura 15</b> | Siembra a chorrillo doble  | <b>37</b> |
| <b>Figura 16</b> | Siembra de cogollo individual  | <b>38</b> |
| <b>Figura 17</b> | Siembra de cogollo en cruz o en X tecnificado  | <b>39</b> |

|                  |  |           |
|------------------|--|-----------|
| <b>Figura 18</b> | Siembra en cajuelas  | <b>39</b> |
| <b>Figura 19</b> | Orientación de las yemas en la siembra   | <b>40</b> |
| <b>Figura 20</b> | Siembra con plantas pregerminadas  | <b>42</b> |
| <b>Figura 21</b> | Arreglo para la siembra de maíz-fríjol intercalados con el cultivo de caña   | <b>44</b> |
| <b>Figura 22</b> | Control de malezas en el cultivo de caña   | <b>45</b> |
| <b>Figura 23</b> | Control de malezas con selector  | <b>46</b> |
| <b>Figura 24</b> | Recomendaciones para la aplicación de fertilizantes  | <b>54</b> |
| <b>Figura 25</b> | Composterías en cajones y pilas.   | <b>56</b> |
| <b>Figura 26</b> | a. De izquierda a derecha larvas de: <i>D. saccharalis</i> , <i>D. tabernella</i> , <i>D. indigenella</i> y <i>D. busckella</i> . b y c. Especies de <i>Diatraea</i> spp. y daño causado por el barrenador | <b>59</b> |
| <b>Figura 27</b> | Cucarrón de invierno   | <b>60</b> |
| <b>Figura 28</b> | Trampa de guadua para captura de cucarrón de invierno y picudos  | <b>61</b> |
| <b>Figura 29</b> | Picudos rayado y negro de la caña  | <b>62</b> |
| <b>Figura 30</b> | Gusano tornillo.   | <b>63</b> |
| <b>Figura 31</b> | Muermo rojo asociado al daño del barrenador ( <i>Diatraea</i> spp.).   | <b>66</b> |
| <b>Figura 32</b> | Tallos afectados por mal de piña   | <b>66</b> |
| <b>Figura 33</b> | Hojas afectadas por mancha de anillo   | <b>67</b> |
| <b>Figura 34</b> | Tallos afectados por raquitismo de la soca   | <b>68</b> |



|                  |   |           |
|------------------|---|-----------|
| <b>Figura 35</b> | Síntoma del carbón de la caña                               | <b>70</b> |
| <b>Figura 36</b> | Otras enfermedades que afectan al cultivo de caña de azúcar | <b>71</b> |
| <b>Figura 37</b> | Forma de tomar el °Brix en un tallo de caña                 | <b>74</b> |
| <b>Figura 38</b> | Factores que influyen en la cosecha de la caña              | <b>76</b> |
| <b>Figura 39</b> | Lotes debidamente identificados con números o nombres       | <b>80</b> |
| <b>Figura 40</b> | Forma de realizar el encalle                                | <b>82</b> |
| <b>Figura 41</b> | Labores poscosecha en corte por desguíe o entresaque        | <b>83</b> |
| <b>Figura 42</b> | Formas para realizar las podas en especies aglutinantes     | <b>87</b> |
| <b>Figura 43</b> | Formas de aprovechamiento de las especies aglutinantes      | <b>88</b> |
| <b>Figura 44</b> | Sistema caña, especies forestales de madera valiosa         | <b>89</b> |
| <b>Figura 45</b> | Sistema caña, especies forrajeras como fuente de proteína   | <b>90</b> |
| <b>Figura 46</b> | Bosque leñero   | <b>92</b> |
| <b>Figura 47</b> | Siembra en franjas de cultivos transitorios y permanentes   | <b>93</b> |

# Índice de tablas

|                |  |           |
|----------------|--|-----------|
| <b>Tabla 1</b> | Estimativos para los niveles bajo, medio y alto según los niveles críticos tentativos en materia orgánica, fósforo, potasio, calcio, magnesio y pH | <b>49</b> |
| <b>Tabla 2</b> | Recomendaciones de nitrógeno, fósforo y potasio según niveles críticos   | <b>50</b> |
| <b>Tabla 3</b> | Recomendaciones usando fertilizantes compuestos  | <b>51</b> |
| <b>Tabla 4</b> | Recomendaciones usando fuentes simples   | <b>51</b> |
| <b>Tabla 5</b> | Recomendaciones de cantidades de fertilizantes por metro lineal de acuerdo con la distancia de siembra   | <b>52</b> |
| <b>Tabla 6</b> | Ejemplos de °Brix tomados con el refractómetro y su índice de maduración respectivo  | <b>73</b> |
| <b>Tabla 7</b> | Periodo vegetativo de las variedades de caña de acuerdo a la altura sobre el nivel del mar   | <b>76</b> |
| <b>Tabla 8</b> | Formato para el registro de actividades varias   | <b>84</b> |
| <b>Tabla 9</b> | Formato para inventario de insumos   | <b>84</b> |



## Agradecimientos

El autor expresa su gratitud a Juan Lucas Restrepo Ibiza, director ejecutivo de Corpoica; María del Rosario Cabo Andrade, jefe de la Oficina de Comunicaciones, Identidad y Relaciones Corporativas y a Francisco Ceballos Bermúdez, director del Centro de Investigación La Selva, por el respaldo institucional y apoyo administrativo a las actividades realizadas.

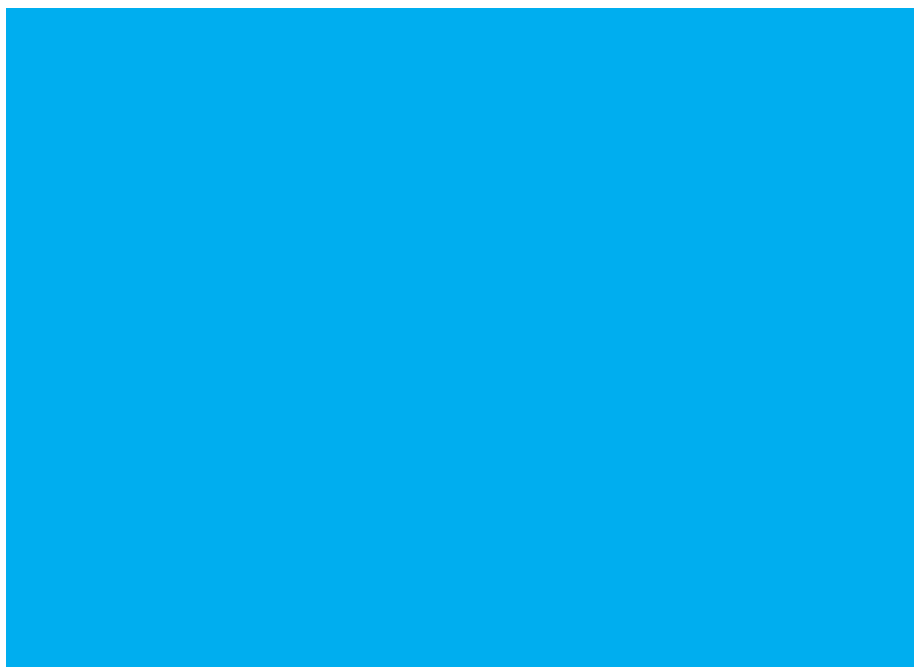
A la Gobernación de Antioquia a través de su Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural en cabeza de su secretario, Diego Miguel Sierra Botero, que cofinanció el proyecto “Capacitación en el cultivo de la caña panelera a 22 grupos comunitarios del departamento de Antioquia” con énfasis en buenas prácticas agrícolas. Un agradecimiento también para María Isabel Varela Jaramillo de la Unidad de Desarrollo Rural y Gloria Bibiana Escobar Escobar de la Unidad Regional de Planificación Agropecuaria (URPA), por el apoyo técnico y financiero que permitió la publicación de este documento.

A todos los cañicultores, integrantes de los grupos comunitarios que participaron en las capacitaciones e implementación de tecnologías que les permitieron mejorar sus cultivos y procesos. El desarrollo de estas actividades logró consolidar un intercambio de experiencias y conocimientos entre los diferentes miembros de la cadena agroindustrial de la caña panelera.

Mención especial al ingeniero agrónomo e investigador Jaime Horacio López Hoyos, quien hizo parte del equipo de capacitadores, por los aportes realizados; y al coordinador de Innovación Regional de Corpoica, Jaime Lozano Fernández, por el apoyo en la revisión de esta publicación.

A los colegas de la Federación Nacional de Productores de Panela, seccional Antioquia: Dinora Patricia Bedoya Vergara, Jaime Alberto Echeverri Acevedo, Jorge Eliécer Quintana, Albeiro Escobar Bedoya, Joaquín Emilio Valencia Tuberquia y Yelen Orlando Cano.

A los compañeros de la Oficina Asesora de Comunicaciones, Identidad y Relaciones Corporativas de Corpoica, CI La Selva, Nilsen Anvary Sánchez Garzón y Ruth Estella Torres Restrepo. Igualmente, a Mauricio Londoño Bonilla y Giovanni Parra González por el apoyo al proyecto y a la edición de esta cartilla. A las auxiliares administrativas Alba Mery Escobar Aguirre y Martha Eugenia Gallego Echeverri, por el apoyo administrativo en la ejecución del proyecto.





## Presentación

Esta publicación presenta aspectos básicos para el manejo del cultivo de caña panelera bajo los esquemas de las buenas prácticas agrícolas (BPA). Se comparten experiencias y trabajos de especialistas de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica), el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), el Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia (Cenicaña), la Federación Nacional de Productores de Panela (Fedepanela), la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural de Antioquia y de productores exitosos.

Este material pretende ser una herramienta de consulta, donde se podrá encontrar una serie de prácticas sobresalientes de fácil implementación en el cultivo de la caña de azúcar para la producción de panela. El objetivo es mejorar la productividad del sector, enmarcado en la gestión de desarrollo rural y la política pública del fortalecimiento del campo colombiano.

Según el Acuerdo Regional de Competitividad de la Cadena Agroindustrial de la Caña Panelera (Secretaría de Agricultura... 2002), Antioquia es el departamento de mayor consumo de panela en el país con 40 kg por habitante al año. Cuenta, además, con 18.000 productores de caña y 3.122 trapiches que generan 39.000 empleos permanentes y 135.000 ocasionales que corresponden a 6,7 % del PIB agrícola regional.

En Antioquia, actualmente están sembradas 40.230 ha, con una producción anual de 159.294 toneladas de panela y un rendimiento de 4,07 t/ha, que está por debajo del promedio nacional de 6,07 t/ha.

Según cifras de la FAO (1998-2002) citadas por Osorio (2007), 25 países del mundo producen panela. El primero es la India con 86 % de la producción mundial y el segundo, Colombia con 13,9 %.





## Introducción

Para el departamento de Antioquia y en general para el país, tanto el cultivo como la agroindustria de la caña de azúcar para panela tienen una alta importancia social y económica. Además de ser una de las principales actividades agrícolas, la caña de azúcar es un alimento fundamental en la dieta de la mayoría de la población colombiana.

Si bien Antioquia produce volúmenes significativos de panela, no alcanza a abastecer la demanda interna debido a la falta de competitividad y a otros factores como bajos rendimientos en el cultivo, utilización de prácticas de manejo no adecuadas, bajas extracciones en el molino, instalaciones y hornillas con muchas limitaciones, deficiente calidad y falta de valor agregado en el producto final. Por ello, una parte de la panela que se consume en el departamento proviene de otras regiones del país.

Según el Acuerdo Regional de Competitividad de la Cadena Agroindustrial de la Caña Panelera (Secretaría de Agricultura... 2002), 68,9% de los productores en el departamento son propietarios de la tierra, mientras que 31,9% producen bajo el sistema de aparcería. En general, el panorama económico se resume a una adopción de tecnología muy baja. Se destaca el municipio de Frontino y algunas fincas ubicadas en otras subregiones paneleras del departamento, como el suroeste, nordeste y occidente, por su adopción de tecnología y altos rendimientos.

Teniendo como contexto la problemática que ocasiona una disminución notoria en el rendimiento en caña, panela y consumo en general, es necesario cambiar la visión del negocio, mejorar la competitividad, determinar nuevas presentaciones de panela, utilizar la caña para otros usos y explorar nuevos mercados, entre otras alternativas.

Las acciones mencionadas se pueden lograr mediante procesos de capacitación y acompañamiento en nuevas prácticas de cultivo, que han sido validadas en otras zonas paneleras con resultados positivos, como la adopción de nuevos sistemas de siembra, corte por parejo, uso de variedades mejoradas con alto contenido de sacarosa, fertilización con base en análisis de suelos, prácticas de renovación, cosecha a partir del índice de maduración, entre otros.

## Capítulo I

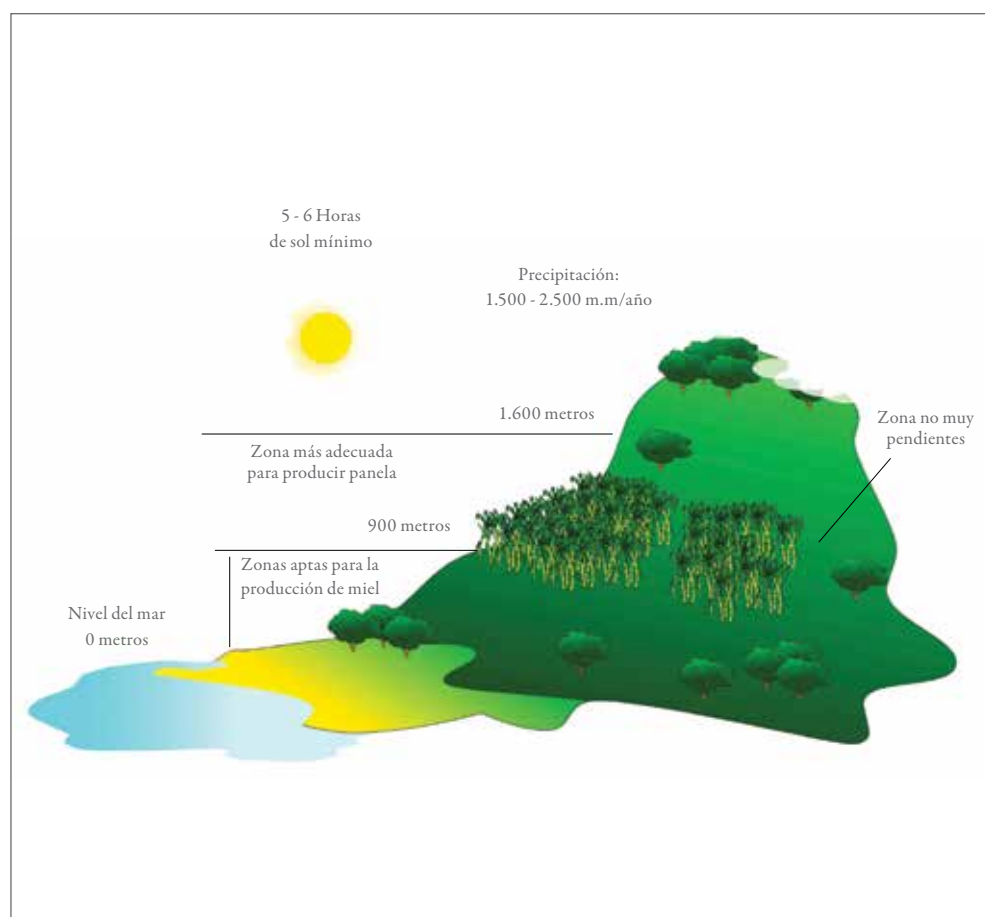
# Condiciones agroecológicas

Un principio básico para lograr una buena producción es la identificación de áreas aptas para el cultivo, según las condiciones agroecológicas óptimas requeridas para el mismo.

La caña se debe sembrar, en lo posible, en lotes con pendiente moderada. La caña es un cultivo que ayuda a proteger el suelo, por la barrera natural que forman sus cepas y la cobertura que realizan las hojas al caer. Un lote con alta pendiente es menos productivo y las labores exigen mayor esfuerzo físico de trabajadores y animales (mulas, caballos). Las zonas de ladera brindan la posibilidad de construir sistemas de cable para el transporte de insumos y la producción de caña.

Según López y Osorio (2000), la caña panelera se puede sembrar desde el nivel del mar hasta los 1.800 metros; la altitud más recomendable oscila entre los 900 y 1.600 msnm, zona agroecológica en la cual se obtienen mayores producciones, rendimientos y calidad de panela. La caña de azúcar requiere de días muy luminosos, con mínimo cuatro horas de sol al día; en ocasiones, cuando el cielo está muy nublado, los rendimientos del cultivo se reducen y el período de cosecha se alarga (Buenaventura 1981a). La caña necesita para su desarrollo 1.500 mm de precipitación por año, bien distribuidos a lo largo de su ciclo vegetativo; la etapa de macollamiento (primeros estados de desarrollo) es el período más crítico (Buenaventura 1981a).

La temperatura óptima para el cultivo se encuentra entre 26 y 32 °C en el día y entre 13 y 17 °C en la noche; esta oscilación de temperatura entre el día y la noche es muy importante para que haya buena concentración de sacarosa y la panela tenga buen grano y color. Con relación a los vientos, se debe tener precaución, pues si son muy fuertes pueden tumbar el cultivo, con altas pérdidas económicas (que pueden llegar hasta un 40 %). La humedad relativa debe ser alrededor de 75 %; cuando es más alta (90 %-95 %), puede haber mayor proliferación de enfermedades, causadas por hongos (Buenaventura 1981a) (figura 1).



**Figura 1.** Condiciones agroecológicas óptimas para la siembra de la caña de azúcar para panela.

Fuente: Elaboración propia

## Capítulo II

# Programación y planeación

La programación y planeación consiste en pensar anticipadamente qué, cómo, cuándo y con qué se hará; es decir, se debe tener muy claro cuáles son las labores que se van a realizar en el cultivo, qué insumos se deben conseguir y diseñar un formato de registro de esta información (tabla 7). Ejemplo: se va a sembrar el lote La Cruz, el cual tiene “tal área”, “está en rastrojo”; luego hay que tomar la muestra de suelos, y anotar cuántos jornales se necesitan para su preparación y siembra, cómo se va abonar, cuánto fertilizante se va a necesitar, cuánta semilla, etc. (figura 2).



**Figura 2.** Consideraciones a tener en cuenta para la planeación del cultivo de caña.  
Fuente: Elaboración propia



En la programación y planeación, también se deben tener en cuenta las condiciones meteorológicas y ambientales —horas de sol, temperatura, humedad relativa, precipitación (distribución e intensidad) y vientos—, las cuales en su momento inciden en la productividad del cultivo.

Asimismo, en el lote se debe considerar su relieve, topografía, vías de acceso, distancia al trapiche, disponibilidad de la mano de obra, la época de siembra (especialmente en caso de no disponer de sistema de riego), el transporte de los insumos, entre otros.

Entonces, señor cultivador de caña, la programación y planificación no es difícil, es cuestión de ponerle un poco de ganas, lo cual será recompensado con mayor rentabilidad y mejores ingresos económicos. La planeación da resultados en productividad, tranquilidad, bienestar del agricultor y su familia, y protege los recursos naturales.

## Capítulo III

# Suelos

Los suelos apropiados para la caña panelera son los francos y aluviales, profundos y drenados; el rango de pH más apropiado es entre 5 y 7; materia orgánica (MO) mayor de 6%; fósforo mayor de 15 ppm; potasio mayor de 0,6 meq/100 g; calcio mayor de 6 meq/100 g y magnesio mayor de 3 meq/100 g. Además, se busca que las pendientes de los lotes no sean muy fuertes (menores del 50%) (Muñoz 1981).

Los suelos de ladera presentan niveles de erosión que fluctúa de moderada a severa; la fertilidad natural es de baja a media; tienen deficiencias de fósforo, potasio, magnesio y boro; predominan las texturas medias a pesadas; el pH oscila entre 4,5 y 5,5; extremadamente ácidos a fuertemente ácidos y medios a bajos en materia orgánica. Teniendo en cuenta esto, es necesario realizar análisis de suelos y hacer las correcciones de acuerdo con las condiciones que se necesitan para sembrar caña de azúcar. Esta práctica se verá reflejada en la productividad del cultivo (Capítulo XII. Fertilización).

Es necesario que los terrenos tengan buen drenaje natural, ya que suelos muy húmedos producen panela de baja calidad y se puede presentar mayor incidencia de problemas fitosanitarios. En caso contrario, se deben construir drenajes o programar la cosecha para que coincida con la época seca.







## Capítulo IV

# Labores de adecuación y preparación del terreno

Para garantizar la productividad sostenible del suelo es necesario un manejo adecuado (BPA) que permita conservar y mejorar las características físicas, químicas, el contenido de materia orgánica y su actividad biológica. Finalmente, estos determinan su fertilidad y productividad.

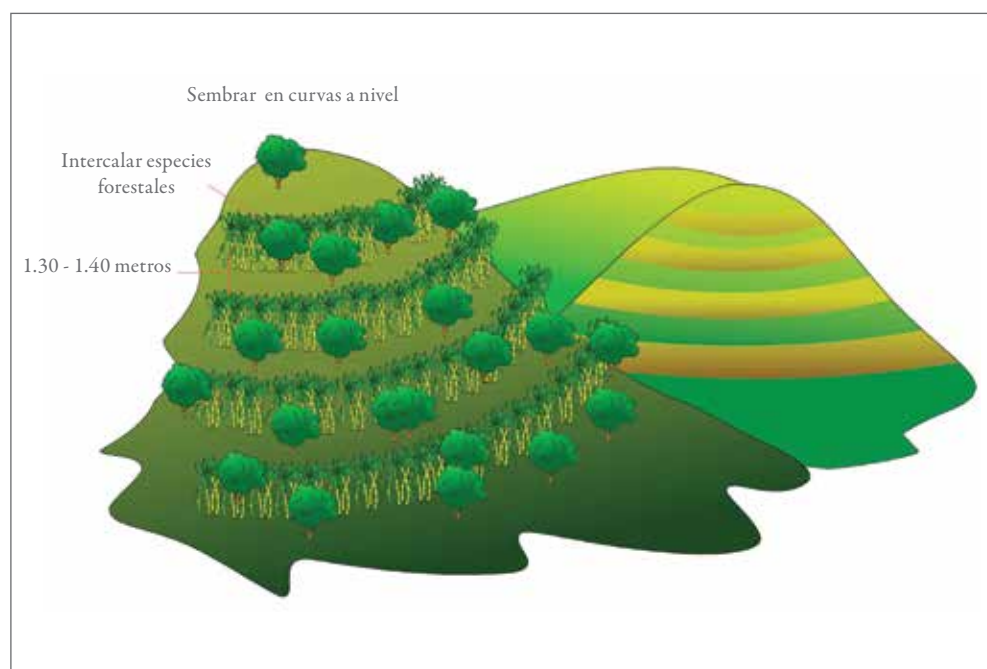
Al seleccionar el terreno para la siembra de la caña panelera, se debe evaluar su uso anterior para determinar los posibles riesgos biológicos o químicos. Además, evitar o corregir algún proceso que pueda afectar la productividad e inocuidad de la panela, miel o forraje.

El sistema más recomendado y utilizado por los agricultores paneleros en zona de ladera es el sistema de labranza mínima o reducida, el cual consiste en solo preparar los surcos donde se va a sembrar. Esta labor se puede realizar surcando manualmente o con arado de vertedera accionado por bueyes. La ventaja de este sistema es que no hay necesidad de preparar todo el terreno, lo cual minimiza los problemas de erosión y disminuye los costos.

Si el lote está en rastrojo o barbecho, se debe cortar con machete o guadaña; esperar unos ocho días para que se seque este material y luego proceder a acomodarlo en las calles (López y Osorio 2000). Se recomienda no quemar, ya que estos residuos tienen un efecto favorable sobre las propiedades físicas del suelo, y aumentan la población de microorganismos, la fertilidad y la recuperación de suelos que han sido degradados.

El lote a sembrar se debe trazar en curvas a nivel (figura 3), para lo cual se debe emplear un agronivel haciendo los surcos con azadón, gambias, picos, etc.; también se puede utilizar el arado de vertedera accionado por la yunta de bueyes.

Si se parte de una soca, se debe cortar la totalidad de la caña; si el lote estaba sembrado a chorrillo, es conveniente realizar los surcos en las calles del cultivo anterior y las cepas se erradican manualmente o con la aplicación de un herbicida. Por otro lado, si es de un lote sembrado con el sistema mateado donde no hay surcos definidos, se hace el trazo y solo se erradican las cepas que quedan sobre el surco; el resto se elimina manualmente o con un herbicida.



**Figura 3.** Trazado del lote, utilizando curvas a nivel e intercalando especies forestales.

Fuente: Elaboración propia

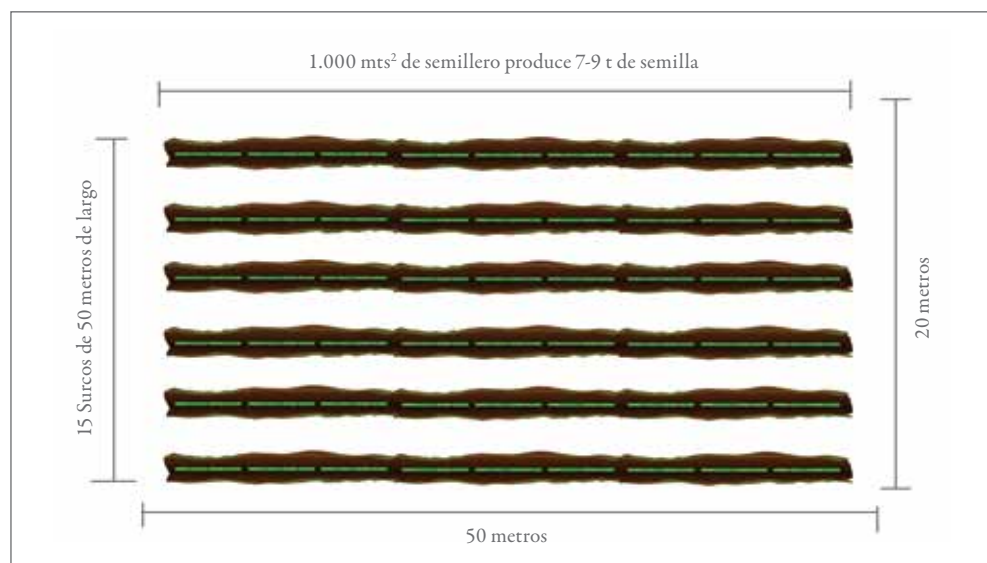
## Surcada

El surco debe tener de 20 a 30 cm de profundidad y 30 cm de ancho (ancho del azadón). La longitud del surco en ladera no debe pasar de 60 m para facilitar el manejo de los lotes (Osorio 2007).

## Capítulo V

# Semilleros de caña de azúcar para la zona panelera

Es importante que el agricultor tenga su semillero en su finca y produzca su propia semilla y así tener una mejor organización, poder planificar la siembra, disminuir costos y evitar la entrada de plagas y enfermedades. Estas recomendaciones se enmarcan en el manejo integrado de plagas (MIP) y el manejo integrado de cultivos (MIC), como estrategia a largo plazo para controlar los riesgos fitosanitarios manteniendo la productividad y sostenibilidad de la producción y la inocuidad de los productos agroalimentarios. En la figura 4, se muestra una sencilla explicación de cómo sembrar un semillero de 1.000 m<sup>2</sup>.

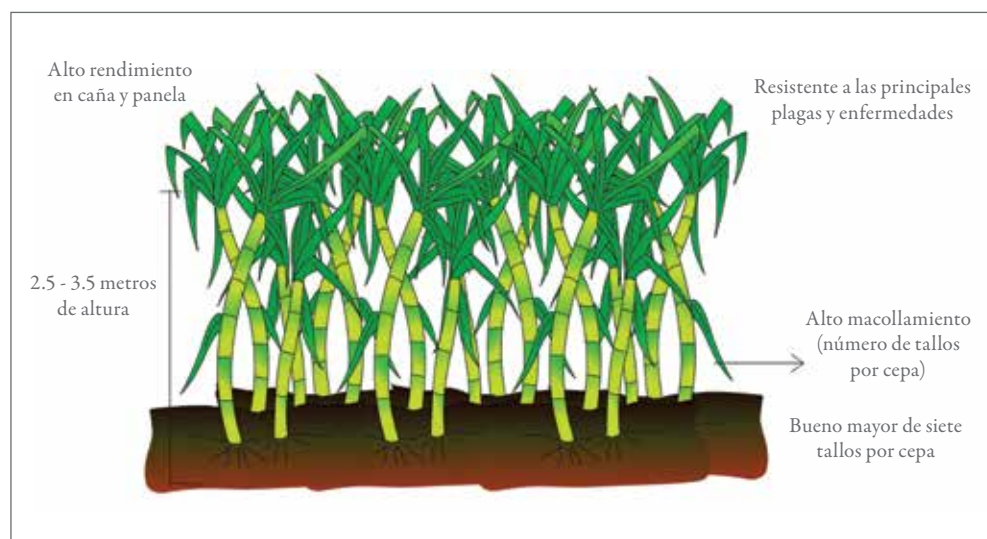


**Figura 4.** Ejemplo del número de surcos y producción de semilla de un semillero de un área de 1.000 m<sup>2</sup>.  
Fuente: Elaboración propia

## Variedades para siembra en el semillero

La productividad, sostenibilidad y competitividad del cultivo dependerán de la apropiada selección de la variedad. Los factores más importantes (figura 5) para tener en cuenta en la selección del material son:

- Adaptación de la variedad a las condiciones agroecológicas, edafológicas (suelos) y clima de la zona.
- Resistencia a las enfermedades más limitantes de la zona, como carbón de la caña, roya café, roya naranja, mosaico de la caña, raquitismo de la soca, escaldadura de la hoja y plagas como *Diatraea* spp., perforador del tallo, gusano tornillo y comején, entre otras (López y Osorio 2000).
- Alta producción de biomasa (80-120 t/ha de caña) y de panela (8-12 t/ha).
- Resistencia al volcamiento y con buen deshoje natural.
- Plantas con alto macollamiento.
- Menos exigencias de la variedad en agua y fertilizantes.
- Poca floración, menos de 20 %.
- Deben rendir en lo posible una cosecha por año o entre 13 y 15 meses para las zonas más altas.
- Contenido de fibra de los tallos entre 13 % y 15 %.
- Que produzca panela de buena calidad.



**Figura 5.** Características de una buena variedad de caña de azúcar.

Fuente: Elaboración propia



Entre las variedades antiguas más comunes sembradas por los agricultores paneleros están la POJ 28-78, Coimbatore 421 (Co 421) y POJ 27-14; estas dos últimas son susceptibles a la enfermedad del carbón de la caña, motivo por el cual no se recomienda sembrarlas.

En el momento se tienen sembradas las variedades mejoradas República Dominicana RD 75-11, Puerto Rico PR 61-632 y Cenicaña Colombia CC 84-75; se tienen como promisorias la CC 93-7711, CC 93-7510, CC 85-92, CC 93-4418, CC 93-3895, CC 92-2154, CC 92-2198, CC 01-1940, entre otras (figura 6). Estos materiales han tenido buenos comportamientos, con fertilización adecuada y corte por parejo, se han obtenido rendimientos en caña entre 80 y 120 toneladas por hectárea y en panela de 8 a 12 toneladas por hectárea (90-120 cargas).

Es importante anotar que por seguridad de la producción, ante la presencia de un problema fitosanitario, es recomendable tener mínimo dos a tres variedades establecidas por zona, pues es difícil que el problema que se presente afecte igual a las dos o tres variedades sembradas; además, esto garantiza y facilita el cambio de variedad para el control de la enfermedad o plaga.

## Ubicación del semillero

Se recomienda ubicar los semilleros cerca de carreteras o caminos para facilitar su corte, alce y transporte y reducir la manipulación de la semilla. Además, es importante establecerlo en suelos con óptimas condiciones y cerca de fuentes de agua para regar cuando sea necesario (López y Osorio 2000).







Fotos: Juan G. López L.

Figura 6. Variedades de caña más importantes para la producción de panela en Colombia.





## Extensión del semillero

Esta depende del área a sembrar o renovar. Lo recomendable es renovar entre 10 % y 20 % de la finca anualmente o según el período vegetativo del cultivo. Por ejemplo, si se tiene un área en caña de diez hectáreas, se debería renovar entre una y dos hectáreas anualmente para tener una renovación permanente de los cultivos de la finca. Para la siembra de estas dos hectáreas se necesita un área aproximada de 0,2-0,3 ha de semillero; por cada hectárea sembrada se puede obtener semilla para sembrar aproximadamente entre siete y nueve hectáreas (ver ejemplo), lo cual garantiza una producción estable a través del tiempo, o renovar según las condiciones económicas del agricultor (López y Osorio 2000).

## Semilla requerida para sembrar una hectárea comercial

Para sembrar una hectárea se necesitan entre siete y nueve toneladas de semilla, dependiendo de la calidad de la misma y del sistema de siembra. Se requiere una cantidad más alta, cuando la semilla sufre excesiva manipulación o hay que transportarla largos trayectos. Cuando se tiene el semillero en la propia finca, se utiliza la menor cantidad porque se reducen los daños de yemas (cuando se habla de semilla de caña, se aclara que son los esquejes o trozos de tallo).

## Cantidad de semilla

Un semillero de una hectárea produce entre 70 y 90 t de semilla, dependiendo del manejo y nivel de fertilidad del suelo y variedad.

Ejemplo (adaptado de López y Osorio 2000):

Si se tiene una finca de un área de diez hectáreas, ¿cuánta semilla se necesita y qué área de semillero nos produce esta semilla?

Para renovar 20 % de la finca, necesitamos renovar dos hectáreas. ¿Cuál es la cantidad de semilla que necesitamos?

Si: 1 ha necesita 8 t de semilla

Para sembrar 2 ha ¿cuánto se necesita?

$$X = \frac{2 \text{ ha} \times 8 \text{ t}}{1 \text{ ha}} = 16 \text{ t de semilla para 2 ha}$$

Área del semillero necesaria para producir 16 toneladas.

Si: 1 ha producen 80 t de semilla

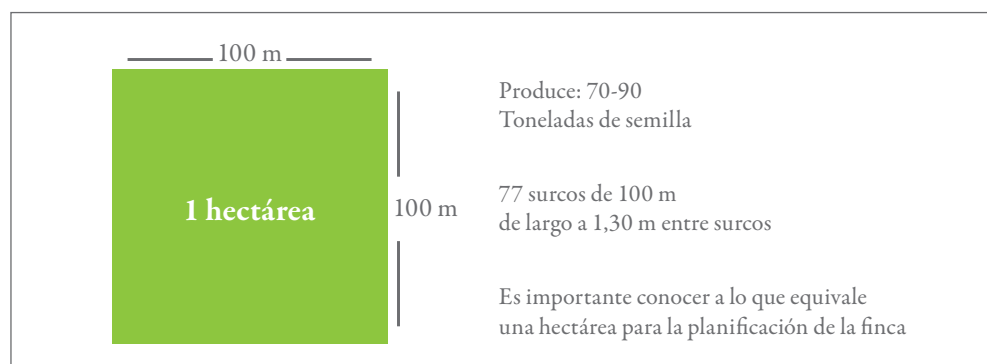
Para producir 16 t de semilla ¿cuánto se necesita?

$$X = \frac{1 \text{ ha} \times 16 \text{ t semilla}}{80 \text{ t semilla}} = 2 \text{ ha se necesita de semillero}$$

Es decir que es una mínima parte de la finca la que se requiere para el semillero.

Recuerde que a un lote de semillero se le pueden hacer dos cortes con este propósito y luego se puede seguir manejando como cultivo para la producción de panela.

Una hectárea es igual a 10.000 metros cuadrados, es decir, un lote cuadrado de 100 metros por un lado y 100 metros por el otro (figura 7).



**Figura 7.** Esquema de una hectárea de caña y su productividad de semilla.

Fuente: Elaboración propia



## Manejo del semillero

En la preparación de los lotes destinados para semilleros se recomienda implementar las mismas o mejores labores que para establecer un lote comercial. En lo posible, se debe buscar un lote donde no se haya sembrado caña en los últimos cinco meses; de lo contrario, se debe destruir la soca anterior (manual o químicamente) para evitar los rebrotes que pueden afectar la pureza genética de la variedad a sembrar (mezcla de variedades) y pueden ser fuente de plagas y enfermedades. En este caso, se debe dejar el lote en descanso durante tres o cinco meses, o sembrar un cultivo de rotación.

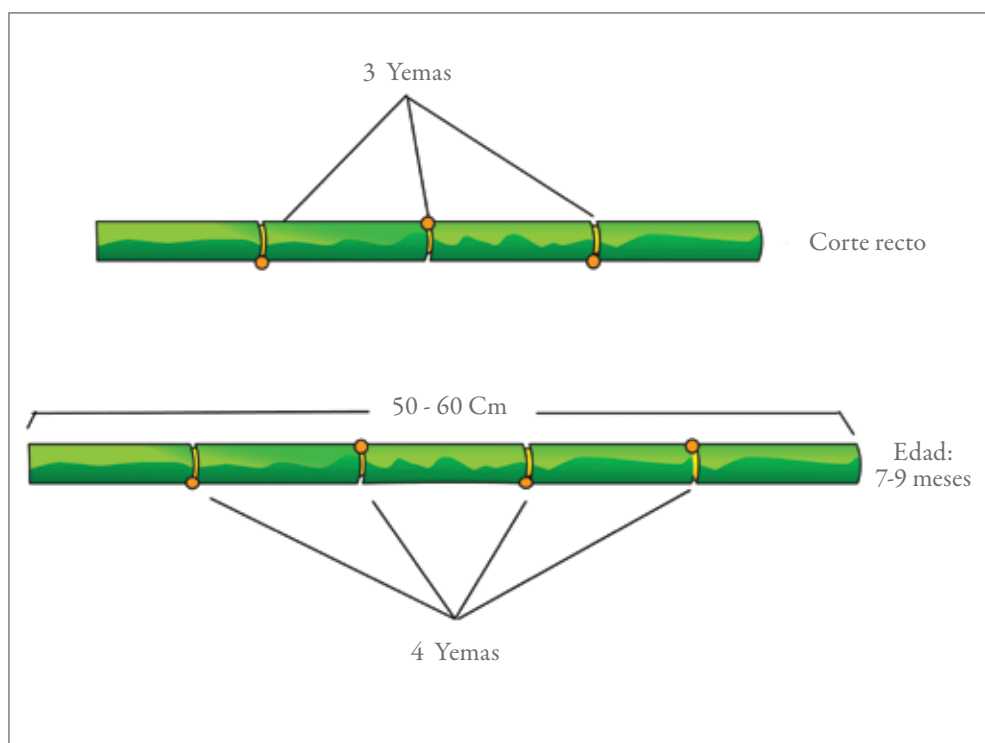
Una distancia recomendada para la siembra es de 1,30 a 1,40 m entre surcos y, de acuerdo con el análisis de suelos, se debe planificar un plan de fertilización; se recomienda realizar una aplicación de nitrógeno (45 kg de N/ha) y buen riego, antes del corte para darle mayor desarrollo y vigor a la semilla.

El control de malezas debe ser adecuado para lograr una semilla de excelente calidad; este control puede ser manual o mecánico y, en casos especiales, químico.

## Corte del semillero

Este se debe realizar de acuerdo con una programación previa, teniendo en cuenta las necesidades de semilla para la siembra de los lotes comerciales. El semillero se debe cortar por parejo; y si los tallos se van a transportar enteros, en lo posible no deshojarlos, para preservar las yemas de daños (López y Osorio 2000).

La edad óptima de corte debe ser entre los siete y nueve meses; cortar los trozos o esquejes de tres a cuatro yemas y una longitud de 50 a 60 cm (López y Osorio 2000). El corte que se realiza debe ser recto, ya que así el área de exposición es menor y se disminuye la entrada de patógenos y deshidratación de la semilla (figura 8).



**Figura 8.** Esquema ideal del tamaño y número de yemas de una semilla de caña.

Fuente: Elaboración propia

## Tratamiento de la semilla

El material vegetativo ya cortado preferiblemente se debe tratar con una solución fungicida e insecticida; lo más adecuado es sumergir totalmente el material en la solución de cinco a diez minutos, para la protección y control de la plaga o enfermedad que pueda estar presente en la semilla. Se sugiere seguir las recomendaciones y dosis de los productos que sean utilizados para preparar la solución desinfectante.

Las enfermedades que más daño causan al material vegetativo son el mal de pña (*Ceratocystis paradoxa* (Dade) Moreau) y la pudrición roja o muermo rojo (*Glomerella tucumanensis* (Speg.) Arx y Muller); en cuanto a insectos barrenadores, el *Diatraea* spp., *Valentinia* sp., *Blastobasi graminea*, y los cucarrones *Podischnus agenor*, *Metamasius hemipterus* y *Rynchophorus palmarum* son los que más afectan el material de siembra.



## Capítulo VI

# Semillas utilizadas

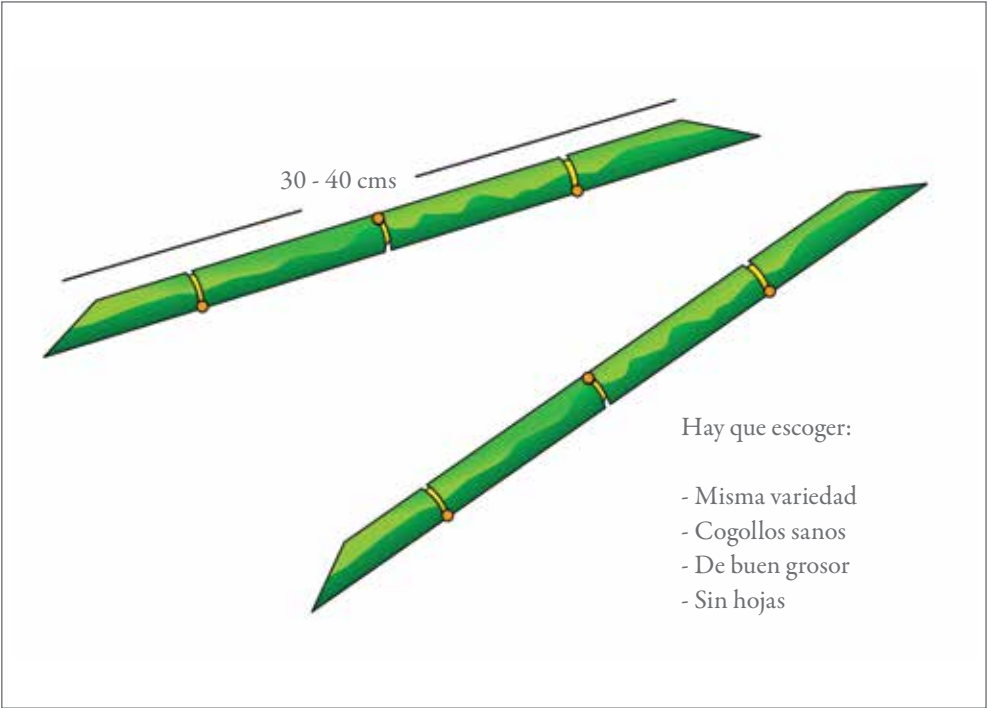
### Semilla de cogollo

La semilla de cogollo es la más utilizada por el agricultor. Es una fuente de propagación de bajo costo, por lo cual en muchas ocasiones este material de siembra puede presentar mezcla de variedades, plagas y enfermedades, así como baja condición nutricional y calidad (figura 9). Si se utiliza este material, es importante hacer una selección mínima a partir de la variedad y la sanidad, grosor y tamaño de los cogollos (López y Osorio 2000).

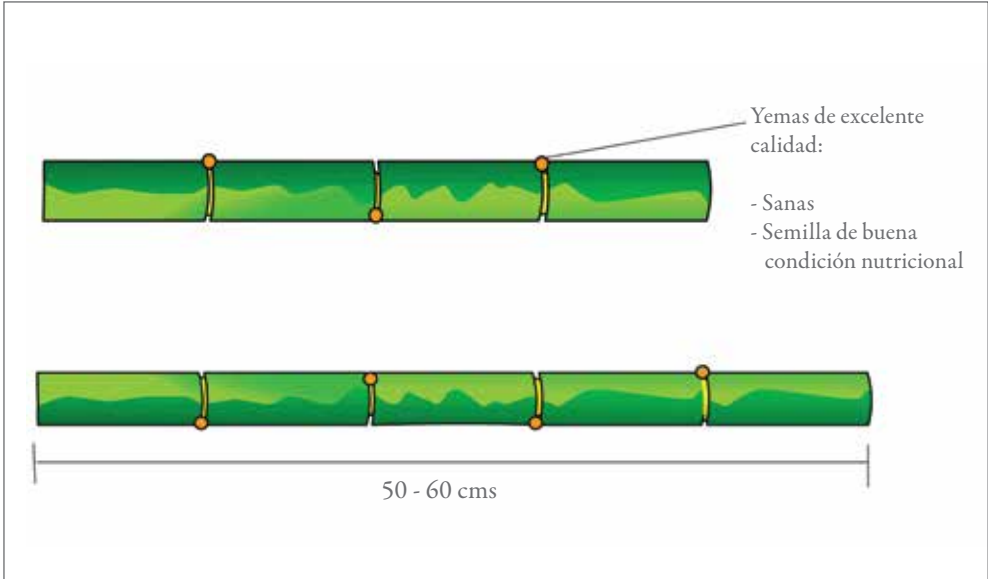
### Semilla de semilleros

Es la semilla más adecuada para la siembra y tiene como ventajas su pureza varietal, manejo de enfermedades y plagas, mejor condición nutricional y alto porcentaje de germinación (López y Osorio 2000) (figura 10).





**Figura 9.** Semilla de cogollo.  
Fuente: Elaboración propia



**Figura 10.** Características de la semilla de semilleros.  
Fuente: Elaboración propia



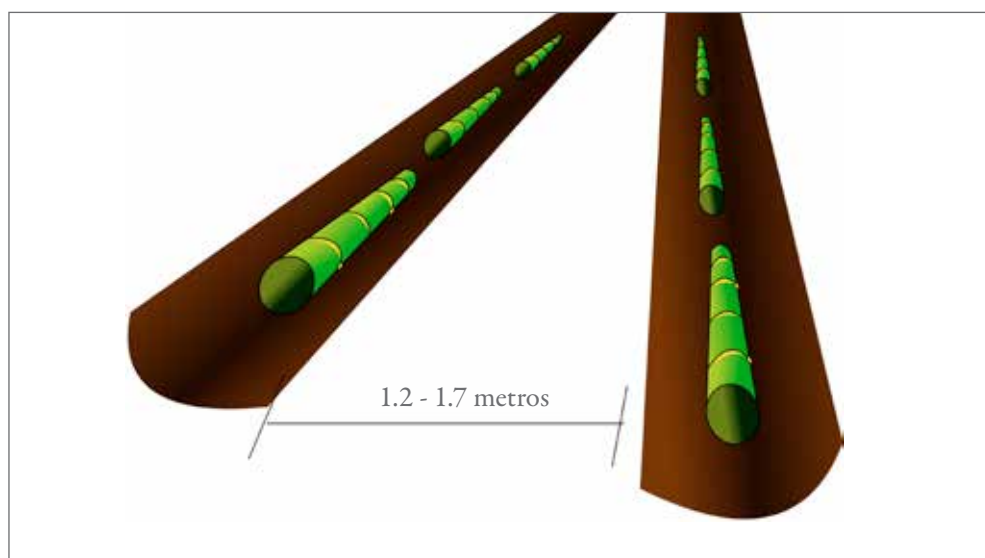


## Capítulo VII

# Siembra comercial de la caña de azúcar para panela

### Distancia de los surcos de siembra

Para la siembra comercial de la caña panelera, la distancia entre surcos se establece de acuerdo con la fertilidad, textura y los obstáculos que puedan presentar los terrenos. Para suelos de baja fertilidad, pendientes, textura arcillosa y obstáculos como piedras y troncos, se recomienda una distancia entre surcos de 1,2 a 1,4 metros; para suelos planos, de alta fertilidad y textura media, entre 1,4 y 1,7 metros (figura 11). Para la siembra de un cultivo de caña para forraje, se recomienda una distancia entre surcos de 0,7 a 1,2 metros (Arcila et al. 1988).

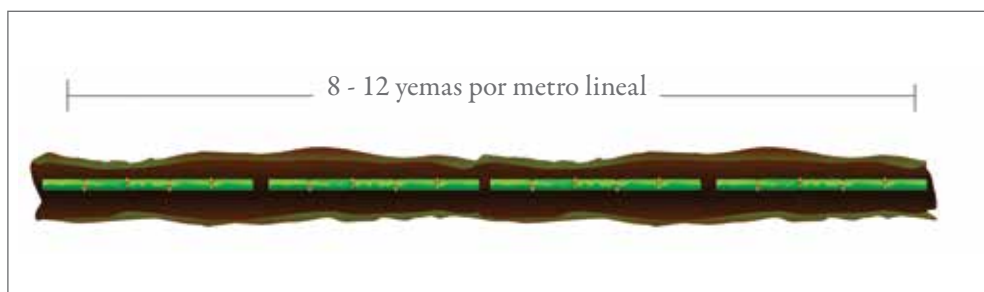


**Figura 11.** Distancia entre surcos para la siembra comercial de caña.

Fuente: Elaboración propia

## Densidad de siembra

La densidad de siembra puede variar de acuerdo con el método, la calidad de la semilla y distancia de siembra; la más utilizada está entre siete y diez yemas por metro (Osorio 2007) (figura 12).



**Figura 12.** Densidad de yemas por metro lineal.

Fuente: Elaboración propia

## Época de siembra

La época de siembra debe ser al principio de la temporada de lluvias o, cuando se dispone de riego, en cualquier momento (López y Osorio 2000).

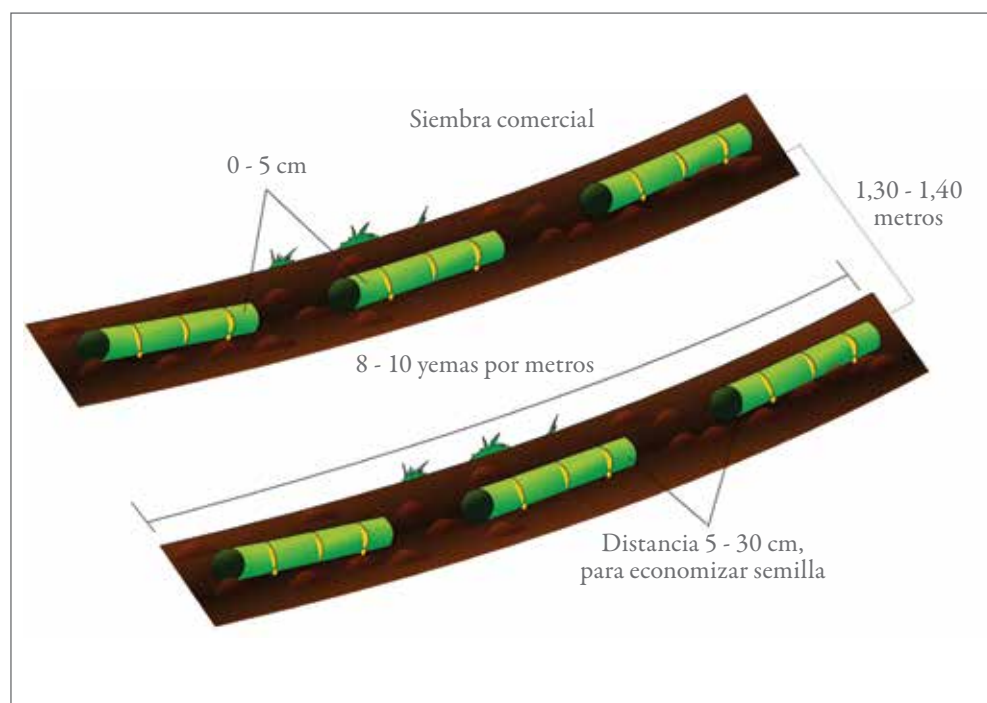


## Capítulo VIII

# Métodos de siembra

### Chorrillo sencillo

Se utiliza cuando la semilla es de excelente calidad. Deben quedar entre ocho y diez yemas por metro y se debe sembrar en curvas a nivel o en sentido contrario a la pendiente (López y Osorio 2000) (figura 13).

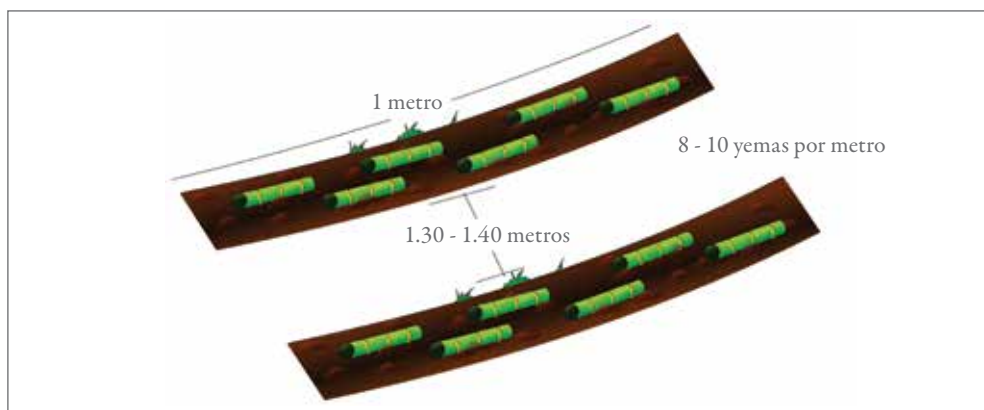


**Figura 13.** Siembra a chorrillo sencillo.

Fuente: Elaboración propia

## Chorrillo con traslape

Se emplea cuando la semilla ha sido muy manipulada y deben quedar entre 10 y 12 yemas por metro lineal (López y Osorio 2000) (figura 14).

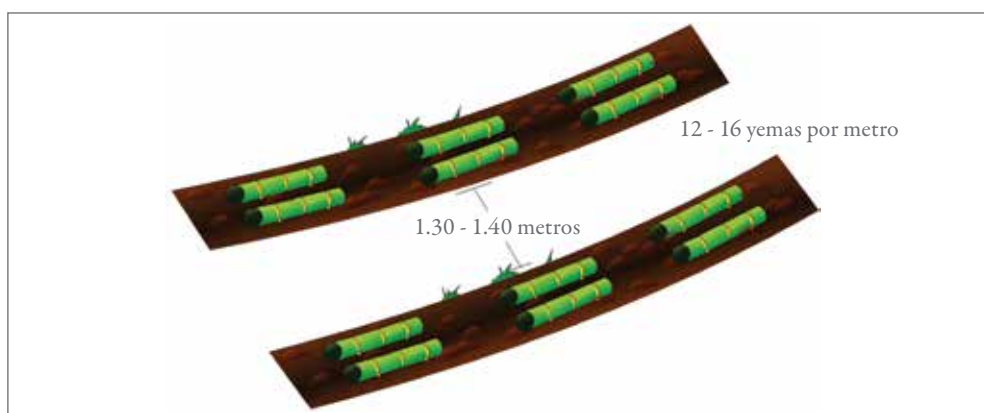


**Figura 14.** Siembra a chorrillo con traslape.

Fuente: Elaboración propia

## Chorrillo doble

Se utiliza cuando la semilla es de baja calidad o han pasado más de cinco días entre el corte y la siembra. Esta técnica debe tener una densidad de 12 a 16 yemas por metro lineal (figura 15).



**Figura 15.** Siembra a chorrillo doble.

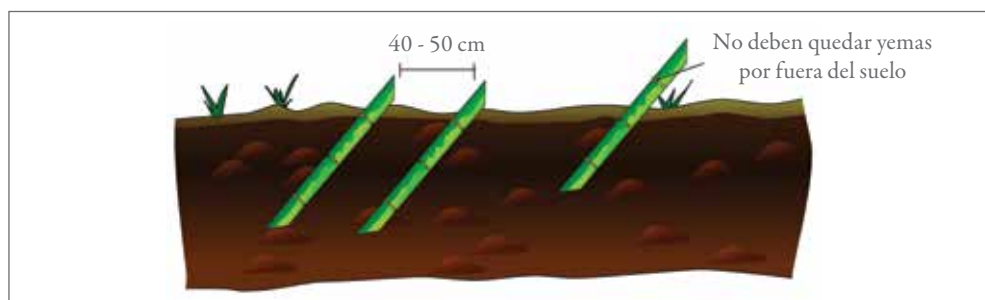
Fuente: Elaboración propia

## Otros métodos de siembra

A continuación se muestran algunas prácticas para mejorar los sistemas de siembra tradicionales.

### Siembra de cogollo tecnificado

Se emplea cuando el agricultor siembra un cogollo por sitio. Es importante realizar una selección previa, sembrar en surcos (1,3-1,4 m entre surcos) y, en lo posible, tratar que todas las yemas del cogollo queden en contacto con el suelo (López y Osorio 2000) (figura 16).



**Figura 16.** Siembra de cogollo individual.

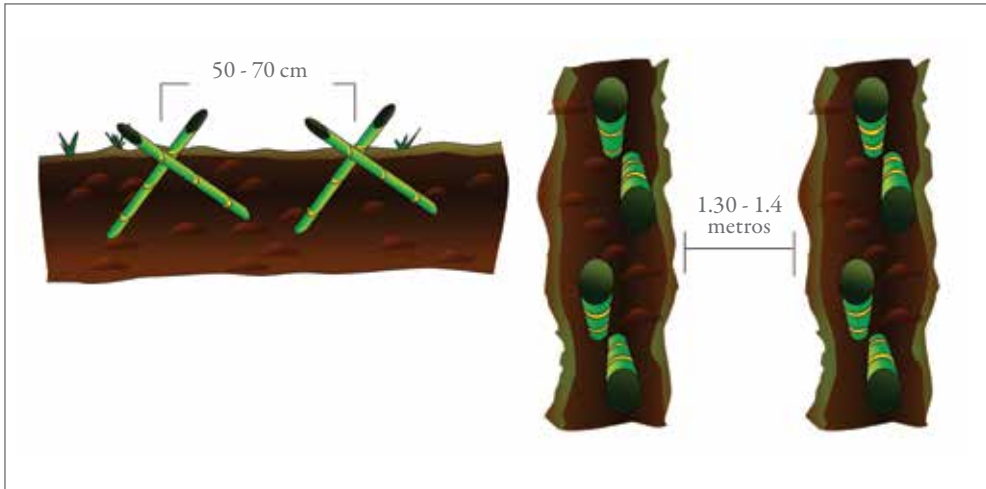
Fuente: Elaboración propia

### Siembra de cogollo en cruz o en X

Se usa cuando el agricultor siembra varios cogollos por sitio (López y Osorio 2000). La recomendación es sembrar surcos a una distancia de 1,30 a 1,40 m y entre sitios de 50 a 70 cm (figura 17).

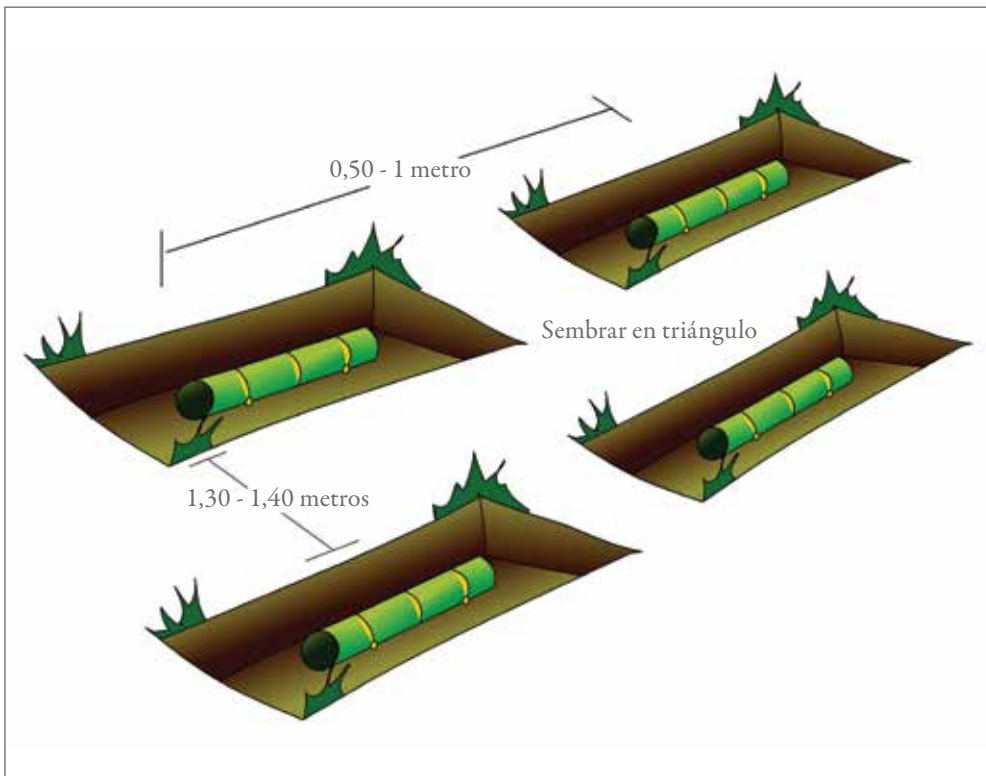
### Siembra en cajuelas

Se utiliza cuando se tienen terrenos muy pendientes o en sitios donde no se puedan hacer los surcos; la siembra se realiza por sitios; se deben construir cajuelas de 30 a 40 cm de largo, 15 a 25 cm de ancho y 20 a 25 cm de profundidad. La distancia entre sitios puede ser de 0,5 a 1 m y de 1,3 a 1,4 m entre surcos. Los sitios deben quedar en triángulo o tresbolillo para evitar la erosión. Se coloca un trozo de semilla seleccionada de tres o cuatro yemas o dos trozos de dos yemas (figura 18).



**Figura 17.** Siembra de cogollo en cruz o en X tecnificado.

Fuente: Elaboración propia



**Figura 18.** Siembra en cajuelas.

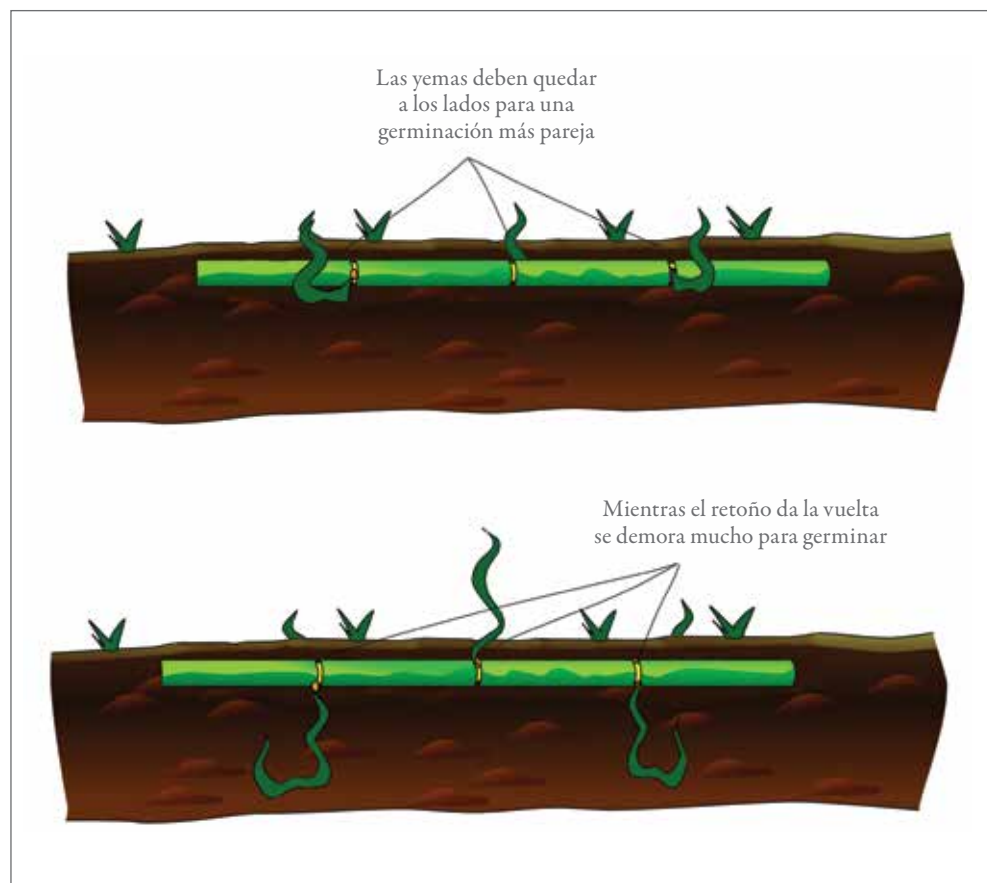
Fuente: Elaboración propia



## Orientación de las yemas del tallo a la siembra y tapada de la semilla

La recomendación es que las yemas deben quedar de lado para que tengan la oportunidad de germinar parejas y no unas yemas por debajo y otras por encima, porque esto puede disminuir el porcentaje de germinación.

La semilla se debe tapar con una capa de suelo de cinco cm; si el suelo es muy arcilloso y húmedo, se debe sembrar superficialmente; si es arenoso y seco, la siembra debe ser a mayor profundidad. En zonas de ladera no se debe sembrar muy superficialmente porque se pueden producir volcamientos (López y Osorio 2000) (figura 19).



**Figura 19.** Orientación de las yemas en la siembra.

Fuente: Elaboración propia

## Capítulo IX

# Resiembras

La resiembra es necesaria cuando se encuentran espacios vacíos mayores a un metro; se debe realizar de 15 a 30 días después de la siembra y de 10 a 20 días luego del corte. A continuación se muestran algunas técnicas para realizar las resiembras.

### Uso de semilla de semilleros o cogollos seleccionados

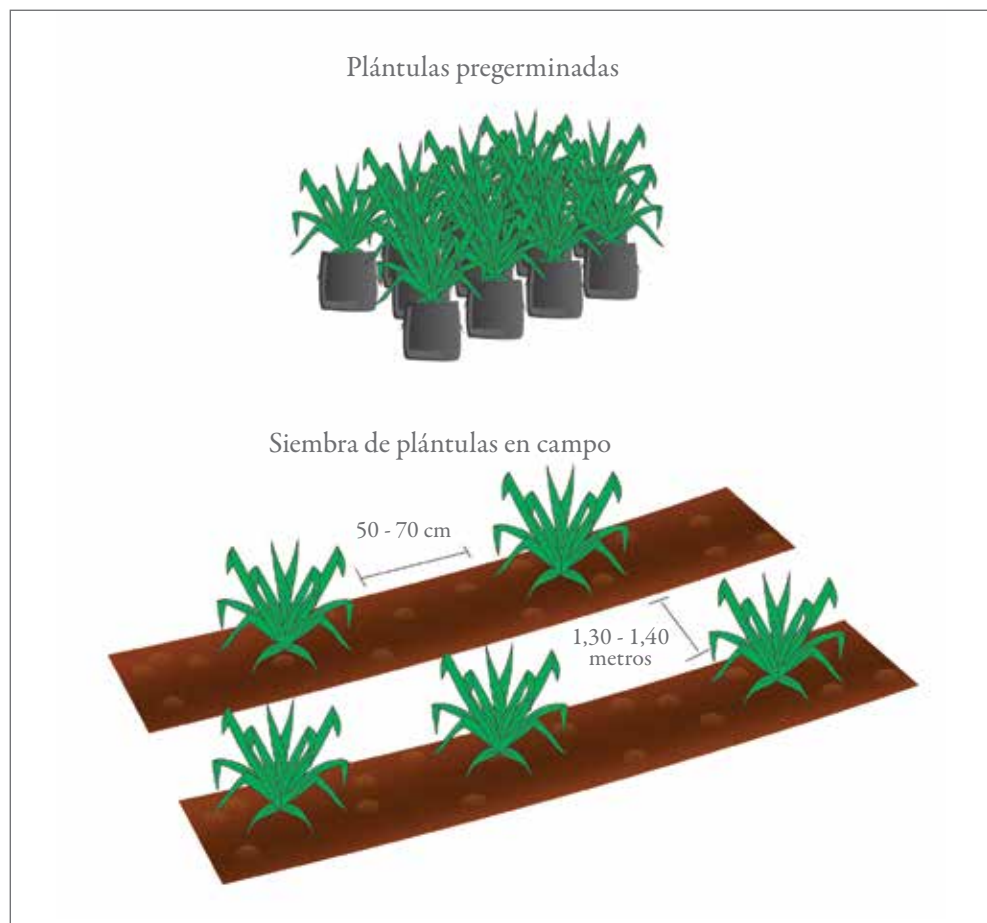
Se siembran los tallos o cogollos en los espacios vacíos. Hay que tener en cuenta que las plantas ya establecidas le tomarán mucha ventaja a la resiembra, por lo tanto, la calidad del desarrollo y la producción será muy regular en este corte (López y Osorio 2000).

### Uso de plantas pregerminadas

Se utilizan trozos de tallos de una sola yema, los cuales se siembran en germinadores de un metro de ancho por el largo que se quiera o se siembran directamente en bolsas. Este método de resiembra disminuye la competencia entre el cultivo ya establecido y la resiembra es mínima.

Este sistema de multiplicación es muy útil cuando se necesita reproducir una variedad rápidamente y no hay disponibilidad de semilla; garantiza la sanidad de esta y se puede tener material de siembra permanentemente. Para los agricultores que utilizan el sistema de siembra mateado, se convierte en una buena alternativa para renovar sus lotes o resembrarlos (figura 20).

Las plantas se deben fertilizar por vía foliar con nitrógeno, usando cinco gramos de urea por litro de agua, cada ocho días y, si el trasplante se demora, podarlas cada 30 días (Viveros et al. 1997).



**Figura 20.** Siembra con plantas pregerminadas.

Fuente: Elaboración propia

## Resiembra por deshijes y cepas

Consiste en arrancar plantas o cepas de dos o tres meses de edad y separar los hijuelos para sembrarlos individualmente. También se puede sembrar la cepa completa, sacándola de donde se observe mejor germinación y resembrar donde se observe baja germinación. Para realizar este proceso se debe contar con buena disponibilidad de agua (López y Osorio 2000).

## Capítulo X

# Uso de los cultivos intercalados con caña de azúcar para panela

Intercalar otros cultivos con caña es una de las alternativas importantes que tiene el pequeño y mediano productor de panela para su seguridad alimentaria y la generación de recursos a corto plazo. Esta es una de las maneras para recuperar parte de la inversión inicial del establecimiento del cultivo de caña, asegurar parte de la alimentación para la familia y producir para la alimentación animal.

Con estas siembras intercaladas, se aprovecha mejor el espacio, las labores realizadas favorecen los cultivos, hay menos competencia de malezas, se fija nitrógeno y se incorpora materia orgánica al suelo por los residuos de cosecha y de fertilizantes del cultivo intercalado.

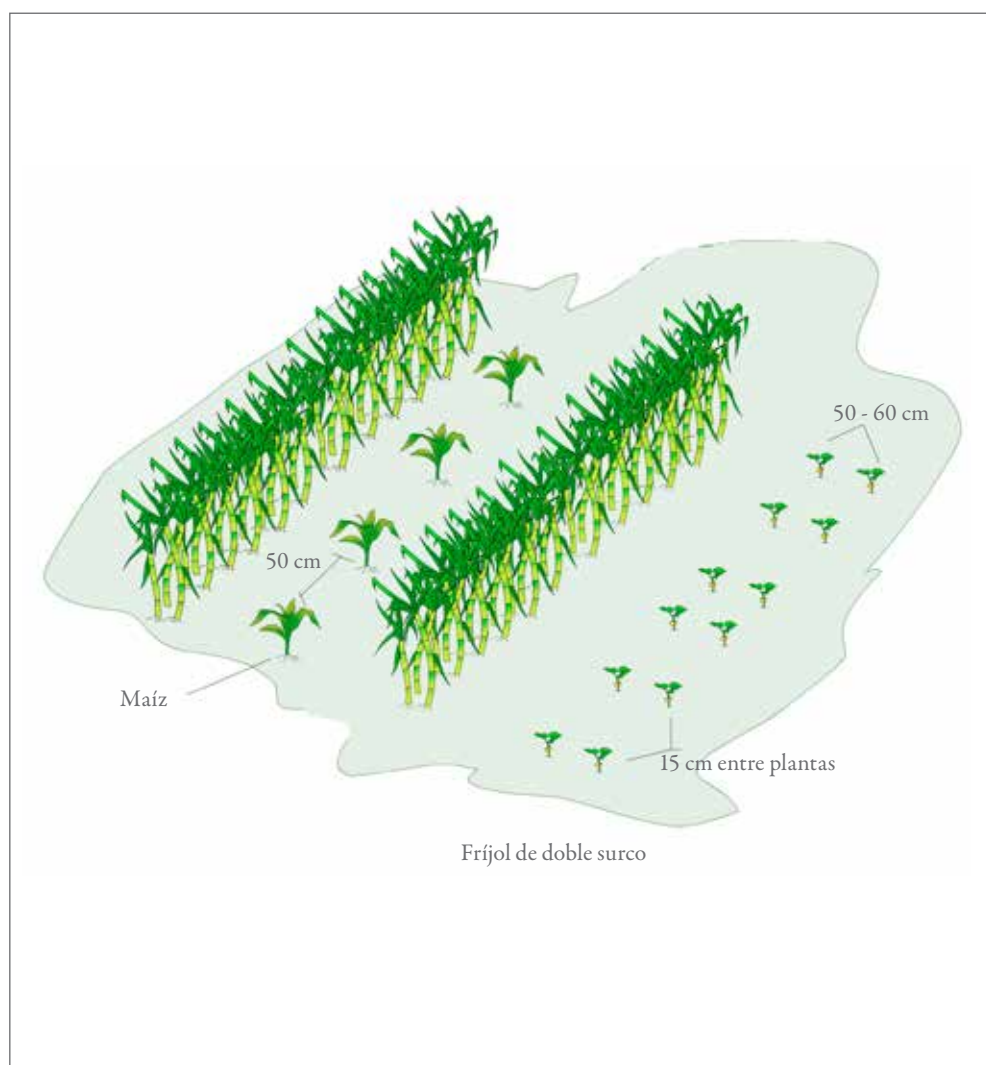
Se recomienda la siembra de cultivos de ciclo corto como frijol, maíz, tomate y soya. En Santander, se intercalan con arracacha; en el Valle del Cauca hay algunas experiencias con girasol, con muy buenos resultados (Manrique 1986).

Los arreglos más recomendados para las zonas paneleras son los siguientes:

- Caña//maíz a 50 cm entre plantas, depositando dos granos por sitio; sembrar en el centro de la calle.
- Caña//fríjol arbustivo en surco sencillo en el centro de la calle, a 15 cm entre plantas y un grano por sitio.
- Caña//fríjol arbustivo en surco doble en el centro de la calle, a 50-60 cm entre surcos de frijol y a 15 cm entre plantas.
- Caña//maíz//fríjol voluble en surco sencillo en el centro de la calle; el maíz se siembra a un metro dejando dos plantas por sitio; igual el frijol voluble para que se enrede en el tallo del maíz.

En estos arreglos es necesario fertilizar el cultivo intercalado para obtener buenos rendimientos. En el arreglo caña//maíz se produce menos caña, comparado con el monocultivo de caña, pero la menor producción se compensa con la producción del maíz (Manrique 1986) (figura 21).

Los arreglos se deben sembrar inmediatamente se siembre el cultivo de caña o simultáneamente, en caso de ser posible.



**Figura 21.** Arreglo para la siembra de maíz-frijol intercalados con el cultivo de caña.

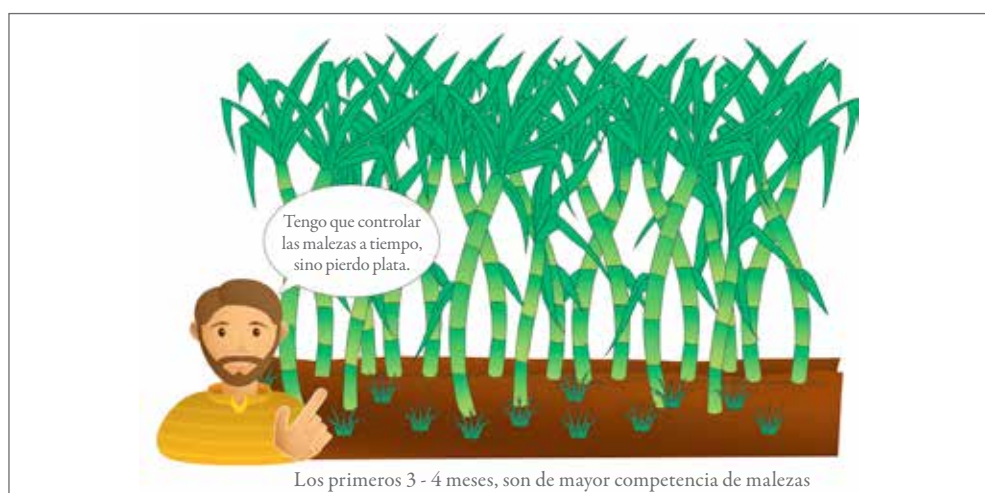
Fuente: Elaboración propia

## Capítulo XI

# Control de malezas

Las malezas o arvenses compiten con el cultivo por nutrientes, espacio y luz (López y Osorio 2000). Son consideradas malezas o arvenses todas las plantas que crecen fuera de sitio y se caracterizan por resistir condiciones ambientales adversas.

Las pérdidas por competencia de malezas o arvenses en el cultivo de caña de azúcar pueden alcanzar de 30 % a 70 % en plantilla y de 30 % a 40 % en soca, en cortes por parejo. En siembras mateadas y corte por desgué o entresaque y debido a las bajas poblaciones, las pérdidas pueden ser mayores en plantilla; en las socas, la incidencia de las malezas depende de la densidad, el macollamiento, la distancia de siembra, el número de entresaques por año y la edad de la cepa (Victoria 1997) (figura 22).



**Figura 22.** Control de malezas en el cultivo de caña.

Fuente: Elaboración propia





Las interacciones cultivo/maleza varían de acuerdo con las regiones geográficas y los diferentes cultivos. Estas interacciones son muy específicas en cuanto al lugar y a la temporada; cambian según la especie de planta involucrada, la densidad, las prácticas de manejo y los factores ambientales.

En siembras tecnificadas y mateadas hay que realizar los controles de malezas de acuerdo con el tipo y desarrollo de estas y pueden variar entre dos y tres controles hasta que el cultivo cierre las calles; en socas dependen del manejo realizado a los residuos de cosecha.

Cuando se requiera la utilización de herbicidas, se recomienda el implemento llamado selector de malezas desarrollado por Cenicafé para el manejo integrado de arvenses (figura 23), el cual permite seleccionar malezas conservando las coberturas “nobles”. La utilización de este implemento evita la deriva del producto, es seguro para el operario, es de bajo impacto ambiental y economiza en costos.

El herbicida más utilizado es el glifosato, en una concentración al 10 % (a un litro de agua se le adicionan 100 cm<sup>3</sup> del producto) (Rivera 2000).



Fotos: Juan G. López L.

**Figura 23.** Control de malezas con selector.

Fuente: Elaboración propia

El mejor control de malezas en un cultivo de caña es la integración de los tipos de control manual, mecánico y cultural (utilización de semilla de buena calidad, buena preparación de suelos, adecuada fertilización y época de siembra).

En algunas fincas del municipio de Vegachí, Antioquia, como la finca Santacruz, y en otras del Valle del Cauca como Lucerna, se han obtenido buenos resultados utilizando cabras para control de malezas en los cultivos de caña. Se deben entrar las cabras cuando el cultivo tenga una altura mayor a 30 centímetros para evitar su consumo. Las cabras tienen como ventaja una gran capacidad de selección, son de bajo peso, fácil manejo, caminan grandes trayectos, aguantan el calor, son prolíficas (1,5 partos/año), y pueden ser una alternativa de ingreso o seguridad alimentaria (venta de animales, leche, carne y otros subproductos), sus excretas son de buena calidad y aportan nutrientes de rápida asimilación.

Las malezas que las cabras no consumen se manejan mecánicamente (Molina et al. 2012). Esta labor se ha realizado en cultivos de corte por parejo; sin embargo, se debe evaluar cómo es el funcionamiento de este sistema en cortes por desguíe.





## Capítulo XII

# Fertilización

La fertilización orgánica o con fertilizantes de síntesis química se debe realizar de acuerdo con las necesidades del cultivo (análisis de suelos) y la disponibilidad de nutrientes del suelo. La agricultura moderna está en constante búsqueda de altos niveles de productividad y demanda cada día más fertilizantes, por lo cual es recomendable utilizar las cantidades, épocas de aplicación y productos adecuados, para evitar la salinización del suelo y de las aguas superficiales y subterráneas.

A través de los cortes, el cultivo de caña panelera extrae grandes cantidades de nutrientes que se deben devolver al suelo a través de la fertilización, para obtener el mayor rendimiento con un mínimo costo y alcanzar la máxima rentabilidad.

Cenicaña reportó que, en el valle geográfico del río Cauca, la variedad CC 83-25 por 100 toneladas de tallos listos para molienda produjo 25 toneladas de hojas y 15 toneladas de yaguas. Con base en el análisis de cada uno de estos componentes de la planta, se estimó que la extracción total de nutrimentos (en kilogramos) por cada tonelada de tallos que se cosechó fue: 1,53 de N, 0,43 de P, 2,85 de K, 1,15 de Ca y 0,43 de Mg. Debido a la descomposición paulatina de las hojas y las yaguas que permanecen en el campo como residuos de cosecha, la extracción real de nutrimentos por cada tonelada de tallos en kilogramos fue: 0,70 de N, 0,22 de P, 1,38 de K, 0,19 de Ca y 0,20 de Mg (Cassalett et al. 1995).

En lo posible, los residuos de cosecha no se deben quemar ni sacar del lote, por los contenidos de nutrientes que aportan, los efectos favorables en las condiciones físico químicas y biológicas del suelo, el control de malezas que realizan al descomponerse y la protección de efectos erosivos.

La absorción de los nutrientes por el cultivo depende de las variedades, condiciones agroecológicas, tipo de suelo y manejo del cultivo, por lo cual se debe realizar un análisis del suelo para conocer las necesidades de nutrientes del cultivo (López y Osorio 2000).

A continuación se presentan algunos estimativos para los niveles bajo, medio y alto (tablas 1 y 2), y recomendaciones según los niveles críticos tentativos en materia orgánica, fósforo, potasio, calcio, magnesio y pH de acuerdo con las características químicas de los suelos cultivados en caña panelera en el departamento de Antioquia (Muñoz 1986).

**Tabla 1.** Estimativos para los niveles bajo, medio y alto según los niveles críticos tentativos en materia orgánica, fósforo, potasio, calcio, magnesio y pH

| Características      | Bajo | Medio            | Alto  |
|----------------------|------|------------------|-------|
| Materia orgánica (%) | <3,0 | 3,0-6,0          | >6,0  |
| P (ppm)              | <15  | 10-20            | >20   |
| K (meq/100 g)        | <0,3 | 0,30-0,60        | >0,60 |
| Ca (meq/100 g)       | <3,0 | 3,0-6,0          | >6,0  |
| Mg (meq/100 g)       | <1,5 | 1,5-3,0          | >3,0  |
| pH                   | <5,0 | Óptimo 5,6 a 6,5 | -     |

Nota: < = bajo; > = alto  
Fuente: Muñoz 1986



**Tabla 2.** Recomendaciones de nitrógeno, fósforo y potasio según niveles críticos

| Materia orgánica (%)      | Nivel crítico | Elemento                      | Fuente              |
|---------------------------|---------------|-------------------------------|---------------------|
|                           |               | Nitrógeno                     | Urea                |
|                           | Bajo          | 75-100 kg/ha                  | 200-300 kg/ha       |
|                           | Medio         | 50-75 kg/ha                   | 100-200 kg/ha       |
|                           | Alto          | -                             | -                   |
| Fósforo (ppm)             | Nivel crítico | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | Superfosfato triple |
|                           | Bajo          | 90-150 kg/ha                  | 200-300 kg/ha       |
|                           | Medio         | 50-90 kg/ha                   | 100-200 kg/ha       |
|                           | Alto          | -                             | -                   |
|                           |               |                               |                     |
| Potasio (meq/100 g suelo) | Nivel crítico | K <sub>2</sub> O              | Cloruro de potasio  |
|                           | Bajo          | 90-150 kg/ha                  | 200-300 kg/ha       |
|                           | Medio         | 50-90 kg/ha                   | 100-200 kg/ha       |
|                           | Alto          | -                             | -                   |
|                           |               |                               |                     |

Nota: pH < 5,5 y Ca < 3 y Mg < 1,0 meq/100 g: aplicar 400 a 500 kg de cal dolomítica.

Fuente: Muñoz 1986

En algunos casos, el superfosfato triple (SFT) se puede reemplazar por una roca fosfórica y la cantidad a aplicar depende del porcentaje de fósforo que tenga; además corrige pH y adiciona calcio, magnesio y su costo es relativamente bajo.

Al cabo de dos cosechas, se debe realizar un análisis del suelo para ajustar nuevamente las recomendaciones de la fertilización (López y Osorio 2000).

Para cuando no se tiene análisis de suelos, se pueden seguir otras recomendaciones de fertilización, basadas en los niveles de extracción del cultivo de caña y varias experiencias (tablas 3 y 4).

**Tabla 3.** Recomendaciones usando fertilizantes compuestos

| Fertilizante | Dosis/ha  |
|--------------|---|
| 10-20-20     | 500-650 kg/ha   |
| 15-15-15     | 500-650 kg/ha   |
| 10-30-10     | 500 kg/ha + 150 kg/ha de cloruro de potasio               |
| DAP          | 300 kg/ha + 100 kg/ha urea + 150 kg/ha cloruro de potasio |

Fuente: López y Osorio 2000

Para los planes anteriores es recomendable adicionar cal dolomítica en cantidades que van entre 300 y 1.000 kg/ha a la siembra o 250 kg/ha por corte (López y Osorio 2000).

**Tabla 4.** Recomendaciones usando fuentes simples

| Elemento                                   | Cantidad y producto comercial                                     |
|--|---|
| 75 kg/ha de N                              | 165 kg/ha de urea   |
| +  |   |
| 130 kg/ha de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | 290 kg/ha de superfosfato triple o<br>650 kg/ha de roca fosfórica |
| +  |   |
| 150 kg/ha de K                             | 250 kg/ha de cloruro de potasio                                   |
| +  |   |
| Elementos menores                          | 10 kg/ha de 102 radicular o agrimins                              |
| +  |   |
| Cal dolomítica                             | 300 - 1.000 kg/ha a la siembra o 250 kg/ha por corte              |

Fuente: López y Osorio 2000



Estas cantidades se deben emplear cuando no se acomoda la fertilización a un abono completo. Para su utilización se deben mezclar y aplicar inmediatamente o por separado.

Además de los elementos mayores como nitrógeno, fósforo y potasio y los secundarios como calcio y magnesio, es importante la adición de elementos menores que requiere la planta en bajas cantidades, pero cuya deficiencia tiene incidencia directa en la producción (Instituto Colombiano Agropecuario 1992).

### Si se usa materia orgánica

Según algunas experiencias y de acuerdo con el contenido de materia orgánica (MO) del suelo, se recomienda aplicar: 1-3 t/ha de MO + 200 kg/ha superfosfato triple + 100 kg/ha de cloruro de potasio + 300-1.000 kg/ha de cal dolomítica a la siembra o 250 kg/ha por corte (López y Osorio 2000) (tabla 5).

**Tabla 5.** Recomendaciones de cantidades de fertilizantes por metro lineal de acuerdo con la distancia de siembra

| Dosis de fertilizante | Distancia entre surcos | Gramos/metro |
|-----------------------|------------------------|--------------|
| 100 kg/ha             | 1,0 m                  | 10 g         |
| 100 kg/ha             | 1,2 m                  | 1,2 g        |
| 100 kg/ha             | 1,3 m                  | 1,3 g        |
| 100 kg/ha             | 1,4 m                  | 1,4 g        |

Fuente: López y Osorio 2000





**Ejemplo** (López y Osorio 2000): Si va a aplicar 500 kg/ha de 10-20-20, ¿cuánto aplica por metro?

La distancia entre surcos es de 1,30 m.

Si 100 kg/ha aplica  $\rightarrow$  13 g/m

500 kg/ha  $\rightarrow$  ¿cuánto aplica por m?

$$X = \frac{500 \text{ kg/ha} \times 13 \text{ g/m}}{100 \text{ kg/ha}} = 65 \text{ g/m debe aplicar}$$

Los mejores resultados en la fertilización del cultivo se obtienen con la combinación de la fertilización química y la orgánica, lo cual permite mejorar la eficiencia de los fertilizantes, aumenta los rendimientos y mejora la calidad del producto final (López y Osorio 2000).

Es de anotar que el principal rol de la materia orgánica no es como fuente de nutrientes sino como mejorador del suelo, especialmente de las características físicas y biológicas.

## Formas de aplicación

Los fertilizantes se pueden aplicar al fondo del surco al momento de la siembra; también se puede aplicar la mitad al mes después de la siembra y la otra mitad a los cuatro meses (lo anterior también es válido para las socas). Se realiza un rayado al lado de la cepa a una profundidad de 5 a 8 cm, área donde está la máxima concentración de raíces y luego se cubre con suelo (López y Osorio 2000).

La materia orgánica se debe aplicar al momento de la siembra y la cal de cuatro a seis semanas antes de la misma, porque su reacción en el suelo es lenta; o al



momento de la siembra, pero muy bien mezclada con el suelo; esto también es válido cuando se aplica roca fosfórica. Por otro lado, al aplicar un fertilizante se deben seguir las recomendaciones por metro lineal o por planta; pesar y, luego, seleccionar un recipiente que dé la medida precisa, marcar con el nombre del fertilizante y la cantidad en gramos (figura 24).



**Figura 24.** Recomendaciones para la aplicación de fertilizantes.

Fuente: Elaboración propia

Todos los fertilizantes se deben incorporar al suelo, porque se evaporan (urea) o son muy inmóviles (fósforo) y la planta no los puede tomar adecuadamente o, incluso, cuando llueve muy fuerte se corre el riesgo que el agua arrastre el producto (López y Osorio 2000).

## **Manejo de los residuos generados en la unidad productiva finca-trapiche (UPFT)**

### **Compost de trapiche**

En las unidades productivas finca-trapiche (UPFT), se genera una gran variedad de residuos orgánicos de origen animal y vegetal que, si se aprovechan eficientemente bajo la técnica del compostaje, tienen un alto valor ambiental y económico. Aplicar estos residuos compostados mejora las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, incrementa el rendimiento del cultivo de caña y reduce los costos de producción. El manejo adecuado de estos residuos reduce la contaminación de los recursos aire, agua y suelo.

Los residuos más importantes que produce la UPFT son: excretas de equinos, bovinos, cerdos, aves; ceniza producida por la combustión del bagazo y leña en la hornilla, bagacillo de prelimpiadores y bagaceras, residuos de la alimentación de las mulas, cachaza no utilizada en la alimentación de los animales, material residual de las plantas aglutinantes, hojas y yaguas (capacho) que no fueron desprendidos del tallo al momento del corte y quedaron en el apronte y aguas servidas provenientes del lavado de mesas y gaveras, entre otros.

A estos residuos se les realiza el proceso de compostaje, mediante el cual los materiales orgánicos se transforman en un material más estable por la acción de micro, meso y macro organismos, en condiciones ambientales de humedad, temperatura y pH (García et al. 2007).

Entre las técnicas del compostaje de fácil adopción está la de formar pilas con los residuos y luego, mediante volteos frecuentes, se mezclan los materiales, con lo que se busca mejorar su aireación (las pilas deben estar tapadas con plásticos o bajo techo); y el de compartimientos se hacen en pequeñas ramadas con divisiones o formando cajones para separar los residuos de diferentes días, con el fin de facilitar el movimiento del material a medida que se vaya compostando. Las composteras en pilas y cajones son instalaciones de fácil construcción y de bajo costo, como se puede ver en la figura 25.



Fotos: Juan G. López L.

Figura 25. Composteras en cajones y pilas.



## Capítulo XIII

# Plagas más importantes de la caña de azúcar para panela

Las buenas prácticas agrícolas (BPA) se consideran esenciales en la adopción del manejo integrado de plagas (MIP), como estrategia de largo plazo para la protección de las plantas y así garantizar la inocuidad de los productos agroalimentarios, la productividad y la sostenibilidad de la producción agrícola, las cuales dependen directamente de la salud de las plantas y su manejo (Torrado 2005).

Son varios los tipos de insectos que atacan la caña de azúcar para panela, entre las que se destacan los perforadores y defoliadores.

El MIP es un enfoque sostenible que combina herramientas biológicas, culturales, físicas y químicas para regular las poblaciones de plagas, a la vez que hace mínimos los riesgos económicos, ambientales y los relacionados con la salud de los humanos. Estas prácticas incluyen la combinación de varias medidas de control, implementadas de manera sistemática.

Asímismo se puede considerar la caña panelera como un cultivo que presenta pocos problemas de plagas y que generalmente son manejados con prácticas culturales de bajo impacto ambiental.

A continuación se describen las plagas con mayor incidencia en el cultivo de la caña panelera según López y Osorio (2000), adaptado de Cassalett et al. (1995).



## Barrenador de la caña de azúcar (*Diatraea* spp.)

Los barrenadores del género *Diatraea* ocasionan un impacto importante en la producción de la caña de azúcar en Colombia. Estudios recientes indican que las pérdidas económicas por *Diatraea* spp. ascienden a 145 kg de azúcar o una tonelada de caña por cada unidad porcentual de intensidad de infestación causada a la caña de azúcar por hectarea. (Gómez et al. 2009).

La disminución estimada en tonelaje de caña cosechada es de 0,826 % y para sacarosa de caña es de 0,038 % por cada unidad porcentual de intensidad de infestación (Bustillo 2013). Lo ideal es tener una intensidad de infestación de *Diatraea* por debajo del 5 %, es decir, de 100 entrenudos observados, máximo deben haber cinco afectados. Para medir la intensidad de infestación de *Diatraea* (IID) se deben evaluar 100 tallos/ha al momento de la cosecha, quitarles la corteza de los lados para observar el daño, contar los entrenudos sanos y los afectados y aplicar la siguiente formula:

$$\text{IID} = \text{entrenudos afectados} / \text{entrenudos observados} \times 100 \text{ (Bustillo 2013).}$$

Otro daño es la destrucción de yemas que disminuye la calidad de la semilla asexual de los semilleros (tallos o cogollos), causa baja germinación y disminuye además la población de tallos por hectárea.

Las perforaciones en y entre los nudos son de forma cilíndrica y facilitan la entrada de otros insectos secundarios, como el picudo negro y rayado (amarillo y negro) de la caña de azúcar y de enfermedades como la pudrición roja y mal de piña (figura 26).

Según Vargas et al. (2013), Cenicaña identificó una nueva especie de barrenador de la caña, clasificada como *Diatraea tabernella*.

En estudios recientes realizados por Corpoica y con el apoyo de Cenicaña, en el departamento de Antioquia, se identificaron las siguientes especies de *Diatraea*: *D. busckella* (la de mayor distribución), *D. indigenella*, *D. Saccharalis* y *D. tabernella* (Villamizar et al. 2014).





Fotos: Juan G. López L.

**Figura 26.** a. De izquierda a derecha larvas de: *D. saccharalis*, *D. tabernella*, *D. indigenella* y *D. busckella*. b y c. Especies de *Diatraea* y daño causado por el barrenador.

## Manejo y control del barrenador

Según López y Osorio (2000), como estrategia de manejo se recomienda realizar las siguientes actividades.

**Control cultural:** uso de semilla sana, buena preparación de suelos, destrucción de residuos de cosecha cuando las poblaciones son muy altas y recolecta de larvas en cogollos con corazón muerto.

**Control biológico:** en el manejo integrado de plagas de la caña de azúcar se encuentra el control biológico, el cual consiste en utilizar los enemigos naturales de la plaga; se pueden realizar liberaciones de *Trichogramma exiguum*, insecto que parasita los huevos, se liberan unas 50 pulgadas/ha en cultivos que tengan una edad entre uno y cinco meses; liberar moscas taquínidas (15 parejas de moscas/ha) que controlan las larvas de *Diatraea*, como la *Billaea claripalpis* y *Genea jaynesi*, en cultivos que tengan entre cinco y siete meses; estas liberaciones se deben realizar en cada ciclo del cultivo.





Otra práctica que se puede realizar es dejar en los bordes de los lotes, caminos, calles de los cultivos, arvenses o malezas nobles que florezcan, ya que estas atraen insectos, algunos de los cuales son controladores biológicos de insectos plagas que afectan al cultivo de caña.

**Control químico:** no se recomienda, ya que la larva se encuentra dentro del tallo y, por tanto, permanece fuera del alcance de los productos químicos. Esta acción no solo acaba con la fauna benéfica sino que también contamina el medio ambiente.

### **Cucarrón de invierno (*Podischnus agenor* Olivier)**

Es un insecto barrenador cuyo adulto se alimenta de los tallos de la caña de azúcar. Por lo general, los adultos emergen principalmente durante el período de lluvias del segundo semestre y la larva se alimenta casi exclusivamente de materia orgánica. El daño económico de esta plaga radica en que al alimentarse de tallos y cogollos realiza perforaciones profundas, causando la muerte de la planta (corazón muerto) o haciéndola más susceptible al quiebre (figura 27).



Fotos: Juan G. López L.

Figura 27. Cucarrón de invierno.

## Manejo y control de la plaga

El mejor control es la recolección manual de adultos y la utilización de cebos-trampas. Se cortan longitudinalmente trozos de guadua, con perforaciones de tres centímetros de diámetro y a una distancia de diez centímetros en uno de los lados del trozo de guadua (figura 28); se llenan con caña madura macerada y un poco de panela y se colocan cada 50 m entre sitios; se inspeccionan frecuentemente, recolectando y destruyendo los individuos hallados y cambiando el cebo cuando esté muy descompuesto (López y Osorio 2000; adaptado de Cassalett et al. 1995).



Fotos: Juan G. López L.

Figura 28. Trampa de guadua para captura de cucarrón de invierno y picudos.

### Picudo rayado de la caña (*Metamasius hemipterus*) y picudo negro de la caña (*Rynchophorus palmarum*)

Normalmente no atacan tallos con entrenudos ya formados sino que aprovechan aberturas hechas por otros insectos o daños mecánicos. Estos daños favorecen la fermentación y atraen a estos insectos para alimentarse y ovopositar. A medida que avanza el daño son mayores las pérdidas de sacarosa por una mayor fermentación de tejidos. El picudo negro, en su estado larvario, se ha visto consumiendo rizomas y retoños de las cepas, con lo que afecta la germinación y macollamiento (figura 29).



Fotos: Juan G. López L.

Figura 29. Picudos rayado y negro de la caña.

## Manejo y control de los picudos

No utilizar tallos o cogollos afectados para la siembra; en el momento de la cosecha realizar el corte a ras del suelo, tratando de no dejar trozos de tallo porque, al fermentarse, atraen a los picudos. El control de los perforadores también ayuda a estos insectos, limitando su entrada a la caña.

Utilizar un sistema integrado de cebos-trampas (ver recomendación para capturar al cucarrón de invierno); y el sistema de recolección y destrucción manual cuando se encuentren poblaciones muy altas (López y Osorio 2000; adaptado de Cassalet et al. 1995).

## Barrenador gigante de la caña de azúcar o gusano tornillo (*Telchin licus Drury*)

Las larvas de este insecto atacan las cepas y los tallos de la planta. La larva entra a los tallos por la base y luego tapa el orificio de entrada con una mezcla de bagazo y saliva, situación que hace que el control químico no funcione. Su acción destruye el tejido vascular de la parte basal, realizando galerías profundas con un diámetro de 1 a 1,5 cm (figura 30).

El suministro de agua a la parte superior de la planta no se afecta, lo que hace que no se observen síntomas externos de marchitamiento, situación que hace difícil detectar el daño en plantas adultas. Cuando el ataque es severo, se observan hojas amarillentas y al doblar estos tallos se quiebran fácilmente.

Debido al daño ejercido por esta larva también se presenta fermentación de los tejidos, que afecta la calidad de los jugos; esta fermentación atrae a otros insectos y patógenos, lo que agrava el problema. Se ha observado que las poblaciones y daño del insecto son mayores en la medida en que aumenta el número de cortes de un lote.



Figura 30. Gusano tornillo.

Fotos: Juan G. López L.



## Manejo y control del gusano tornillo

Debido a que permanece la mayor parte del tiempo protegido dentro de las cepas y tallos, se dificulta el control químico o biológico. Como estrategia de control se recomienda renovar lotes afectados, buena preparación de suelos y la recolección manual de las larvas, en los estados tempranos del cultivo. Esta práctica es la que mejor resultados ha dado en Brasil y Panamá, donde la plaga es de importancia económica.

El control químico además afecta la población de los controladores biológicos naturales que tiene la plaga, como algunas especies de hormigas, moscas y avispas (López y Osorio 2000; adaptado de Cassalett et al. 1995).

## Insectos defoliadores y chupadores

En las zonas paneleras, los insectos comedores y chupadores de follaje se han presentado esporádicamente; normalmente se encuentran en poblaciones bajas, ya que tienen numerosos enemigos naturales. Cuando es necesario controlar alguna plaga que ataque al follaje de la planta, comúnmente se ha recurrido a los siguientes controles: utilización de cebos envenenados para controlar adultos, aplicaciones de hongos o bacterias entomopatógenas (son organismos que atacan algunas plagas que afectan los cultivos), y parasitoides naturales que destruyan los estados de huevo y pupa del insecto. No se recomienda el uso de insecticidas (López y Osorio 2000; adaptado de Cassalett et al. 1995).



## Capítulo XIV

# Enfermedades más importantes de la caña de azúcar para panela

Las enfermedades pueden ser ocasionadas por hongos, bacterias y virus, entre otros organismos. A continuación se describen las enfermedades con mayor incidencia en el cultivo de la caña panelera según López y Osorio (2000), adaptado de Victoria et al. (1995).

### Muermo rojo (*Colletotrichum falcatum* Went)

Enfermedad producida por un hongo que afecta los tallos y hojas de la planta. Para que la enfermedad afecte la parte interior de los tallos, necesita un punto de entrada, el cual puede ser el daño que realizan los barrenadores, cucarrones o daño mecánico producido por alguna herramienta. Cuando los tallos están muy afectados emiten un olor a vinagre fuerte y se ahuecan; al utilizar semilla infectada por el hongo se presenta una baja germinación y una alta mortalidad de los brotes que logran germinar.

El muermo rojo o pudrición roja afecta también los tallos que van para molienda y cuando estos son cortados con mucha anticipación (de cuatro a cinco días) se presenta una rápida fermentación que causa la inversión de la sacarosa, lo que da como resultado bajos rendimientos y panela de mala calidad (figura 31).

Los síntomas de la enfermedad en las hojas son pequeñas manchas rojizas y, en la parte central, forman lesiones pequeñas y alargadas de 3 a 9 cm de longitud y se encuentran en el haz de las mismas (parte de arriba de las hojas).





Fotos: Juan G. López L.

**Figura 31.** Muermo rojo asociado al daño del barrenador (*Diatraea* spp.).

## Control de la enfermedad

No existen variedades resistentes, y lo único que se recomienda es un buen manejo de la semilla y evitar causar heridas a las yemas. Se puede proteger la semilla con un fungicida, sumergiéndola completamente. Entre los fungicidas más utilizados están el Vitavax® 300, Benlate®, Bavistin®, aplicados en una dosis de 5 g/l (López y Osorio 2000; adaptado de Victoria et al. 1995).

## Mal de piña (*Ceratocystis paradoxa* (Dade) Moreau)

Esta enfermedad es producida por un hongo que ocasiona una pudrición amarilla o anaranjada en los tejidos internos de los tallos utilizados para la siembra. La pudrición inicia en los cortes realizados en el tallo o daños en las yemas; cuando la enfermedad está muy avanzada, la pudrición se torna negra. Los tallos afectados emiten un olor característico semejante al de la piña. El tratamiento de la enfermedad es similar al del muermo rojo (López y Osorio 2000; adaptado de Victoria et al. 1995) (figura 32).



Fotos: Juan G. López L.

**Figura 32.** Tallos afectados por mal de piña.



## Mancha de anillo (*Leptosphaeria sacchari* van Breda de Haan)

Es un hongo que ataca principalmente las hojas; las manchas inicialmente son rojizas, pequeñas, ovaladas o esféricas; posteriormente, son irregulares al aumentar su tamaño. El centro de la lesión toma un color café claro rodeado por un anillo café rojizo; las manchas se presentan normalmente en las hojas inferiores o más viejas de la planta (figura 33).

La enfermedad se asocia con un pobre desarrollo de las plantas, ocasionado por la baja fertilidad de los suelos y condiciones de alta humedad relativa. En algunas zonas paneleras la enfermedad ha causado pérdidas económicas, siendo las variedades más susceptibles la México 64-1487, POJ 28-78 (amarilla), POJ 27-14 (negra), Co 421 (valluna o blanca).



Fotos: Juan G. López L.

Figura 33. Hojas afectadas por mancha de anillo.

## Control de la enfermedad

Se considera que la mayoría de las variedades tienen resistencia a la enfermedad. En caso de una afección fuerte, la situación se maneja disminuyendo los índices de humedad —lo cual se consigue aumentando las distancias de siembra—, realizando deshojes y, en último caso, reemplazando la variedad sembrada por una resistente a mancha de anillo (López y Osorio 2000; adaptado de Victoria et al. 1995).



## Raquitismo de la soca (*Leifsonia xyli* subsp. *xyli*)

Es una de las principales enfermedades de la caña de azúcar; se presenta en la mayoría de las zonas paneleras de Antioquia; su agente causal es una bacteria.

Los síntomas de la enfermedad son retraso en el crecimiento, y disminución en la longitud, diámetro y número de tallos en cada cepa; finalmente, la planta toma una apariencia raquítica y clorosis (amarillamiento) generalizada. Al realizar un corte transversal en el tallo en la base de los nudos afectados, se pueden observar formas de comas de color anaranjado rojizo (figura 34).

Los síntomas son muy diversos y dependen, entre otros factores, de las condiciones ecológicas, variedad, número de cortes y edad de la planta.

Las pérdidas ocasionadas por la enfermedad se han establecido entre 15 % y 30 %, dependiendo de la variedad, condiciones de crecimiento y manejo del cultivo.



Fotos: Juan G. López L.

Figura 34. Tallos afectados por raquitismo de la soca.

## Control de la enfermedad

Para el control y la prevención del raquitismo de la soca, se debe utilizar material de propagación sano; es importante al pasar de un lote a otro, desinfectar la herramienta de corte, sumergiéndola en una solución de Vanodine® o

Sanivet® al 1 % (10 cm del producto por litro de agua), ya que la bacteria puede permanecer viva en la herramienta hasta 18 días (López y Osorio 2000; adaptado de Victoria et al. 1995).

El material de propagación libre de la enfermedad se obtiene tratando la semilla con agua caliente, que consiste en tomar tallos de siete a nueve meses de edad, cortarlos en trozos de una a tres yemas, sumergirla en agua caliente a 50 °C durante diez minutos; dejar en reposo durante 8-12 horas y luego sumergirla nuevamente en agua caliente a 51 °C durante una hora y sembrar inmediatamente en el campo (Victoria 1997).

La forma más económica y efectiva para el control de la enfermedad es la utilización de variedades resistentes. Según Cenicaña, se han registrado como tolerantes las variedades PR 61-632, V 71-51, CC 84-75 y CC 85-63 (Victoria et al. 1995).

## **Carbón de la caña (*Sporisorium scitamineum*)**

Enfermedad producida por un hongo. En Antioquia se encontró en los municipios de Támesis, Valparaíso, Betania, San Roque, Yalí, Santo Domingo, Frontino y Yolombó en 1993.

Esta enfermedad puede reducir de manera significativa la producción. Las pérdidas económicas dependen del grado de susceptibilidad de las variedades y pueden ser de 70 % en socas y en plantilla (primer corte) hasta de 29 %. Los tallos afectados aumentan la producción de miel por incremento de los azúcares reductores y reducción de la concentración de sacarosa (figura 35).

Los tallos afectados presentan en la parte terminal la formación de una estructura semejante a un látigo, siendo el síntoma primario. Los tallos no se desarrollan y mueren.

La infección secundaria se puede manifestar en las yemas laterales de los tallos adultos, las cuales germinan y forman los brotes denominados lalas con síntomas de carbón. En Antioquia, la enfermedad ha afectado las variedades CP 57-603 y Co 421 (valluna).



Fotos: Juan G. López L.

**Figura 35.** Síntoma del carbón de la caña.

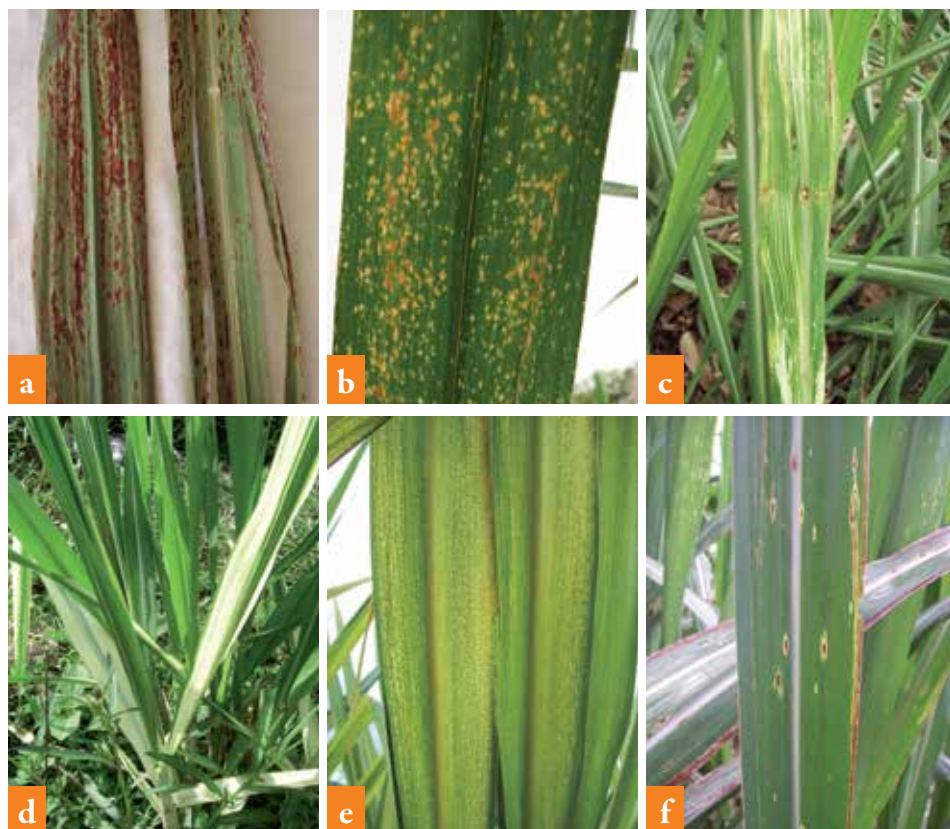
## Control de la enfermedad

La siembra de variedades resistentes es la mejor forma de controlar el carbón; entre las más resistentes se encuentran POJ 28-78, RD 75-11, CC 84-75, CC 85-92, CC93-7711, CC 93-7510, CC 93-4418, CC 93-3895, CC 92-2198.

También se recomienda establecer semilleros con material sano y tratado con un fungicida (Bayleton®), sumergiendo la semilla completamente durante cinco minutos; erradicación de las cepas enfermas (se deben quemar) o aplicando el herbicida glifosato en dosis de 10 cm<sup>3</sup> por litro de agua.

## Otras enfermedades

En las zonas paneleras se presentan esporádicamente las siguientes enfermedades: roya café (*Puccinia melanocephala* H. Sydow), roya naranja (*Puccinia kuehnii* Kruger), mancha amarilla (*Mycovellosiella koepkei* Kruger), escaldadura de la hoja (*Xanthomonas albilineans* Ashby), virus, mancha de ojo (*Bipolaris sacchari* Butl) y últimamente se ha detectado en el Valle del Cauca el virus de la hoja amarilla (SCYLV) (López y Osorio 2000; adaptado de Victoria et al. 1995) (figura 36).



Fotos: Juan G. López L.

**Figura 36.** Otras enfermedades que afectan al cultivo de caña de azúcar. a. Roya café; b. Mancha amarilla; c y d. Escaldadura de la hoja; e. Virus; f. Mancha de ojo.





## Capítulo XV

# Cosecha de la caña

La cosecha de la caña panelera es la actividad que cierra el ciclo productivo del cultivo. A esta labor no se le ha prestado la importancia adecuada en la mayoría de los casos, lo cual origina grandes pérdidas económicas para los productores.

A continuación se recomiendan algunas medidas que pueden ser implementadas para mejorar esta actividad.

### Síntomas de maduración

A continuación se presentan los síntomas de maduración o formas de decidir el momento de cosechar el cultivo de caña de azúcar en zonas paneleras y la propuesta de utilizar el refractómetro, instrumento que da información precisa para realizar la cosecha del cultivo y es de fácil utilización y bajo costo.

### Síntomas externos

Cambio de color en los entrenudos, los tallos de color verde se vuelven verde amarillos, los de color morado se tornan de un color morado más intenso. Los entrenudos superiores se acortan, el número de hojas disminuye y tienden a ponerse amarillas (clorosis), al reducir el ritmo de crecimiento; además, en esta etapa ya se presenta un déficit de nutrientes. Asimismo, hay variedades que, al estar cerca de la maduración fisiológica, florecen.

### Edad del cultivo

Consiste en cosechar el cultivo después de determinado número de meses; este criterio es inexacto porque hay factores que retardan o aceleran la maduración (sequías, brillo solar, invierno, exceso de nitrógeno). Lo ideal es utilizar el refractómetro.

### Utilización del refractómetro

Mide los sólidos solubles totales (SST) y se expresa en grados Brix (°Brix). Se debe empezar a muestrear el lote dos meses antes del tiempo esperado para realizar el corte (tabla 6).

Tabla 6. Ejemplos de °Brix tomados con el refractómetro y su índice de maduración respectivo

| °Brix inferior | °Brix superior | Índice de maduración |
|----------------|----------------|----------------------|
| 22             | 21             | 0,95                 |
| 20             | 15             | 0,75                 |
| 18             | 21             | 1,17                 |
| 15*            | 15             | 1,00                 |

\* En esta última lectura, el índice de maduración es igual a 1, pero no es recomendable cosechar debido a los bajos grados °Brix.

Fuente: López y Osorio 2000

Los °Brix inferior (tercio inferior) son una lectura que se toma en el cuarto entrenudo del tallo, contando del nivel del piso hacia arriba o a unos 40 centímetros de altura del piso; el °Brix superior se toma en la parte superior del tallo (tercio superior) y se realiza del punto donde se corta la caña, dos a tres entrenudos o 20 a 30 cm hacia abajo. Se deben tomar muestras de 15 a 20 tallos por hectárea cada 15 días (figura 37).



## Interpretación de los resultados

Luego de realizar los muestreos de °Brix se debe aplicar la siguiente fórmula para calcular el índice de maduración:

$$\text{Índice de maduración (IM)} = \frac{\text{°Brix superior}}{\text{°Brix inferior}}$$

En seguida, se debe sacar el promedio de todos los índices de maduración, el cual indicará si el cultivo se puede cosechar y se interpreta de la siguiente manera:

0,95-1 → Caña madura, cosechar inmediatamente.

Menos de 0,95 → Caña inmadura, se debe esperar un tiempo más y volver a realizar el muestreo.

Mayor de 1 → Caña sobremadura, se debe cosechar lo más rápido posible



**Figura 37.** Forma de tomar el °Brix en un tallo de caña.

Fuente: Elaboración propia

Al cosechar cañas inmaduras o sobremaduras, se presenta alta cantidad de azúcares reductores que dañan el grano de la panela y dificultan el manejo de los jugos, además de presentar bajos rendimientos. La caña se debe cosechar en el estado óptimo de maduración y con °Brix mayores de 20 y un índice de madurez de 0,95 a 1 (López y Osorio 2000).

## Capítulo XVI

# Factores que influyen en los rendimientos y calidades de la caña y la panela

En este capítulo se mencionarán algunos factores que actúan en forma combinada y determinan el comportamiento y rendimiento del cultivo de caña panelera; los más importantes son los factores climáticos (temperatura, humedad, brillo solar), altura sobre el nivel del mar, el suelo y la variedad sembrada.

### Factores climáticos

Cuando hay bajas temperaturas, menores de 20 °C, el crecimiento del cultivo es muy lento. Los cambios de temperatura entre el día y la noche mayores de 8 °C son indispensables para la obtención de panela de buena calidad.

La alta humedad en el momento de corte disminuye los rendimientos, mientras que la baja humedad los aumenta. Localidades con buen brillo solar producen tres a cuatro veces más sacarosa que lugares nublados (López y Osorio 2000).

### Altura sobre el nivel del mar

Está directamente relacionada con el periodo vegetativo. A menor altura sobre el nivel del mar (msnm) más rápido se debe realizar el corte, aunque el corte depende también de la variedad (tabla 7).



**Tabla 7.** Periodo vegetativo de las variedades de caña de acuerdo a la altura sobre el nivel del mar

| Altura sobre el nivel del mar | Edad de corte |
|-------------------------------|---------------|
| 0-500                         | 11-13 meses   |
| 600-1.000                     | 12-14 meses   |
| 1.100-1.500                   | 14-16 meses   |
| 1.600-2.000                   | 18-24 meses   |

Fuente: Buenaventura 1981a

## El suelo

Los suelos con altos contenidos de materia orgánica y buen nitrógeno aumentan las producciones en caña, pero disminuyen los rendimientos en panela. El fósforo incrementa el contenido de sacarosa y ayuda a una buena clarificación y grano de la panela, y la deficiencia de potasio baja los niveles de sacarosa, sólidos totales y los azúcares recuperables.

## Variedad sembrada

Cuando una variedad presenta mayor contenido de sacarosa, se produce más cantidad de panela, y se adquiere su maduración a los 16 meses, por lo cual se debe cortar en ese momento para alcanzar los máximos rendimientos.

Una variedad mal manejada (deficiente control de arvenses, fertilización inadecuada), afectada por plagas o enfermedades, florecida o no cosechada oportunamente reduce los rendimientos y la calidad de panela (figura 38).



**Figura 38.** Factores que influyen en la cosecha de la caña.

Fuente: Elaboración propia

## Capítulo XVII

# Sistemas de corte

Existen varios métodos de corte y la utilización de uno u otro depende del nivel tecnológico, la capacidad económica de los productores y la tradición.

### Corte por parejo

Consiste en cortar todos los tallos del lote cuando se encuentren en el punto óptimo de maduración; esto facilita la organización de la finca y reduce los costos del corte. Los rendimientos obtenidos son mayores a diferencia del corte por entresaque, es el sistema utilizado en siembras tecnificadas.

### Corte por entresaque

Es el sistema más utilizado en plantaciones menores de dos hectáreas y cuando la caña se tiene como cultivo complementario a otro, el cual normalmente es el café. Consiste en cosechar solamente los tallos maduros que se encuentran en cada cepa. El número de cortes por año está supeditado al macollamiento, edad de la cepa y al estado de crecimiento de los tallos; normalmente se realiza un entresaque cada cuatro a seis meses o de acuerdo a las necesidades del agricultor.

### Ventajas del corte por entresaque

La siembra mateada y el corte de la caña por entresaque son un sistema de producción de economía campesina, en el cual el cultivo tiene plantas o cepas con tallos de diferentes edades, lo que posibilita la cosecha con mayor frecuencia (se realizan entresaques o cosechas cada tres, cuatro o seis meses, cortando



solamente los tallos maduros y la cantidad depende de la población de tallos por planta o de las necesidades económicas del agricultor), es adecuado para áreas pequeñas donde el agricultor solo utiliza la caña como medio de subsistencia o pancoger. En los arreglos de aparcería o cosecheros, bien manejado es amigable con el medio ambiente (protege el suelo en lotes con pendientes muy fuertes y erosionables). Cuando se realiza el entresaque a conciencia por parte del agricultor se produce panela de muy buena calidad; se pueden obtener producciones de caña aceptables, siempre y cuando se manejen distancias de siembra adecuadas, alta población de tallos, resiembras, prácticas de renovación, enmiendas y utilización de fertilizantes, estas últimos solo se pueden aplicar cuando se realiza un entresaque fuerte y no queden tallos con edades mayores a cinco meses, ya que pueden dañar la calidad de la panela. En algunas zonas paneleras, este sistema se encuentra asociado con otros cultivos como café, plátano, yuca, frutales y especies forestales, sistema muy importante para la seguridad alimentaria de la familia panelera de economía campesina o de subsistencia.

## Desventajas del corte por entresaque

Este es un sistema que solo se recomienda para pequeñas extensiones de caña o economía campesina, como se dijo anteriormente; no es recomendado para grandes extensiones de cultivo por los bajos niveles de productividad y eficiencia en el manejo del cultivo. A continuación se presentan desventajas que puede presentar este sistema de manejo o corte del cultivo.

- Requiere una mayor distancia de siembra para permitir la entrada de luz a la base del tallo y así favorecer su germinación permanente, pero disminuye población de plantas y tallos.
- Se utiliza una mayor cantidad de mano de obra en la cosecha de la caña, con un rendimiento entre 500 a 1.500 kg por jornal, porque al momento del corte se le realiza mantenimiento a la cepa (control de malezas y erradicación de tallos enfermos).
- Se dificulta el transporte de la caña, la cual debe ser sacada en hombro para evitar que las mulas dañen los tallos que quedan.

- Al realizar el corte se pueden dañar los tallos vecinos que aún no están maduros.
- Es difícil hacer el corte a ras del suelo; se dejan tocones que dañan la cepa al fermentarse y disminuyen el macollamiento y atraen insectos y enfermedades.
- No hay época adecuada para la aplicación de fertilizantes, debido a los diferentes estados de desarrollo en que se encuentran los tallos.
- La mayor distancia de siembra favorece el desarrollo permanente de malezas.
- A veces se entresacan tallos con diferentes edades, dañando el rendimiento y la calidad de la panela.
- Los rendimientos en caña y panela por hectárea son bajos en la mayoría de los casos.
- No hay prácticas de renovación adecuadas, la mayoría de cultivos presentan cepas muy viejas.
- No se realizan resiembras oportunamente y se utiliza material de siembra (cogollos) de muy baja calidad.

### ¿Cómo sustituir el corte por entresaque?

Teniendo en cuenta que el corte parejo es más ventajoso que por entresaque, se puede sustituir realizando siembras escalonadas, de acuerdo con la capacidad de molienda del productor que al mismo tiempo depende del número de moliendas por año. Cuando el café es el cultivo principal de la finca, se deben planificar las siembras y así se puede cosechar con óptimos rendimientos en la época en que no hay cosecha principal de café.

Los lotes deben estar debidamente identificados, con números o nombres (figura 39).

Ejemplo: Hay un agricultor que produce 10 cargas de panela (1.000 kg cada 15 días), es decir, que debe sembrar lotes de 1.000 metros cuadrados, cada 15 días, o sembrar 36 surcos a una distancia de 1,4 metros entre surcos y una longitud de 20 metros de largo, o hacer 15 surcos de 50 metros de largo por 1,40 metros entre estos.



**Figura 39.** Lotes debidamente identificados con números o nombres.

Nota: Un lote de 1.000 m<sup>2</sup> produce entre 8 y 12 toneladas de caña. Lo único que se necesita para esto es ganas y un poco de organización.

Fuente: Elaboración propia





## Capítulo XVIII

### Labores poscosecha

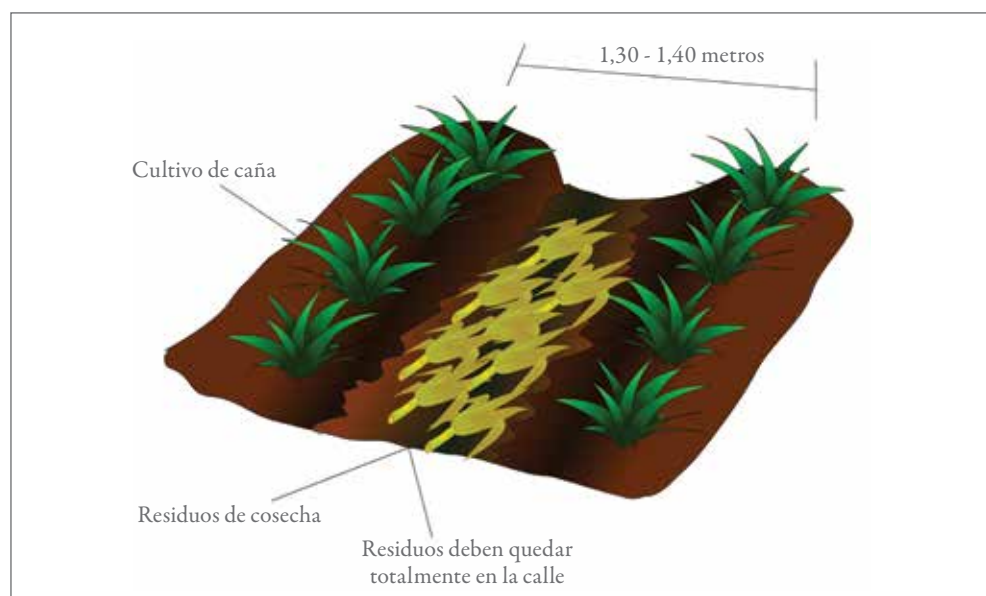
En los sistemas de corte por parejo y corte por desguíe o entresaque se deben realizar las siguientes labores.

#### Encalle o despaje

Esta es una práctica cultural que consiste en destapar las cepas y colocar los residuos de cosecha en las calles; esta labor se debe realizar en los primeros ocho días después del corte, ya que los residuos se descomponen y afectan el desarrollo de la soca, al tener un efecto herbicida (alelopatía), y reducen la población de tallos y retrasan su crecimiento.

Después de una cosecha por parejo, quedan en el campo entre 25 y 40 toneladas por hectárea de residuos, que al descomponerse mejoran la fertilidad y la condición física de los suelos y reducen la población de malezas. En observaciones realizadas en las zonas paneleras donde se realiza corte por parejo, a los 14 meses se han descompuesto la mayoría de los residuos (figura 40).

Según Cenicaña, en 22 t/ha de residuos secos es posible obtener 125 kg de N, 223 kg de K y 105 kg de Ca, los cuales pueden ser utilizados eficientemente por la planta, si las condiciones para la mineralización son adecuadas. En caña sin quemar, los rendimientos son superiores en 10 t/ha de caña, en comparación con caña quemada o donde hay remoción total de los residuos de cosecha (Victoria et al. 1995). Por esta razón no se recomienda quemar los residuos de cosecha.



**Figura 40.** Forma de realizar el encalle.

Fuente: Elaboración propia

## Cepillado de la cepa

Esta labor se ejecuta solamente cuando, al realizar el corte de los tallos, se dejan tocones muy altos, los cuales, al fermentarse, atraen patógenos e insectos que destruyen los nuevos rebrotes, lo que genera galerías dentro de la cepa. Además, las cepas se van embalconando y se reduce la productividad y presenta mayor volcamiento de los nuevos tallos en la próxima cosecha.

El cepillado consiste en cortar los tocones a ras del piso inmediatamente después de realizar el encalle. Esta labor se debe realizar con un machete o azadón bien afilado y desinfectado con un producto a base de yodo, especialmente cuando se cambie de lotes, para evitar principalmente la diseminación de enfermedades causadas por bacterias.

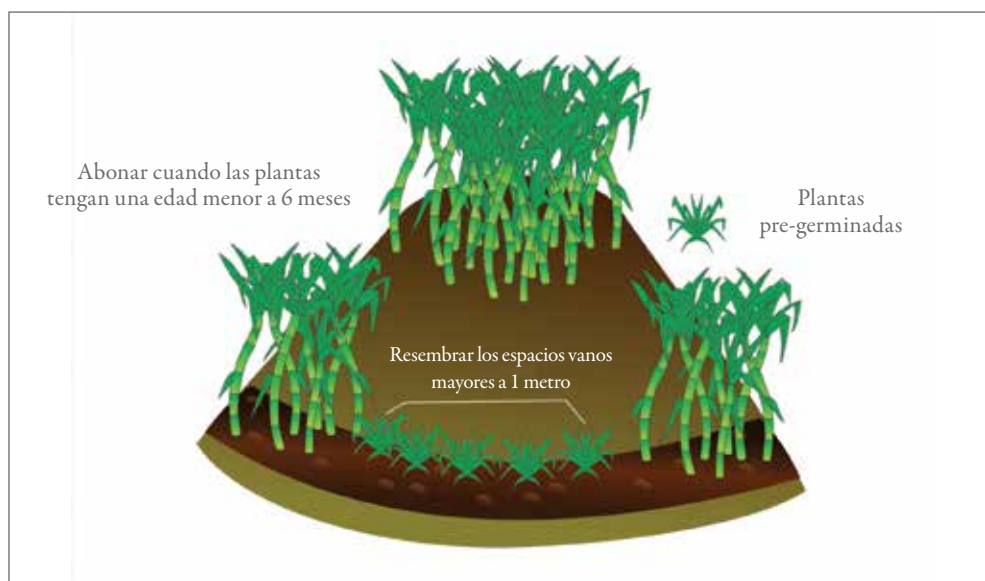
## Labores poscosecha en cortes por desguíe o entresaque

En el sistema de siembra mateado, donde normalmente se maneja este sistema de corte, lo común es encontrar cultivos muy antiguos y con bajas poblaciones

de plantas. En estos casos se debe analizar si es mejor realizar una resiembra o renovar todo el lote.

En la primera alternativa, la resiembra, se debe ubicar un semillero de yemas cerca al lote (se explica en la capítulo de resiembras) e inmediatamente después del corte, sembrar la planta pregerminada en los espacios entre planta y planta, mayores a un metro, y en lo posible que esta resiembra quede sobre los surcos de mayor población de plantas (figura 41).

Cuando se hagan los semilleros se deben observar los cultivos a resemar y determinar cuál es la variedad de mayor productividad de los lotes (normalmente hay mezcla de variedades) y resemarlo con esta.



**Figura 41.** Labores poscosecha en corte por desguíe o entresaque.

Fuente: Elaboración propia

Asimismo, se deben realizar aporques a las cepas que están embalconadas. Para fertilizar se debe realizar un entresaque fuerte y no dejar tallos con edades mayores de seis meses. Para no afectar la calidad de la panela, se deben utilizar abonos con bajos contenidos de nitrógeno.

No sacar los residuos de cosecha del lote favorece el constante reciclaje de nutrientes y sostiene la productividad del cultivo en este sistema de producción.



# Formatos para registros de las actividades de la finca panelera

Con el fin de tener una mejor organización de la finca panelera, se debe contar con los registros de las operaciones realizadas en un sistema de identificación de lotes y labores, que permitan hacer el seguimiento de la caña y elaboración de la panela (conocer dónde y cómo fue elaborada, insumos utilizados). Todo lo anterior para cumplir con la trazabilidad del producto en el proceso de programación y planeación (tablas 8 y 9).

Tabla 8. Formato para el registro de actividades varias

| Nombre de la finca: |           |         |          |       |             |                   |               |
|---------------------|-----------|---------|----------|-------|-------------|-------------------|---------------|
| Lote:               |           |         |          |       |             |                   |               |
| Variedad sembrada:  |           |         |          |       | Área:       |                   |               |
| Fecha:              |           |         |          |       | Semana:     |                   |               |
| Fecha               | Actividad | Insumos |          |       | Responsable | Jornales cantidad | Observaciones |
|                     |           | Nombre  | Cantidad | Dosis |             |                   |               |
|                     |           |         |          |       |             |                   |               |
|                     |           |         |          |       |             |                   |               |
|                     |           |         |          |       |             |                   |               |

Fuente: López 2014

Tabla 9. Formato para inventario de insumos

| Nombre de la finca: |          |                    |          |       |          |       |          |       |             |       |
|---------------------|----------|--------------------|----------|-------|----------|-------|----------|-------|-------------|-------|
| Fecha:              |          |                    |          | de:   |          |       |          | a:    |             |       |
| Clase               | Producto | Inventario inicial |          |       | Entradas |       | Salida   |       | Saldo final |       |
|                     |          | Unidad             | Cantidad | Valor | Cantidad | Valor | Cantidad | Valor | Cantidad    | Valor |
|                     |          |                    |          |       |          |       |          |       |             |       |
|                     |          |                    |          |       |          |       |          |       |             |       |
|                     |          |                    |          |       |          |       |          |       |             |       |

Fuente: López 2014

## Capítulo XIX

# Sistemas agroforestales en el cultivo de la caña de azúcar para panela

La agroforestería es el nombre genérico utilizado para describir el sistema de uso de la tierra, antiguo y ampliamente practicado, en el que los árboles se combinan espacial y temporalmente con animales y cultivos agrícolas (Altieri 2000).

Los sistemas agroforestales han sido muy poco utilizados en el cultivo de la caña panelera; sin embargo, algunos productores de una manera intuitiva y empírica han realizado algunos arreglos con relativo éxito, en lo ecológico, socioeconómico y productivo del cultivo de caña panelera y de la especie forestal.

En lo ecológico se destaca el aumento de la biodiversidad en los monocultivos de caña, la absorción de carbono y reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero y el reciclaje de nutrientes, entre otros.

En la parte socio-económica hay una diversificación de cultivos y permite no depender de un solo cultivo, generar empleo, mejor aprovechamiento del suelo y como dicen algunos agricultores: “Cuando aprovecho las especies forestales, ahí tengo la jubilación”.

En lo productivo no se afectan los rendimientos de la caña y se tienen otros beneficios como producción de madera, postes para cerca, forraje y frutos, entre otros.



## Sistema caña, especies aglutinantes

En este arreglo se busca sembrar las especies aglutinantes utilizadas para clarificar los jugos o descachazar. En este momento estas plantas con poderes aglutinantes o floculantes están agotadas, por lo tanto, se les debe realizar un manejo sostenible; es indispensable en cada finca panelera conservar y sembrar estas especies en asocio con el cultivo de caña, como monocultivo o en zonas de protección (López et al. 2005).

En el asocio con caña se recomienda la siembra de balso (*Heliocarpus americanus* L.), el cual se puede sembrar a una distancia de 15 a 20 metros, en bordes de caminos o divisiones de lotes. Como monocultivo se puede sembrar a una distancia entre cinco y siete metros.

Otras especies que son factibles de sembrar en bordes de caminos y divisiones de lotes son: cadillo blanco (*Triumfetta mollissima* L.), cadillo negro (*Triumfetta lappula* L.), cadillo de mula (*Pavonia spinifex* Cav.), Juan blanco (*Hemistylis macrostachys* W.), San Joaquín (*Malvaviscus penduliflorus*), las cuales se caracterizan por ser de porte bajo; en sistemas de siembra mateados es posible sembrarlos entre la caña. Se recomienda sembrar estas especies como monocultivo, utilizando distancias de siembra entre 1 y 2,5 m en cuadro o triángulo.

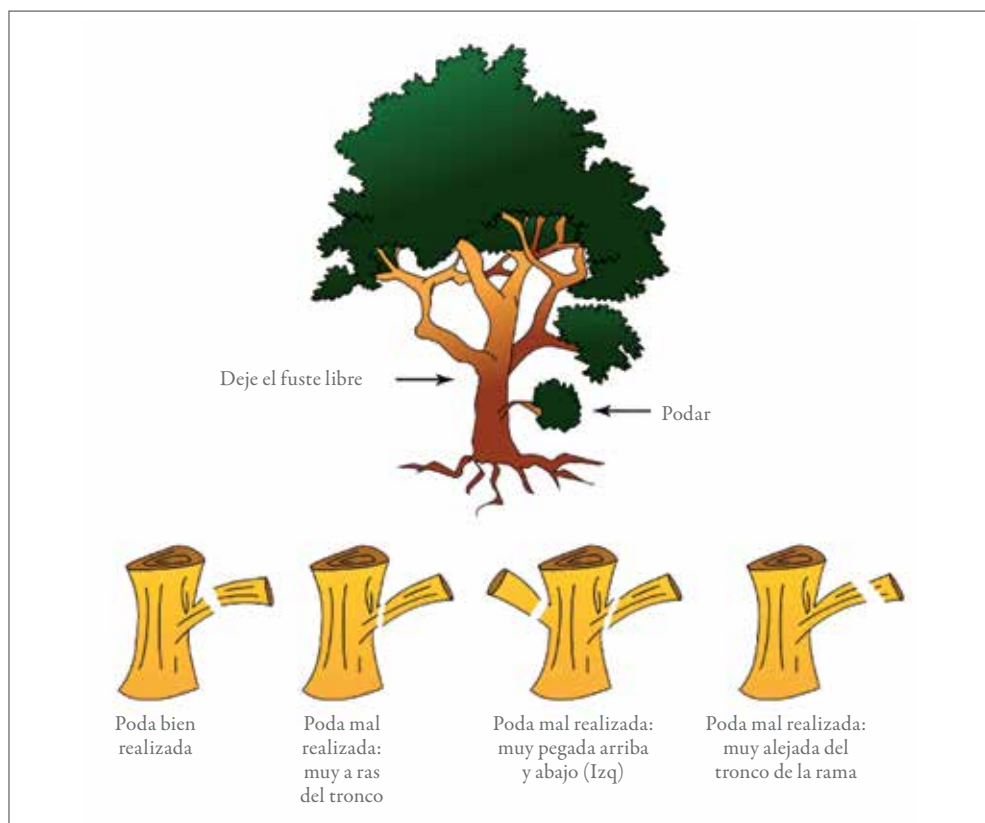
El guásimo (*Guazuma ulmifolia* L.) se debe sembrar en bordes de caminos y divisiones de lotes, ya que es un árbol muy ramificado y es difícil su manejo entre los cañaduzales.

## Manejo de las especies aglutinantes

La época de siembra de todas las especies aglutinantes es al principio de las lluvias; se hace un hoyo de 40 x 40 x 40 cm; se debe fertilizar al momento de la siembra o inmediatamente después del corte y aplicar de 1 a 3 kg de compost de trapiche por planta.

Se deben realizar podas de formación al balso y al guásimo con el fin de disminuir la sombra que producen y eliminar las ramas inferiores, para mejorar el fuste y que el árbol gane altura. Las podas se deben realizar al final del verano o en la época de más rápido crecimiento y eliminar menos de 1/3 parte de la

copa verde. Se debe realizar con un serrucho o podadora casi a ras del tallo, dejando el hinchado natural donde empieza la rama. Nunca se debe utilizar el machete y, en los sitios de poda de formación, se deben aplicar cicatrizantes. En las especies de porte bajo como los cadillos no son necesarias podas de formación (figura 42).



**Figura 42.** Formas para realizar las podas en especies aglutinantes.

Fuente: Elaboración propia

## Formas de aprovechamiento de las plantas aglutinantes

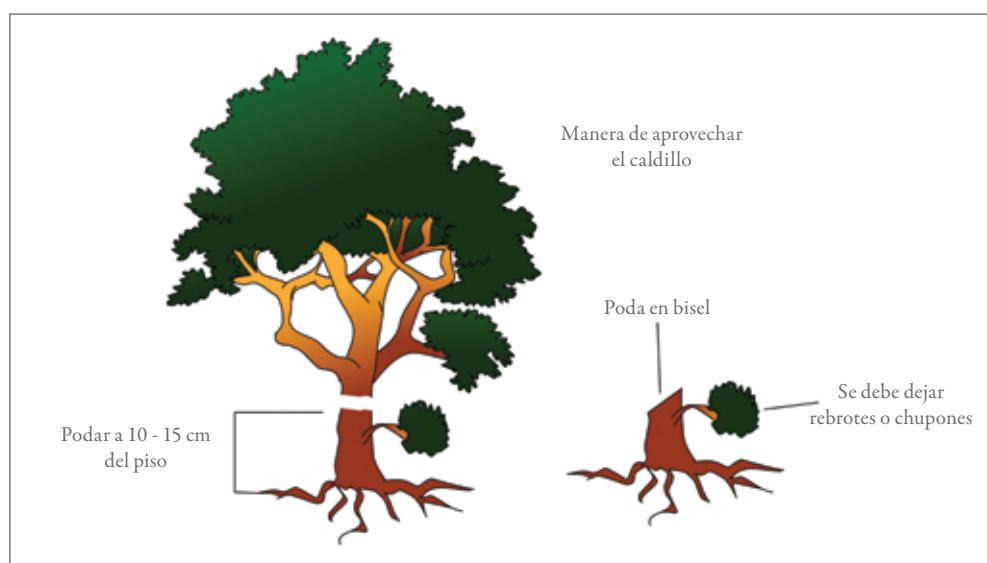
Para el aprovechamiento del balsa (extracción de la corteza del tallo principal), se debe sacar una tira y dejar otra, para evitar el secamiento del árbol e, igualmente, se puede aprovechar la corteza de las ramas cuando se realizan las podas de formación. Para el aprovechamiento del guásimo se deben cortar las ramas de mejor desarrollo y no se recomienda sacar la corteza del tallo principal (figura 43).





Para los cadillos blanco y negro y el Juan blanco se utiliza la corteza de los tallos más desarrollados. Realizar el corte a 10-15 cm del piso y siempre se deben dejar los tallos o rebrotes de menor desarrollo o al menos un rebrote, para evitar el secamiento de la planta. En el cadillo de mula y el San Joaquín, en los cuales el mucílago está principalmente en las hojas, se deben seguir las mismas indicaciones de las especies anteriores para su manejo. Aplicar cicatrizantes en los puntos de corte para evitar pudriciones.

Después de cada aprovechamiento se debe fertilizar con compost de trapiche, aplicando entre 1 y 3 kg por planta, para obtener una rápida recuperación.



**Figura 43.** Formas de aprovechamiento de las especies aglutinantes.

Fuente: Elaboración propia

## Sistema caña, especies forestales de madera valiosa

En este arreglo se deben sembrar los árboles a densidades bajas (espaciamiento amplio); se recomienda una población de 18 a 50 árboles por hectárea y la especie debe cumplir con las siguientes cualidades:

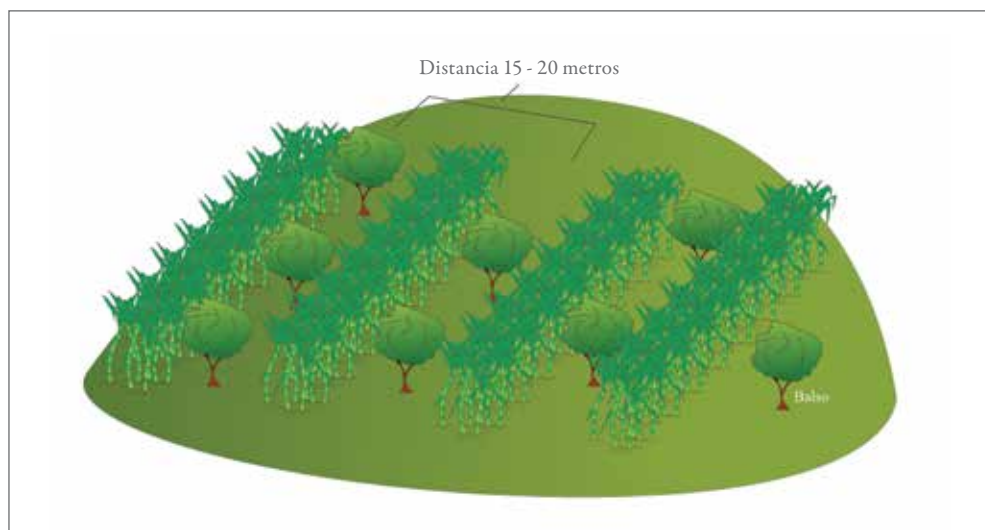
- Especie adaptada a las condiciones agroecológicas de la zona.
- Tener sistema radicular profundo para evitar competencia con la caña e inconvenientes para la preparación de suelos.

- Copa poco densa para evitar sombra excesiva.
- Especie de rápido crecimiento.
- Buena tolerancia a las podas repetidas y fuertes para controlar el nivel de sombra.
- Producción de hojarasca de buena calidad en nutrientes y descomposición rápida.
- Que no sea huésped alterno de plagas y enfermedades.

Las distancias de siembra más recomendadas pueden oscilar entre 12 x 12 y 25 x 25 en cuadro o en triángulo, para un número de árboles por hectárea entre 18 y 50. Las especies más recomendadas son las siguientes: cedro (*Cedrela odorata* L.), nogal cafetero (*Cordia alliodora*), guayacán amarillo (*Tabebuia chrysantha*), guayacán rosado (*Tabebuia rosea*) y jagua (*Genipa americana*).

Si estas especies se utilizan como cerca viva, no se le debe clavar ninguna clase de elementos (grapas, clavos) ya que dañan la calidad de la madera; en caso de colocar un alambrado sujetarlo con cauchos u otro material resistente que no cause daño al fuste del árbol (figura 44).

Para estas especies es fundamental realizar podas de formación, como se explicó anteriormente para el balso y el guásimo. El aprovechamiento de estas especies se puede realizar para postería entre 5 y 10 años y para madera entre 15 y 30 años.



**Figura 44.** Sistema caña, especies forestales de madera valiosa.

Fuente: Elaboración propia

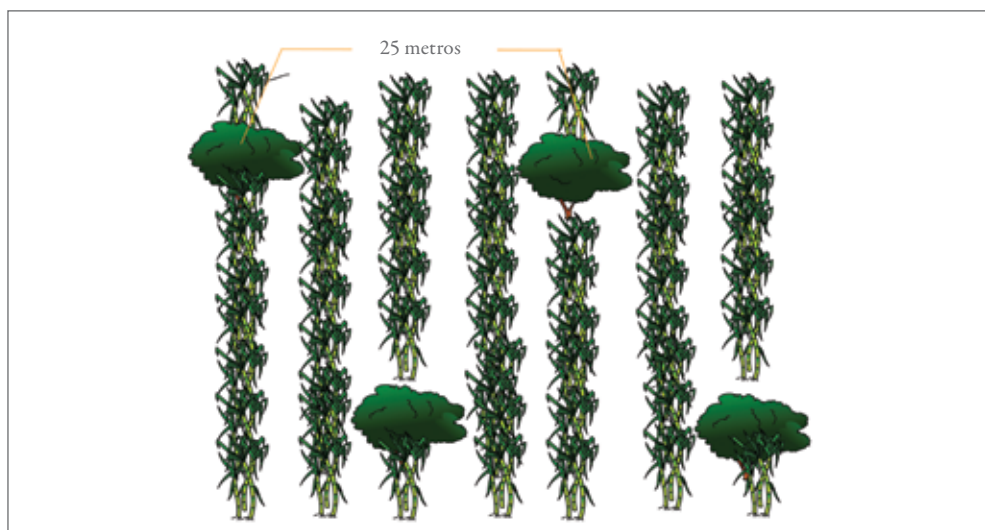
## Sistema caña, especies forrajeras como fuente de proteína

Este arreglo es muy importante como fuente de proteína, ya que es el complemento a la energía aportada por la caña o sus subproductos a la alimentación animal.

En este sistema solo se recomienda utilizar las especies forrajeras como cercas vivas o en divisiones de lotes.

La distancia más recomendada es entre 1,5 y 3 m como cerca viva. Se pueden utilizar especies como nacedero (*Trichantera gigantea*), guásimo (*Guazuma ulmifolia*), leucaena (*Leucaena leucocephala*), matarratón (*Gliricidia sepium*), morera (*Morus alba*), búcaro (*Erithrina fusca* L.), botón de oro (*Tithonia diversifolia*), guandul (*Cajanos cajan*) o San Joaquín (*Malvaviscus penduliflorus*) (figura 45).

Después de la siembra se puede realizar el primer aprovechamiento a los seis u ocho meses y luego cada 90 o 120 días. Se debe fertilizar con materia orgánica, aplicando entre 1 y 3 kilos por planta después de cada poda, para sostener una producción constante de forraje.



**Figura 45.** Sistema caña, especies forrajeras como fuente de proteína.

Fuente: Elaboración propia

## Sistema caña, especies productoras de leña

La leña como fuente energética para las hornillas y cocción de alimentos se ha sacado de los bosques secundarios, lo que ha causado, en la mayoría de los casos, un gran impacto ambiental en las zonas paneleras por la deforestación y pérdida de biodiversidad. Por lo anterior, es necesario sembrar especies productoras de leña, como cercas vivas, en divisiones de lotes o en pequeñas áreas, bosques de leña o huertos leñeros; no se recomienda sembrarlas entre los lotes de caña.

Se puede utilizar una distancia de siembra entre uno y dos metros, en cuadro o triángulo y las especies deben cumplir con las siguientes características:

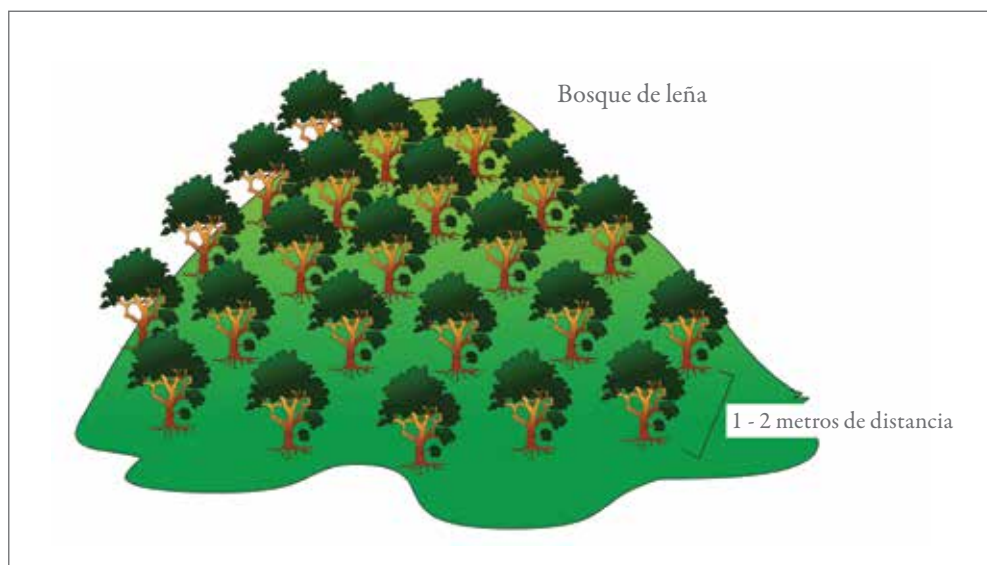
- Gran capacidad de rebrote
- Crecimiento rápido
- Facilidad de secado
- Madera de fácil prendimiento
- Buen poder calorífico
- Brasas de excelente calidad
- Resistencia a plagas y enfermedades

Las siguientes especies son utilizadas como productoras de leña o para sembrar bosques o huertos leñeros (figura 46): arrayán (*Myrcianthes leucoxyla*), especie con muy buen poder calorífico de la madera, pero no emite rebrotes. Guásimo (*Guazuma ulmifolia*), leucaena (*Leucaena leucocephala*), casuarina (*Casuarina equisetifolia*), matarratón (*Gliricidia sepium*), eucalipto globulus (*Eucalyptus globulus*), ciprés (*Cupressus lusitanica*), pino oocarpa (*Pinus oocarpa*), pino pátula (*Pinus patula*), sauce (*Salix humboldtiana*), melina (*Gmelina arborea*). Además, se pueden utilizar las partes leñosas que sobran del uso de las especies aglutinantes y forrajeras.

Estos árboles se pueden aprovechar entre tres y cinco años, si es posible durante la época seca, cuando la madera tiene menos humedad; en las especies que rebrotan, la cosecha debe ser total para que entre la mayor cantidad de sol posible a los tocones y así los rebrotes logren un mejor crecimiento. Se corta el tallo a una altura entre 10 y 15 cm para los eucaliptos, y entre 20 y 25 cm para el guásimo o el matarratón. Hacer un corte liso y ligeramente inclinado para



rebrotos por tocón con una buena distribución circular, para conseguir el mejor formado; los otros dos se pueden utilizar para envaraderas, tutores, cabos de herramientas, entre otros (López et al. 2005).



**Figura 46.** Bosque leñero.

Fuente: Elaboración propia

## Siembra de caña en franjas con cultivos transitorios y permanentes

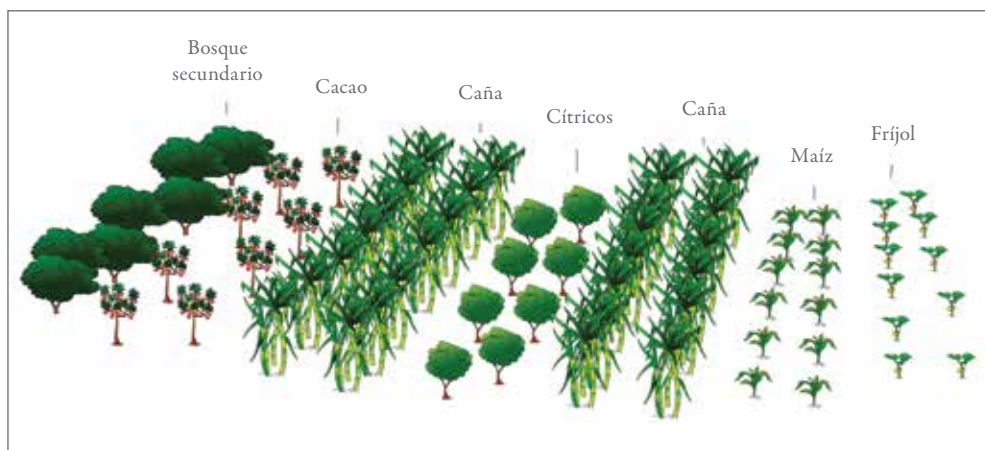
Este sistema es una alternativa tecnológica para diversificar la producción y el ingreso económico de los productores, además de utilizar la caña como un cultivo semipermanente. Asimismo, es una manera de manejar suelos de ladera para evitar la degradación, erosión intensiva y pérdida de productividad; también se evita la sedimentación de las cuencas en las partes más bajas.

Las franjas son áreas de terreno con dimensiones que varían de 4 a 30 m de ancho, por 50 a 100 m de largo, trazadas a través de la pendiente, separadas unas de otras por barreras vivas, explotadas con prácticas de bajo impacto ambiental. En las franjas se pueden establecer cultivos permanentes, semipermanentes y transitorios para aumentar la eficiencia de las franjas en el control de la erosión. Los cultivos permanentes se establecen en la parte alta de los

lotes o cabeceras y los transitorios en la parte baja; se debe realizar rotación de cultivos dentro y entre las franjas (figura 47).

En una investigación desarrollada por Corpoica y Colciencias, se realizó el siguiente sistema de cultivos en franjas que cada agricultor puede adaptar dependiendo de sus condiciones y cultivos tradicionales de la zona (Méndez et al. 1999).

Se establecieron franjas de 25 m de ancho por 60 m de largo. Cada franja estuvo separada por una barrera viva de dos surcos de caña, para disminuir la velocidad de las aguas de escorrentía y retener los sedimentos erosionados de la parte alta.



**Figura 47.** Siembra en franjas de cultivos transitorios y permanentes.

Fuente: Elaboración propia

La primera franja se estableció en la parte más alta del lote con bosque secundario para evitar la erosión. Se pueden sembrar especies de madera valiosa y plantas aglutinantes.

En la segunda franja se sembró un cultivo de cacao, sembrado en triángulo a 3 x 3 m entre plantas con sombrío transitorio de plátano.

En la tercera franja se estableció un cultivo de cítricos (mandarina Oneco), en triángulo a una distancia de 6 x 6 m, con una cobertura de pastos o leguminosas rastreras, las cuales se pueden cosechar para alimento de los animales de la finca y evitar la erosión.



La primera franja se estableció en la parte más alta del lote con bosque secundario para evitar la erosión. Se pueden sembrar especies de madera valiosa y plantas aglutinantes.

En la segunda franja se sembró un cultivo de cacao, sembrado en triángulo a 3 x 3 m entre plantas con sombrío transitorio de plátano.

En la tercera franja se estableció un cultivo de cítricos (mandarina Oneco), en triángulo a una distancia de 6 x 6 m, con una cobertura de pastos o leguminosas rastreras, las cuales se pueden cosechar para alimento de los animales de la finca y evitar la erosión.

En la cuarta, quinta y sexta franja, se establecieron cultivos de yuca, frijol y maíz, los cuales se rotaron entre cada una, de tal manera que durante un mismo semestre las tres franjas fueron sembradas con diferentes cultivos.

El cultivo de yuca se sembró a 1,20 m entre surcos y un metro entre plantas. El frijol se sembró en surcos a través de la pendiente a 50 cm y 15 cm entre plantas. El cultivo de maíz se estableció a 1 m entre surcos y 50 cm entre plantas. Para la siembra se utilizaron prácticas de labranza reducida (Méndez et al. 1999).



## Conclusiones y recomendaciones

La mayoría de las zonas paneleras del departamento de Antioquia y, en general las del país, son zonas con condiciones agroecológicas adecuadas para la siembra del cultivo de caña de azúcar para la producción de panela. Sin embargo, existe la desventaja de una producción muy fragmentada, con unas distancias entre zonas muy amplias, lo cual dificulta la transformación de la agroindustria de una manera más dinámica.

Una de las mayores dificultades en la agroindustria panelera es la falta de planeación. Muy pocos productores realizan la labor de planeación en los cultivos de caña de azúcar para panela; sin embargo, es hora de empezar a implementarla porque “lo que no se mide no se puede evaluar”. Además, es la única manera de seguir el movimiento de la caña y la panela en sus etapas de producción, transformación y distribución (trazabilidad).

Existen tecnologías para el mejoramiento del cultivo, de fácil adopción y bajo costo, enmarcadas en las buenas prácticas agrícolas, las cuales se ilustran en este texto. También están los sistemas de labranza mínima o de conservación, variedades de caña de azúcar con buena adaptación a las zonas paneleras y resistentes a las principales enfermedades, sistemas de siembra, prácticas de renovación, planes de fertilización que se pueden realizar a partir de un análisis de suelos, manejo de arvenses; la forma de realizar una adecuada cosecha del cultivo para alcanzar una mayor productividad; y sistemas de producción de caña con cultivos intercalados, sistemas agroforestales, cultivos en franjas para altas pendientes y diversificación de la producción.

En conclusión, se puede decir que están dadas todas las condiciones para que los productores paneleros aprovechen para mejorar sus sistemas de producción con las tecnologías existentes, una adecuada asistencia técnica y créditos con bajos intereses.



## Bibliografía

- Altieri M, Nicholls C. 2000. Agroecología, teoría y práctica para una agricultura sustentable. México: Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.
- Arcila Á, López JG. 1988 sin publicar. Experimento y evaluación de densidades y distancias de siembra en caña. Bogotá: ICA.
- Buenaventura C. 1981a. Factores climáticos que afectan el crecimiento, producción y desarrollo de la caña de azúcar. En: Instituto Colombiano Agropecuario. Industrialización de la caña. Compendio 42. Medellín: ICA-Gobernación de Antioquia. pp. 9-14.
- Buenaventura C. 1981b. Siembra de cultivos intercalados con caña de azúcar. En: Instituto Colombiano Agropecuario. Industrialización de la caña. Compendio 42. Medellín: ICA-Gobernación de Antioquia. pp. 57-65.
- Bustillo AE. 2013. Insectos plaga y organismos benéficos del cultivo de la caña de azúcar en Colombia. Cali: Cenicaña.
- Cassalett C, Torres JS, Isaacs CH. 1995. El cultivo de la caña en la zona azucarera de Colombia. Cali: Cenicaña.
- García HR, Albarracín LC, Toscano A, Santana NJ, Insuasty O. 2007. Guía tecnológica para el manejo integral del sistema productivo de la caña panelera. Bogotá: Corpoica.
- Instituto Colombiano Agropecuario. 1992. Fertilización en diversos cultivos. Manual de asistencia técnica N.º 25. Bogotá: ICA.
- López JG, Osorio JG. 2000. Manejo agronómico y beneficio de la caña panelera. Granada: Pademer.
- López JG, Osorio G, Delgado O. 2005. Conservación, siembra, manejo y utilización de las especies aglutinantes más importantes en la agroindustria panelera. Boletín técnico N.º 25. Medellín: Corpoica-Corantioquia.
- Manrique R. 1986. Cultivos asociados e intercalados con caña en Santander. En: Instituto Colombiano Agropecuario. Producción de caña y elaboración de panela. Compendio N.º 45. Medellín: ICA-Federación Nacional de Cafeteros de Colombia.

- Méndez H, Tamayo Á, Gómez A, Barrera L, Muñoz R, García B. 1999. Manejo de suelos en minifundio de ladera de la región andina mediante cultivos permanentes y transitorios en rotación establecidos en franjas de nivel. Bucaramanga: Corpoica-Colciencias.
- Molina CH, Molina CH, Molina EJ, Molina JJ. 2012. Manejo agroecológico de caña de azúcar y sistemas silvopastoriles intensivos. Revista Tecnicaña. (29):28-35.
- Muñoz R. 1981. Características de los suelos y fertilización de la caña panelera en Antioquia. En: Instituto Colombiano Agropecuario. Industrialización de la caña. Compendio N.º 42. Medellín: ICA-Gobernación de Antioquia. pp. 67-83.
- Osorio G. 2007. Manual buenas prácticas agrícolas (BPA) y buenas prácticas de manufactura (BPM) en la producción de caña y panela. Medellín: FAO, Gobernación de Antioquia, MANA y Corpoica.
- Rivera JH. 2000. El selector de arvenses modificado. Avances Técnicos Cenicafé N.º 271. Chinchiná: Cenicafé.
- Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural de Antioquia, Fedepanela. 2002. Acuerdo regional de competitividad de la cadena agroindustrial de la panela en Antioquia. Medellín.
- Torrado A. 2005. Buenas prácticas agrícolas. Sistema de aseguramiento de la inocuidad de alimentos. Bogotá: ICA.
- Vargas GA, Lastra LA, Villegas GA, Barco LE. 2013. *Diatraea tabernella*. Nueva especie de barrenador del tallo en el valle del río Cauca. Importancia y perspectiva de manejo. Serie divulgativa N.º 16. Cali: Cenicaña.
- Victoria JI, Viveros CA, Cassalett C, Calderón H. 1997. Establecimiento de semilleros limpios. Cali: Cenicaña.
- Villamizar LF. 2014. Recomendaciones para el manejo de *Diatraea* spp. mediante la integración de métodos biológicos y etológicos. Informe final. Bogotá: Corpoica.
- Viveros CA, Cassalett C, Victoria JI. 1997. Multiplicación rápida de la caña de azúcar por el sistema de plántulas. Cali: Cenicaña.

Impresión y encuadernación:  
Carvajal Soluciones de Comunicación S.A.S.



[www.carvajalsolucionesdecomunicacion.com](http://www.carvajalsolucionesdecomunicacion.com)

Terminó de imprimirse  
Diciembre de 2015, Bogotá, DC, Colombia



