

Introducción

El presente documento Manual Técnico BPA y BPM es el producto del esfuerzo de un grupo de investigadores de Corpoica y productores de panela, quienes de manera solidaria han acompañado a la Corporación en la generación de algunas alternativas tecnológicas acordes con las condiciones agroecológicas del país panelero.

La tecnología sobre el cultivo de la caña panelera es un instrumento de consulta y orientación que contiene los lineamientos de acción de carácter conceptual, metodológico y procedimental para desarrollar en la agroindustria panelera, en busca de una implementación de las Buenas Prácticas Agrícolas -BPA- y las Buenas Prácticas de Manufactura -BPM.

Las BPA y BPM son todas las acciones tendientes a reducir los riesgos microbiológicos, físicos y químicos en la producción y beneficio de la caña panelera.

Con la ejecución de las BPA y BPM en diferentes actividades, se busca fortalecer los procesos de planificación, manejo agronómico y beneficio de este sector. De esta manera, el principal objetivo que pretende este manual es proponer opciones tecnológicas de manejo en ese sector agroindustrial.

El sistema de producción de caña panelera, a diferencia de otros cultivos, no requiere el uso de muchos agroquímicos para su producción en lo que concierne al manejo agronómico del cultivo; únicamente se recomienda, dentro de las Buenas Prácticas Agrícolas, el uso de pesticidas para el tratamiento de la semilla y algunos abonos de origen químico para complementar la fertilización orgánica de por sí insuficiente, para el buen desarrollo y producción del cultivo. Además, el manejo agronómico del cultivo requiere muy pocas prácticas culturales (desyerbas) para su buen desarrollo.

Para el Manejo Integrado de Insectos Plagas y Enfermedades -MIPE- en esta especie, no se recomienda dentro de las BPA el uso de agroquímicos; los controles son de tipo cultural, biológico y de mejoramiento genético de variedades.

Dentro del proceso de producción de panela (clarificación, evaporación y concentración), los productores utilizan algunos aditivos como el clarol y anilinas que contaminan la panela y se convierten en riesgos microbiológicos y químicos que atentan contra la salud de los consumidores por sus efectos cancerígenos.

Con las BPM en la producción de panela se puede obtener un producto inocuo e higiénico. Estas BPM se refieren al corte, alce y transporte -CAT- adecuados de la caña, a una buena clarificación de los guarapos, con el uso de prelimpiadores y algunos aglutinantes vegetales (balso, cadillo, guásimo, juan blanco, etc); al empleo de pailas, bateas y otros implementos usados durante el proceso, en acero inoxidable, y el cuarto de moldeo adecuado.

En resumen, con este Manual Técnico BPA y BPM sobre la tecnología para el cultivo de la caña panelera, se pretende orientar al productor en el uso eficiente y racional de los recursos naturales

y la adopción de tecnologías (BPA y BPM) ambiental y económicamente viables, que permitan mejorar la relación entre las actividades agropecuarias y su entorno natural, además de la producción de algunos residuos que se puedan utilizar como abono en los cultivos (hojarasca, cenizas del horno y cachazas). Con los productores que emplean más tecnología, se pretende un modelo que conduzca al uso racional y adecuado de los recursos existentes utilizados tanto en el proceso de producción de la caña como en su beneficio, con el fin de lograr una producción con BPA y BPM que mejore la rentabilidad.

Por último, se dan algunas recomendaciones tendientes a la aplicación de Buenas Prácticas de Manufactura, muy importantes para la producción de un alimento higiénico e inocuo como debe ser la panela.

Importancia socioeconómica del cultivo

Mercado mundial de la panela

El cultivo de la caña de azúcar es una actividad agrícola de gran importancia socioeconómica en el mundo. En Colombia, dentro de los cultivos permanentes, ocupa el segundo lugar en extensión con 249.384 hectáreas (Minagricultura, 2004), después del café. Del área total cultivada, el 61% se dedica a la producción de panela; el 32% a la producción de azúcar, y el 7% a mieles, guarapos y forrajes.

Según cifras de la FAO, 25 países en el mundo producen panela, y Colombia es el segundo productor después de la India. Para el período 1998–2002, la India concentró el 86% de la producción mundial, mientras que Colombia cerca del 13,9%; es evidente por tanto que la producción mundial de panela se concentra en estos dos países (Minagricultura, 2006) (tabla 1).

Tabla 1. Panela: Producción por país (toneladas)

Puesto	País	1992	2002	Acumulado producción 1998-2002	Part (%) 1998-2002	Crecim (%) 1992-2002
1	India	8.404.000	7.214.000	42.448.000	86,1	- 1,1
2	Colombia	1.175.650	1.470.000	6.858.840	13,9	1,9
3	Pakistán	823	600	2.872	0,0058	- 8,2
4	Myanmar	183	610	2.486	0,0050	11,5
5	Bangladesh	472	298	2.145	0,0043	-1,3
6	China	480	400	2.112	0,0043	- 2,1
7	Brasil	240	210	1.320	0,0027	1,2
8	Filipinas	101	127	565	0,0011	2,1
9	Guatemala	56	44	228	0,0005	- 2,8
10	México	51	37	183	0,0004	- 4,6
11	Perú	25	28	129	0,0003	0,7
12	Kenya	25	23	120	0,0002	- 0,6
13	Honduras	32	21	106	0,0002	- 6,7
14	Haití	40	21	106	0,0002	- 8,6
15	Uganda	13	15	75	0,0002	1,6
16	Nigeria	24	14	74	0,0002	- 4,8
	Mundo	9.582.301	8.686.525	49.319.714	100.0%	- 0,8

Fuente: FAO. Cálculos conversatorio Agrocadenas

Países como Pakistán y China, y latinoamericanos como Brasil, México y Perú también producen panela, no obstante, su nivel de producción es mínimo, no alcanza a representar el 0,001% de la producción mundial. Además, con excepción de unos pocos, la mayoría de países presentan tasas de crecimiento negativas en su producción. La producción de panela en el mundo registra un leve descenso del 0,8% anual entre 1992 y 2002, donde los principales descensos se observan en Haití, con una reducción anual de -8,6%, Pakistán con -8,2%, Honduras con -6,7%, Nigeria con -4,8% y México con -4,6%.

Sin embargo, entre los países con una importancia dinámica de crecimiento de la producción de panela se encuentra Myanmar, país que triplicó su producción al pasar de producir 183 toneladas en 1992 a 610 en el 2002, a una tasa de crecimiento anual de 11,5%, seguido por Japón, cuyo crecimiento en la producción fue de 9,2%, y Panamá, a una tasa de 6,1% anual. Colombia, por su parte, registró un crecimiento anual en la producción del 1,9%. El comercio internacional de panela es prácticamente inexistente, por lo cual este producto no se considera transable, y toda la oferta se dirige a los mercados internos.

La producción de panela es una de las principales actividades agrícolas de la economía nacional, entre otras razones por su participación significativa en el producto interno bruto (PIB) 7,3% agrícola, por la superficie dedicada al cultivo de la caña (249.384 hectáreas), por la generación de empleo rural (cerca de 25 millones de jornales anuales), porque se vinculan a esta actividad alrededor de 350.000 personas, 12% de la población rural económicamente activa, y porque, alrededor de la panela, se genera el equivalente a 120.000 empleos permanentes, a causa de la indiscutida importancia en la dieta de los colombianos (tabla 2).

En 1998 la producción panelera se valoró en cerca de \$915 mil millones de pesos (cerca de 350 millones de dólares). Se estima que en el país existen cerca de 70.000 unidades agrícolas que cultivan caña panelera y aproximadamente 15.000 trapiches en los que se elabora panela y miel de caña (Manrique E., R. et al., 1992)

El rendimiento promedio de la producción nacional de panela es de 6,2 t/ha cosechada. No obstante, este promedio presenta desviaciones altas debido a la heterogeneidad de las condiciones socioeconómicas y tecnológicas en que se desarrolla la producción. La mayoría de las actividades de producción tienen lugar en el contexto de la economía campesina, en unidades de pequeña escala con alto uso de mano de obra y bajos niveles de inversión en mejoras tecnológicas. Al mismo tiempo, se encuentran explotaciones medianas con mayor grado de tecnificación y algunas de mayor escala en las que la producción se desarrolla con índices de productividad y beneficios más altos.

Consumo aparente de panela

El consumo aparente de panela en Colombia ha venido creciendo a una tasa de 3,3% anual entre 1994 y 2004, pasando de 1.237.328 toneladas en 1994 a 1.691.525 toneladas en 2004. El comportamiento del consumo aparente se explica por la

dinámica de la producción, toda vez que las importaciones y las exportaciones han sido marginales sin alcanzar a superar el 1% del consumo aparente; esto significa que la producción se destina casi en su totalidad al consumo doméstico.

Tabla 2. Estimación del consumo de panela en Colombia

Año	Producción ¹ t	Importaciones t	Exportaciones t	Consumo aparente t	Consumo per cápita (kg/hab)
1990	1.092.629				
1991	1.092.551	9	1.198	1.091.363	30,6
1992	1.175.648		1.780	1.173.868	32,3
1993	1.236.794	3	1.224	1.235.573	33,3
1994	1.239.403		2.074	1.237.328	32,7
1995	1.254.779	19	2.814	1.251.983	32,5
1996	1.251.751	5	975	1.250.781	31,8
1997	1.289.515	2	1.333	1.288.184	32,2
1998	1.309.679	1.039	947	1.309.771	32,1
1999	1.301.946	4.315	1.373	1.304.888	31,4
2000	1.301.503	3.801	4.724	1.300.579	30,7
2001	1.436.838		5.434	1.431.405	33,2
2002	1.587.893	20	3.581	1.584.332	36,1
2003	1.657.431		5.346	1.652.085	37,1
2004	1.696.186	40	4.701	1.691.525	37,3

Fuentes: Ministerio de Agricultura y DANE. Cálculos Observatorio Agrocalendas

1. La producción corresponde a caña panelera y no incluye material verde

2. Los datos de comercio exterior corresponden a Chancaca-Panela, Raspadura

El comportamiento del consumo aparente se explica por la dinámica de la producción, toda vez que las importaciones han sido marginales, sin alcanzar el 1% del consumo aparente; esto significa que la producción se destina casi en su totalidad al consumo doméstico. En la última década, la producción creció anualmente a una tasa del 3,3%, lo cual fue mayor que el crecimiento vegetativo de la población (1,8%), lo que llevó a un crecimiento del consumo per cápita, principalmente a partir del año 2002. Mientras en 1994 éste era de 32,7 kg./hab., en el 2002 subió a 36,1 kg./hab., para ubicarse en el año 2004 en 37,3 kg./hab.

El consumo de panela por habitante tiende a reducirse gradualmente debido al cambio de preferencias y de hábitos alimenticios de los consumidores: en 1949 se consumían 2 kg de panela por 1 kg de azúcar; en 2001, se consumieron 2 kg de azúcar por 1,5 kg de panela. Adicionalmente, el consumo de panela está siendo desplazado por otros productos sustitutos directos como el azúcar y los edulcorantes sintéticos, e indirectos como las bebidas gaseosas y los refrescos artificiales de bajo valor nutritivo. La panela ha perdido gradualmente su participación en la canasta de alimentos de los colombianos, especialmente en la de hogares urbanos de ingresos medios y altos.

Un factor que explica la contracción del mercado para la panela está referido a la estructura de la demanda de este tipo de bienes. La panela es un bien "inferior", esto es, que el consumo se disminuye a medida que se incrementan los niveles de ingresos reales del consumidor. La variación del ingreso afecta la demanda de la panela, ésta ha sido calculada en -0,5% por un estudio de Corpoica y Fedepanela, es decir, que ante un aumento del 1% en el ingreso de los consumidores, su demanda de panela disminuye en 0,5%. Además,

las deficiencias en la calidad de la panela y la falta de control efectivo sobre el peso y sobre sus características fisicoquímicas y microbiológicas, limitan la expansión del mercado interno y la incursión en mercados internacionales. Igualmente, las deficiencias en los sistemas de empaque, transporte y almacenamiento ocasionan pérdidas considerables por el evidente deterioro de un producto perecedero como la panela.

Consumo per cápita mundial de panela

Teniendo en cuenta el carácter de no trazabilidad internacional de la panela, los productores son al mismo tiempo los consumidores; sin embargo, pese a que la India es el mayor productor de panela, Colombia es el mayor consumidor.

El consumo promedio en los años noventa fue de 32 kg/hab; sin embargo, para el 2002 el consumo per cápita de panela en Colombia, según los datos de la FAO, presentó una disminución del 42%. Entre las razones atribuibles al descenso en el consumo se destacan el cambio de preferencias y de hábitos alimenticios de los consumidores. Así mismo, el consumo de panela se ha visto desplazado por otros productos sustitutos directos, como el azúcar y los edulcorantes sintéticos, e indirectos, como las bebidas gaseosas y los refrescos de bajo valor nutritivo. De hecho, tanto el campesino como el residente en las ciudades han sustituido la tradicional agua de panela por gaseosas, refrescos y similares, lo cual ha incidido en la pérdida gradual de participación del producto en la canasta de alimentos de los colombianos, especialmente en la de hogares de ingresos medios y altos (Mojica y Paredes, 2004).

Aunque esta tendencia al descenso no es particular de Colombia, en general muchos de los países productores han registrado un descenso en sus consumos de panela; tal es el caso de la India, que pasó de tener un consumo de 10 kg/hab en 1998 a tan solo 6 kg en 2002 (figura 1).

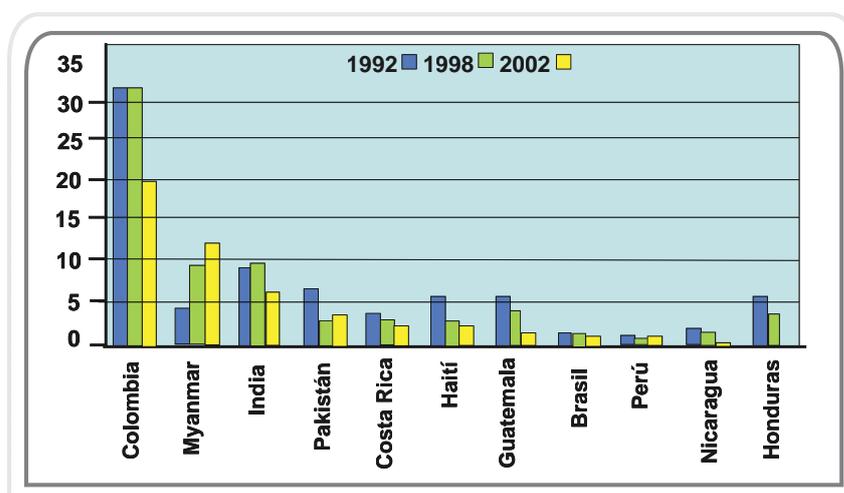


Figura 1. Consumo per cápita de panela (kg/hab)

Implementación de Buenas Prácticas Agrícolas

Introducción

Las Buenas Prácticas Agrícolas son todas las acciones que se realizan en la producción de panela, desde la preparación del terreno hasta la cosecha, el embalaje y el transporte, orientadas a asegurar la inocuidad del producto, la protección al medio ambiente y la salud y el bienestar de los trabajadores.

La aplicación de las normas de BPA es voluntaria. Sin embargo, se cree que en un tiempo cercano las BPA serán indispensables para poder poner los productos en los principales mercados locales e internacionales. Los consumidores están cada vez más interesados en obtener alimentos sanos, producidos respetando el ambiente y el bienestar de los trabajadores. Las BPA nacen como nuevas exigencias de los compradores traspasadas a los proveedores. Para el productor, la ventaja principal es poder comercializar un producto diferenciado. La “diferencia” para el consumidor es saber que se trata de un alimento sano, de alta calidad y seguro, que al ser ingerido no representa un riesgo para la salud. Este tipo de producto diferenciado le otorga al productor mayores posibilidades de venta a mejores precios.

Mediante el cuidado del ambiente se busca reducir la contaminación, conservar la biodiversidad y valorizar los recursos naturales como el suelo y el agua. El uso irracional de productos químicos ha causado la contaminación de suelos y aguas, y los residuos de pesticidas permanecen en el medio y su acumulación puede producir pérdidas de la biodiversidad, además de intoxicaciones en los seres humanos. Por el contrario, el cuidado del ambiente tiene beneficios para el propio productor, se mantiene una mayor productividad a lo largo del tiempo al evitar la pérdida de la fertilidad de los suelos, es menor la contaminación de aguas y suelo, etc. Por otra parte, al incidir en el bienestar de los trabajadores se mejora la calidad de vida y la higiene, se atiende la salud y se previenen las intoxicaciones.

Ingresar a la producción bajo BPA significa para los productores adoptar manejos previamente comprobados, para lo que es fundamental la capacitación sobre higiene y seguridad, aplicación de agroquímicos, manejos durante la cosecha, entre otros. Significa además un gasto o inversión en tiempo y dinero, tanto en capacitación como en infraestructura, insumos y servicios.

La adopción de las BPA implica llevar registros de todas las actividades que se realizan. Esto hace que el productor tenga una visión más clara y ordenada de lo que está sucediendo en su predio. De todas maneras, el productor tiene que analizar previamente los beneficios de las BPA antes de embarcarse en este tipo de producción.

Dada la importancia que tienen las BPA en el comercio mundial, en el cuidado del medio ambiente y el bienestar de los trabajadores, la FAO ha decidido difundirlas, y capacitar y colaborar en su adopción.

Buenas Prácticas Agrícolas significa “hacer las cosas bien y dar garantía de ello”.

Definición de las BPA

Las Buenas Prácticas Agrícolas son un conjunto de normas, principios y recomendaciones técnicas aplicadas a las diversas etapas de la producción agrícola, que incorporan el Manejo Integrado de Plagas -MIP- y el Manejo Integrado del Cultivo -MIC-, cuyo objetivo es ofrecer un producto de elevada calidad e inocuidad con un mínimo impacto ambiental, con bienestar y seguridad para el consumidor y los trabajadores y que permita proporcionar un marco de agricultura sustentable, documentado y evaluable.

En general, las BPA se basan en tres principios: la obtención de productos sanos que no representen riesgos para la salud de los consumidores, la protección del medio ambiente y el bienestar de los agricultores.

Para la implementación de un programa de BPA es importante el conocimiento previo de las acciones o líneas que rigen este sistema de calidad, como son: el medio ambiente, la sanidad e inocuidad de los productos, su trazabilidad por medio de registros, y la seguridad para los trabajadores y consumidores. Deben tenerse en cuenta, además, otros temas como el agua, el suelo, el empaque, el transporte y la manipulación.

Ventajas de la adopción de las BPA

- Mejorar las condiciones higiénicas del producto.
- Prevenir y minimizar el rechazo del producto en el mercado debido a residuos tóxicos o características inadecuadas en sabor o aspecto para el consumidor.
- Minimizar las fuentes de contaminación de los productos, en la medida en que se implementen normas de higiene durante la producción y recolección de la cosecha.
- Abre posibilidades de exportar a mercados exigentes (mejores oportunidades y precios). En el futuro próximo, probablemente se transforme en una exigencia para acceder a dichos mercados.
- Obtención de nueva y mejor información de su propio negocio, merced a los sistemas de registros que se deben implementar (certificación) y que se pueden cruzar con información económica. De esta forma, el productor comprende mejor su negocio, lo cual lo habilita para tomar mejores decisiones.
- Mejora la gestión (administración y control de personal, insumos, instalaciones, etc.) de la finca (empresa) en términos productivos y económicos, y aumentar la competitividad de la empresa por reducción de costos (menores pérdidas de insumos, horas de trabajo, tiempos muertos, etc.).
- Se reduce la cadena comercial (menos intermediarios) al habilitar la entrada directa a supermercados, empresas exportadoras, etc.
- El personal de la empresa se compromete más con ella, porque aumenta la productividad gracias a la especialización y dignificación del trabajo agropecuario.
- Mejora la imagen del producto y de la empresa ante sus compradores (oportunidades de nuevos negocios) y, por agregación, mejora la imagen del propio país.
- Desde el punto de vista de las comunidades rurales locales, las BPA representan un recurso de inclusión en los mercados, tanto locales como regionales o internacionales. Así mismo, constituyen una excelente oportunidad para demostrarse a sí mismas y a otras comunidades semejantes que se pueden integrar con éxito, al tiempo que mejoran su calidad de vida y su autoestima, sin dejar de lado sus valores culturales.

Filosofía de las BPA

El concepto de BPA implica:

- **Protección del ambiente:** se minimiza la aplicación de agroquímicos y su uso y manejo son adecuados, por tanto no se contaminan suelos y aguas y se cuida la biodiversidad.
- **Bienestar y seguridad de los trabajadores:** esto se logra mediante capacitación, cuidado de los aspectos laborales y de la salud (prevención de accidentes, de enfermedades gastrointestinales, higiene), y buenas condiciones en los lugares de trabajo.
- **Alimentos sanos:** los alimentos producidos le dan garantía al consumidor, porque son sanos y aptos para el consumo por estar libres de contaminantes (residuos de pesticidas, metales pesados, tierra, piedras, hongos).
- **Organización y participación de la comunidad:** los procesos de gestión son participativos, ayudan al empoderamiento y a la construcción de tejido social y fortalecen el uso de los recursos en busca de procesos de sostenibilidad.
- **Comercio justo:** los productores organizados cuentan con poder de negociación, logran encadenamientos con productores de bienes y servicios, se fomenta la generación de valor agregado a los productos de origen agropecuario, y así el productor recibe una justa retribución por su participación en el proceso de producción.

Componentes BPA

Semillas: se debe fomentar el uso de variedades y especies comerciales resistentes o tolerantes a plagas y enfermedades importantes desde el punto de vista económico, con vistas a un uso racional de agroquímicos e insumos. Igualmente, se debe fomentar una adecuada selección de semillas entre los productores y utilizar especies adaptables a la zona de cultivo. Es importante que las semillas y especies utilizadas estén certificadas sanitariamente.

Historia y manejo del establecimiento: se debe conocer la historia del terreno y su uso actual, al igual que de los terrenos vecinos, para identificar ventajas y riesgos para el cultivo. Así mismo los lotes o unidades productivas, de manera que se defina el número o nombre del lote, y la variedad y el número de plantas o animales. Es de gran valor establecer un sistema básico de planificación de la producción y un sistema de monitoreo y evaluación.

Manejo de suelos y sustratos: las técnicas de cultivo más recomendadas, encaminadas a reducir la posibilidad de erosión y compactación del suelo, son la labranza mínima y la protección de pendientes. Además, se debe mantener el

Las BPA y BPM son acciones tendientes a reducir los riesgos microbiológicos, físicos y químicos en la producción y beneficio de la caña panelera.

suelo limpio de residuos no orgánicos. En cualquier caso, es recomendable utilizar distancias de siembra adecuadas con plantas sanas, y asegurarse de disponer de un análisis de suelos antes de proceder a establecer el cultivo.

Los cultivos se han de plantar donde haya más fertilidad y menos problemas de malezas (arvenses) o inundaciones. Pero también hay que fomentar la rotación de cultivos en la unidad productiva para evitar la esterilización y los desbalances químicos del suelo con sustancias.

Uso de fertilizantes: hay que asegurarse de que la aplicación de fertilizantes esté basada en los requerimientos nutricionales del cultivo con base en un análisis de suelo, para mantener su fertilidad por medio de un uso racional de los recursos y los insumos y evitar la contaminación de aguas y suelos. Para optimizar los beneficios y minimizar la pérdida de nutrientes, se debe determinar el momento de aplicación del fertilizante.

Hay que llevar un registro de la existencia de fertilizantes en la unidad productiva. Se debe verificar que éstos declaren su composición química (sobre el empaque o botella), y estén registrados oficialmente.

El almacenamiento de los fertilizantes debe cumplir con los criterios de seguridad: estar separados de los pesticidas y, donde no sea posible, separarlos por un espacio de aire y etiquetados; que estén en un área cubierta limpia y seca, y aislados del piso para evitar que se humedezcan. No se deben mezclar en un mismo espacio con alimentos, productos frescos o productos terminados, como tampoco se deben guardar en los sitios de residencia. Por último, se deben señalar las áreas de peligro y riesgos, con avisos sencillos y visibles a distancia.

Riego: es vital realizar acciones que propendan por la protección del recurso hídrico, garantizar que no haya acceso de animales domésticos a la fuente de agua y no aplicar agroquímicos y fertilizantes cerca de ella.

Se debe utilizar un sistema de riego eficiente y económicamente viable para asegurar un adecuado manejo del recurso hídrico. De igual forma, se recomienda el monitoreo del agua de riego por medio de análisis que permitan demostrar su calidad y pertinencia para regar cultivos, y realizar acciones correctivas en caso de resultados adversos.

Protección de cultivos: se deben aplicar técnicas reconocidas de Manejo Integrado de Plagas -MIP- y usar productos selectivos que sean específicos para la maleza, la enfermedad o la plaga objetivo, los cuales tienen un mínimo efecto sobre los organismos benéficos, la vida acuática, la capa de ozono y los consumidores. Para la implementación del MIP es indispensable el reconocimiento de los tipos de plagas, enfermedades y malezas que existen en la zona, con el fin de elegir los cultivos que se adapten a esas condiciones y realizar los monitoreos y evaluaciones de signos y síntomas de plagas y enfermedades que permitan tomar decisiones que involucren diferentes alternativas para el respectivo examen, donde el control químico no sea la única opción viable de verificación.

La elección de los productos fitosanitarios es de suma importancia en el proceso productivo, ya que este concepto involucra varios aspectos, a saber: justificación de la aplicación, mediante la verificación de la presencia de síntomas o signos de las plagas o enfermedades; categoría toxicológica del producto, ya que se debe fomentar el uso de plaguicidas registrados oficialmente y de baja toxicidad (categorías III y IV); dosificación mínima eficiente para el control; rotación de producto para evitar resistencia de las plagas y enfermedades a los agroquímicos, y competencia y conocimiento en la materia de quien recomienda el producto.

Los trabajadores deben recibir entrenamiento en el manejo de equipos y la aplicación de pesticidas, de igual forma, usar ropa de protección adecuada para disminuir los riesgos de salud y seguridad. Es vital asegurarse de que antes de realizar una aplicación, conozcan el producto que van a utilizar; no se deben hacer autoformulaciones. Cada aplicación está acompañada por instrucciones claras o símbolos donde se detalla la labor y la dosificación química y técnica requerida. El equipo de aplicación se debe mantener en buena condición realizando calibraciones y mantenimientos periódicos.

La disposición de residuos sobrantes de productos fitosanitarios debe hacerse de acuerdo con los procedimientos reglamentados. El almacenamiento de plaguicidas deberá ser en un sitio diferente a la casa de acuerdo a las regulaciones locales, en ubicación apropiada, ventilada, segura, iluminada, lejos de otros materiales y resistente al fuego. En lo posible, evitar derrames, y en caso de ocurrir realizar las labores adecuadas para contrarrestarlos. Se debe contar con los elementos necesarios para la medición y mezcla de agroquímicos y los medios para manejar intoxicaciones; además, tener a mano los teléfonos de hospitales, policía y dirección local de salud para solución de emergencias. Los envases vacíos de agroquímicos deben disponerse de acuerdo con la legislación nacional para evitar la exposición de las personas y la reutilización de los mismos.

Se deben llevar registros de todas las labores realizadas en el proceso productivo, incluyendo poscosecha y comercialización, de tal manera que se pueda trazar el producto.

Recolección y manejo poscosecha: hay que tener en cuenta el punto óptimo de cosecha de acuerdo con las exigencias del mercado. Se debe organizar un sistema conveniente de manipulación, clasificación, empaque y transporte, y almacenar lo empacado en la parcela, campo o centro de acopio, de forma que se evite la contaminación por roedores, plagas, pájaros o peligros físicos o químicos y se mantenga la vida útil adecuada. Es importante efectuar un análisis de los riesgos de higiene del sitio de manejo poscosecha, que será usado para establecer protocolos de higiene tanto para el personal como para los equipos.

Los trabajadores deben tener acceso a unidades sanitarias adecuadas para el manejo de excretas y lavado de manos cerca a su sitio de trabajo. Es de vital importancia capacitar a los trabajadores en instrucciones básicas de higiene antes de manipular productos frescos. Éstos no se deben tocar si se padece una enfermedad transmisible que inhabilite para manipular productos destinados al consumo humano. Por último, se debe garantizar el adecuado suministro de agua potable y evitar la contaminación por aguas residuales para las labores de poscosecha.

Salud, seguridad y bienestar: hay que fomentar condiciones de trabajo seguras y saludables para los trabajadores, implementando programas de capacitación sobre primeros auxilios, normas de higiene, procedimientos para accidentes y emergencias y entrenamiento para los que operan equipamiento complejo o peligroso. En este sentido, se recomienda mantener un registro de entrenamiento para cada trabajador.

Los trabajadores que realizan aplicaciones de productos fitosanitarios en la parcela deben recibir controles anuales de salud, los cuales estarán de acuerdo con las pautas establecidas por los códigos de salud locales. Así mismo, conviene abrir espacios de participación en jornadas de salud realizadas por el hospital y el municipio para los trabajadores y sus hijos, para conocer su estado nutricional.

Se debe garantizar que la persona contratada esté vinculada a algún régimen de salud, y respetar las edades para contratación de acuerdo con las disposiciones legales.

Es aconsejable fomentar en las familias de los trabajadores acciones encaminadas al reconocimiento de los derechos y deberes de los niños, buen trato entre los miembros de la familia, buena manipulación y preparación de los alimentos, que corresponda con unos hábitos alimentarios adecuados, mantenimiento de una huerta casera que les permita mejorar la alimentación de la familia, y propiciar condiciones de estudio para los menores de edad, junto con programas de complementación alimentaria, crecimiento y desarrollo, control prenatal y sobre los beneficios de la lactancia materna.

Generalidades del cultivo

Origen y distribución

Para algunos autores, la región originaria de la caña es el Nordeste de la India, específicamente la provincia de Bengala, de aquí el nombre de su capital, Gaura, de la palabra "Gur" que significa azúcar.

Para otros es de Nueva Guinea, y se extendió luego a Borneo, Sumatra y la India, posteriormente Alejandro Magno la llevó a Persia (331 ac), y los árabes la diseminaron en Siria, Palestina, Arabia y Egipto, de donde pasó a África y España. Otros estudiosos ubican su origen en la Indochina.

Hay algunos textos antiguos muy interesantes: todos nos inclinan a creer, dice Liautaud, que fue en las regiones intertropicales del Indostán donde los indios cultivaron por primera vez la caña, y que más tarde la llevaron al norte de la península hasta los 37 grados de latitud boreal, pues sabemos que una de las variedades más precoces, la caña verde (Arichú), se cultiva desde Patua hasta Bahar y en el reino de Cabul. Por otra parte, el azúcar constituyó siempre un objeto del rico comercio entre el Indostán y los demás países del antiguo mundo, sobre todo la Persia y la Arabia.

Pero tal vez el texto de más vieja data en el que se hace referencia a la caña dulce es el Código de Manú, escrito por el primero de los Manú, personajes heroicos de la India, más de mil años antes de la era cristiana (Corpoica – Sena, 1998).

El origen exacto de la caña de azúcar es todavía materia de investigación. Sin embargo, se considera que éste puede haber sido el archipiélago de Melanesia en Nueva Guinea 8.000 a 15.000 años antes de Cristo, de donde se difundió a las islas vecinas, la China y la India. La dispersión posterior ocurrió hacia Hawái, África Oriental, Madagascar, el Medio Oriente y el Mediterráneo, y hacia las islas del Atlántico, entre ellas las Islas Canarias. En 1493 Cristóbal Colón en su segundo viaje a América la trajo a las Islas del Caribe, particularmente a la isla La Española, la cual corresponde hoy a República Dominicana y Haití, de donde se difundió posteriormente a Cuba, Puerto Rico, México, Colombia y Perú. Al Brasil fue introducida por los portugueses alrededor del año 1500 (Corpoica – Sena, 1998).

A Colombia se cree que fue introducida por primera vez en 1510 en Santa María La Antigua del Darién; posteriormente en el Valle del Cauca en 1570 (Manrique, 2000).

Según Víctor Manuel Patiño, en su libro *Esbozo histórico sobre la caña de azúcar*: "La caña vino a Colombia en el año 1538 a través del puerto de Cartagena y dos años después en 1540 entró por Buenaventura al valle geográfico del río Cauca; en el Valle del Cauca, la caña de azúcar se puede observar desde épocas tan tempranas como el siglo XVI, cuando Sebastián de Belalcázar introdujo la gramínea desde Santo Domingo y la sembró en su estancia situada en cercanías a lo que hoy es Jamundí. La caña criolla que trajeron los españoles a finales del período colonial, llegó

de las Guayanas; la caña Tahití o Otahití fue introducida al Valle entre 1802 y 1808. Entre 1930 y 1932 llegó la variedad POJ 2878, que hoy persiste en muchas zonas cañicultoras de Colombia, plantándose inicialmente en la margen izquierda del río Cauca, en Arroyohondo y Cañas Gordas, lugares muy cercanos a Cali, donde operan sendos trapiches paneleros” (Manrique et al, 2000). Para el mismo autor la penetración en el resto del país se hizo a partir de María la Baja en Bolívar, Valle de Apulo, Rionegro y Guaduas en Cundinamarca, Valle de Tensa en Boyacá y Vélez en Santander.

Sautatá, el sueño agroindustrial

En el Distrito de Riosucio, en la orilla izquierda del río Atrato, cerca de la desembocadura de éste en el golfo de Urabá, Miguel Abuchar, aproximadamente en 1893, inició el montaje de una finca que llamó La María. Con estas tierras, él y sus hermanos conformaron la hacienda Sautatá.

En 1919 se decidió el montaje de un ingenio azucarero. La empresa del ingenio quedó constituida por Abuchar Hermanos, los hermanos Abarca y los hermanos Ricardo y Rafael Arrieta. Los montajes estuvieron bajo la dirección de los ingenieros Felipe Vidal, de Puerto Rico y José Ramón, de España. De la Empresa Agrícola formaban parte el Ingenio Central de Sautatá (Empresa Azucarera de Sautatá).

En 1920 la hacienda tenía plantadas 500 hectáreas, de las cuales salieron las 150 toneladas de caña para beneficiar la primera zafra de prueba el 15 de junio de 1921, acción saludada por el Presidente Marco Fidel Suárez como altamente provechosa para el Chocó; de acuerdo con el telegrama enviado a los socios. El Ingenio tenía permiso de la intendencia desde julio de 1921 para destilar alcohol de 30 a 42 y producir Bay Rum, tinturas medicinales y perfumes, que por las mismas condiciones del contrato estaban destinados a los mercados de la Costa Atlántica, con excepción del alcohol, que debía venderse a la Administración General de Licores del Chocó.

En 1926 se obtuvo la primera zafra comercial, que se inició el 25 de enero y terminó el 8 de mayo de 1926. En estos 52 días se produjeron 12.000 sacos de azúcar de 5 arrobas cada uno, a un precio de \$7,80 de oro legal puesto en Cartagena, y una producción de 134.000 galones de miel de purga para la producción de alcoholes.

Los mejores momentos se vivieron entre 1927 y 1930, cuando obtuvo excelentes resultados, lo que movió a la empresa a aumentar las plantaciones de caña y la longitud de las líneas férreas, y a comprar una locomotora.

En 1940 la empresa suspendió labores en el primer semestre, sin poder producir nunca los 50.000 sacos de azúcar que era su máxima capacidad. En este año el Instituto de Fomento Industrial había hecho intentos por ayudar a la única empresa Industrial del Chocó, financiando la zafra de ese año, sin lograr su objetivo.

En 1944 los costos de producción y transporte del producto a Cartagena lo hacían poco competitivo en el mercado, especialmente con el azúcar del Valle del Cauca o de Cuba.

Finalmente los equipos fueron vendidos a otros ingenios del Valle del Cauca.

Las actividades de la hacienda y del ingenio, consideradas fundamentales para el desarrollo de la región, por tratarse de su mayor empleadora, no estuvieron ajenas a las críticas por los procedimientos administrativos utilizados, y que los mismos dueños ejercieran la autoridad pública.

El Ingenio Sautatá fue el colofón de los esfuerzos sirios para implementar una industria local. Fueron 24 años de una empresa que se sostuvo en medio de las dificultades y la inestabilidad económica regional y

nacional, por la manera como los propietarios diversificaron desde el comienzo la producción. El hecho de que no dependiera exclusivamente del azúcar, les permitió mantenerse por tanto tiempo y muy seguramente generar ganancias en las otras actividades.

Se calcula que el Ingenio llegó a generar mil empleos directos. Además de su impacto en la economía chocoana, la hacienda incentivó una fuerte migración desde Bolívar y las sabanas de Córdoba hacia el denominado Urabá chocoano (Boletín Cultural y Bibliográfico, Vol. 34, Número 44, Chocó, 1997).

Distribución geográfica de la panela

La producción de panela se halla ampliamente dispersa en la geografía colombiana, siendo una actividad económica frecuente en casi todos los departamentos del país. Las estadísticas sobre superficie cosechada, producción de panela y rendimiento obtenido son publicadas por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, con base en estimaciones elaboradas por las Unidades Regionales de Planificación Agropecuaria, URPA. En la tabla 3. se consignan las estadísticas departamentales de carácter preliminar correspondientes a 1998.

Tabla 3. Área cosechada, producción y rendimiento de la caña panelera, por departamento, en Colombia (1998)

Departamento	Superficie, ha	Participación %	Producción t/ panela	Participación %	Rendimiento kg/ha
Antioquia	35.412	16,79	139.834	10,68	3.949
Arauca	360	0,17	907	0,07	2.519
Bolívar	1.058	0,50	6.510	0,50	6.153
Boyacá	20.991	9,96	285.048	21,76	13.580
Caldas	11.470	5,44	40.939	3,13	3.569
Caquetá	2.481	1,18	13.371	1,02	5.389
Cauca	11.386	5,40	49.896	3,81	4.382
Cesar	2.511	1,19	8.883	0,68	3.538
Chocó	1.856	0,88	2.515	0,19	1.355
Córdoba	7	0,00	28	0,00	4.000
Cundinamarca	45.529	21,59	181.423	13,85	3.985
Huila	8.468	4,02	79.795	6,09	9.423
Meta	1.433	0,68	1.803	0,14	1.258
Nariño	10.300	4,88	76.203	5,82	7.398
N. de Santander	13.622	6,46	52.262	3,99	3.837
Putumayo	408	0,19	1.238	0,09	3.034
Quindío	361	0,17	3.463	0,26	9.592
Risaralda	4.809	2,28	28.804	2,20	5.990
Santander	18.241	8,65	240.998	18,40	13.212
Sucre	177	0,08	750	0,06	4.249
Tolima	14.451	6,85	66.145	5,05	4.577
Valle	5.142	2,44	28.864	2,20	5.613
Total Nacional	210.858	100,00	1.309.679	100,00	6.211

Fuente: Tomada de Minagricultura (1999) y cálculos del autor.

El conocimiento de la morfología de la planta permite diferenciar y reconocer las especies y variedades existentes, facilitando así la implementación de las BPA.

Los mayores productores de panela son Boyacá, Santander, Cundinamarca, Antioquia, Huila y Nariño, departamentos cuya producción aporta tres cuartas partes al total nacional. Los rendimientos obtenidos por hectárea son heterogéneos a causa de las diferencias entre diversos contextos socioeconómicos y tecnológicos en que se desarrolla la producción. Los mayores rendimientos se alcanzan en la región de la Hoya del río Suárez (ubicada en los departamentos de Boyacá y Santander), puesto que allí se ha logrado el mayor desarrollo tecnológico, tanto en el cultivo como en el procesamiento de la caña panelera.

El cultivo de la caña y la producción de panela son las actividades agrícolas primordiales en la economía nacional, entre otras razones por su significativa participación en el producto interno bruto (PIB) agrícola, la superficie dedicada al cultivo de la caña, la generación de empleo rural y su indiscutible importancia en la dieta de los colombianos.

En 1998 la producción panelera se valoró en cerca de 7 mil millones de pesos (en el orden de 350 millones de dólares) y aportó con 7,3% a la formación del PIB agrícola (tabla 4). En cuanto al contexto de la agroindustria rural, la elaboración de panela es de gran importancia por el número de trapiches y por la cantidad de mano de obra vinculada (García, 2004).

En el país se estima que existen cerca de 70.000 unidades agrícolas que cultivan caña panelera y aproximadamente 15.000 trapiches en los que se elabora panela y miel de caña (Manrique, 1992).

Tabla 4. Valor de producción de los principales cultivos y participación en el PIB agrícola de 1998

Cultivo	Valor (millones)	Participación en el PIB agrícola (%)
Café	16.330	16,9
Caña de azúcar	12.151	12,6
Flores	7.745	8,0
Caña panelera	7.100	7,3
Plátano	6.872	7,1
Palma africana	6.828	7,1
Papa	6.515	6,7
Arroz	6.221	6,4
Frutales	5.934	6,1
Hortalizas	4.318	4,5
Otros cultivos	16.740	17,3
Total agrícola	96.754	100,0

Fuente: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (1999).

Situación en Antioquia

En el año 2001, el área total sembrada con caña para panela era de 38.666 hectáreas, equivalentes al 10,57% del área agrícola. El volumen de producción fue de 144.198 toneladas de panela, lo que representa un rendimiento de 3.857 kilogramos por hectárea cosechada (figura 3).

De los 125 municipios de Antioquia, 76 registran áreas con cultivos de caña, correspondientes al 60,8% del departamento; se destacan Campamento, Yolombó, San Roque, Frontino, Santo Domingo y Angostura (Fedepanela – Secretaría de Agricultura de Antioquia, 2002).

FICHA TÉCNICA

E N A N T I O Q U I A

CONSUMO	40.0 kg/hab./año primer consumidor en el país, al igual que el eje cafetero
PRODUCCIÓN	Antioquia cuarto productor: 144.655.0 t/año Boyacá primer productor: 240.052.0 t/año
ESQUEMA PRODUCTIVO	Economía campesina, principalmente
PRODUCTORES	18.000 productores de caña y 2.000 trapiches

Fuente: Rodríguez 1997. CIMPA 1992. Cálculos y proyecciones FEDEPANELA con base en el Anuario Minagricultura2000

INDICADORES

E N A N T I O Q U I A

ARTICULACIÓN	Dinamiza e integra otras industrias y servicios del sector
MERCADEO	Se produce durante todo el año
ESQUEMA PRODUCTIVO	Alta demanda interna, alto potencial industrial y para Mercados regional e internacionales. Alta panela adulterada
IMPORTANCIA NUTRICIONAL	Edulcorante de bajo costo con aporte de minerales y Trazas de vitaminas. Alto consumo es estratos populares

Fuente: Secretaría de Agricultura. Cálculos y proyecciones. Equipo Técnico Secretaría de Agricultura. Con base en Estadísticas por censo año 2000.

INDICADORES

E N A N T I O Q U I A

PARTICIPACIÓN PIB AGRÍCOLA	6.70%. Sexto renglón del PIB agrícola
ÁREA COSECHADA (2000)	37.747.7 ha
PRODUCCIÓN PANELA (2000)	144.655.0 toneladas/año
EMPLEOS PERMANENTES	39.000 y 135.000 ocasionales
ALIMENTO BÁSICO	Para los estratos de ingresos medios a bajos

Fuente: Rodríguez 1997. CIMPA 1992. Cálculos y proyecciones FEDEPANELA con base en el Anuario Minagricultura2000

Figura 2. Fichas técnicas en Antioquia

Los factores ecológicos que constituyen el ambiente en el cual se desarrolla una planta son: el climático, el biótico y el edáfico.

Taxonomía

La caña de azúcar se ubica en la siguiente clasificación botánica:

Reino: Vegetal
Tipo: Fanerógamas
Subtipo: Angiospermas
Clase: Monocotiledóneas
Orden: Glumales
Familia: Gramíneas
Tribu: Andropogoneas
Género: *Saccharum*
Especies: *Spontaneum* y *robustum* (silvestres), *edule*, *barberi*, *sinense* y *officinarum* (domesticadas)

La *S. officinarum* corresponde a las cañas cultivadas hoy en día y se considera que fue domesticada a partir de *S. robustum*. Cada una de las especies mencionadas tiene sus propias características que la identifican de manera específica. El número de cromosomas es variable dentro de cada especie, lo cual ha incidido en una variación genética amplia en sus progenies, cuando ellas han sido utilizadas en cruces entre las especies.

Los clones comerciales de caña de azúcar son derivados de las combinaciones entre las seis especies anteriores. En Colombia, este proceso se inició con la plantación de los clones badila, cristalina, othaheiti, castilla o blanca, cayanna, rayada y uba, entre otros. Los clones de *S. officinarum* se reemplazaron en forma exitosa en Colombia por variedades de mayor producción como POJ 2878 (de la isla de Java en Indonesia) la cual, a su vez, fue reemplazada por la variedad CP 57-603 (de Canal Point de EE. UU.), altamente productiva de caña y azúcar (Cassalet y Rangel, s.f.).

Morfología de la caña de azúcar

La caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) es una planta monocotiledónea que pertenece a la familia de las gramíneas.

El conocimiento de la morfología de la planta permite diferenciar y reconocer las especies y variedades existentes; también, relacionarlas con comportamientos en rendimientos y adaptabilidad, lo que facilita la implementación de las BPA, porque se mejora el conocimiento del productor sobre su cultivo y facilita algunas acciones.

Las partes básicas de la estructura de una planta, que determinan su forma, son: la raíz, el tallo, las hojas y la flor.

Sistema radical

Constituye la parte subterránea del eje de la planta; es el órgano sostén y el medio para la absorción de nutrientes y agua del suelo. En la planta de caña se distinguen dos tipos de raíces, como se muestra en la figura 3.

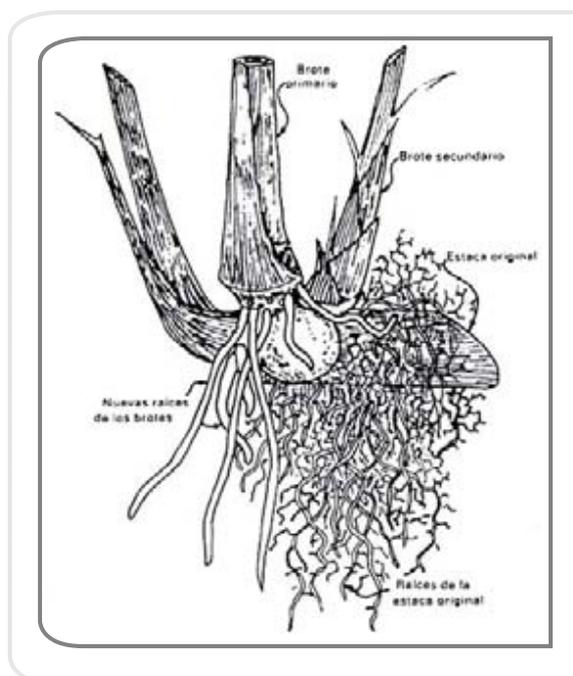


Figura 3. Sistema radicular de la caña de azúcar

Raíces primordiales: corresponden a las raíces de la estaca original de siembra; son delgadas, muy ramificadas y su período de vida llega hasta los tres meses de edad.

Raíces permanentes: brotan de los anillos de crecimiento de los nuevos brotes, son numerosas, gruesas, de rápido crecimiento y su proliferación avanza con el desarrollo de la planta. Su cantidad, longitud y edad dependen de la variedad y de las condiciones de suelo y humedad. La raíz de la caña es fasciculada.

El tallo

Es el órgano más importante de la planta de la caña, puesto que allí se almacenan los azúcares; el número, el diámetro, el color y el hábito de crecimiento dependen de la variedad. La longitud de los tallos, en gran parte depende de las condiciones ambientales de la zona y del manejo que se le dé a la variedad. Los tallos pueden ser primarios, secundarios o terciarios. Las partes constitutivas del tallo se presentan en la figura 4 y sus componentes morfológicos en la figura 7.

Las fluctuaciones de temperatura mayores a 8°C son importantes porque ayudan a formar y retener sacarosa; estas variaciones permiten una alta productividad en la caña.

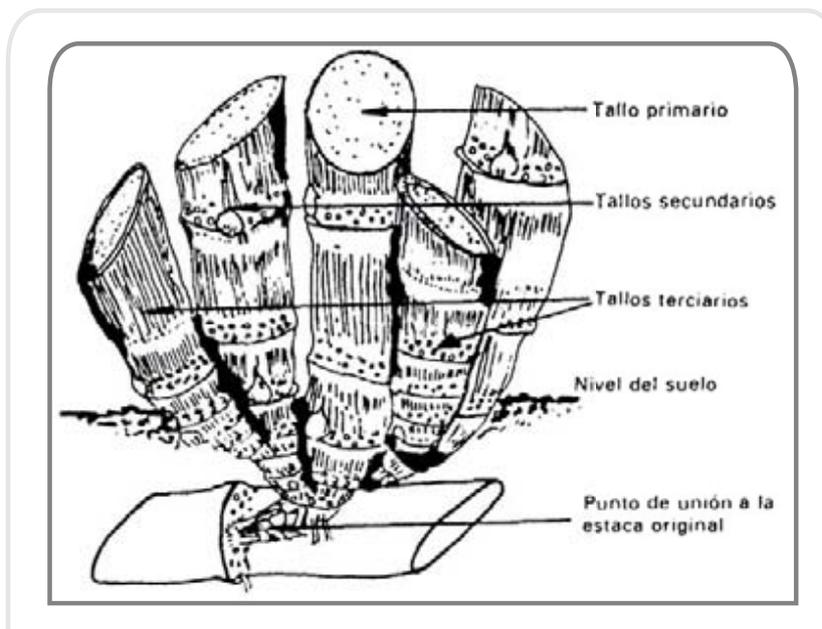


Figura 4. Tallos de la caña y su diferenciación

El nudo

Es la porción dura y más fibrosa del tallo que separa dos entrenudos vecinos. El nudo, a su vez, se encuentra conformado por el anillo de crecimiento, la banda de raíces, la cicatriz foliar, el nudo propiamente dicho, la yema y el anillo ceroso. La forma de la yema y su pubescencia son diferentes en cada variedad y, por tanto, muy usados para su identificación (figura 5).

El entrenudo

Es la porción del tallo localizada entre dos nudos. El diámetro, el color, la forma y la longitud cambian con la variedad. El color es regulado por factores genéticos, cuya expresión puede ser influenciada por condiciones del medio ambiente. Sus formas más comunes son cilíndrico, abarrilado, constreñido, coneiforme y curvado (figura 6).

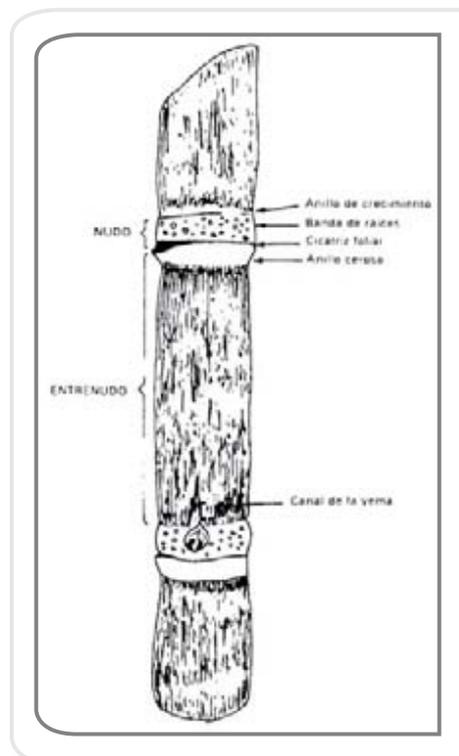


Figura 5. Nudo y entrenudo. Partes principales del tallo de la caña de azúcar

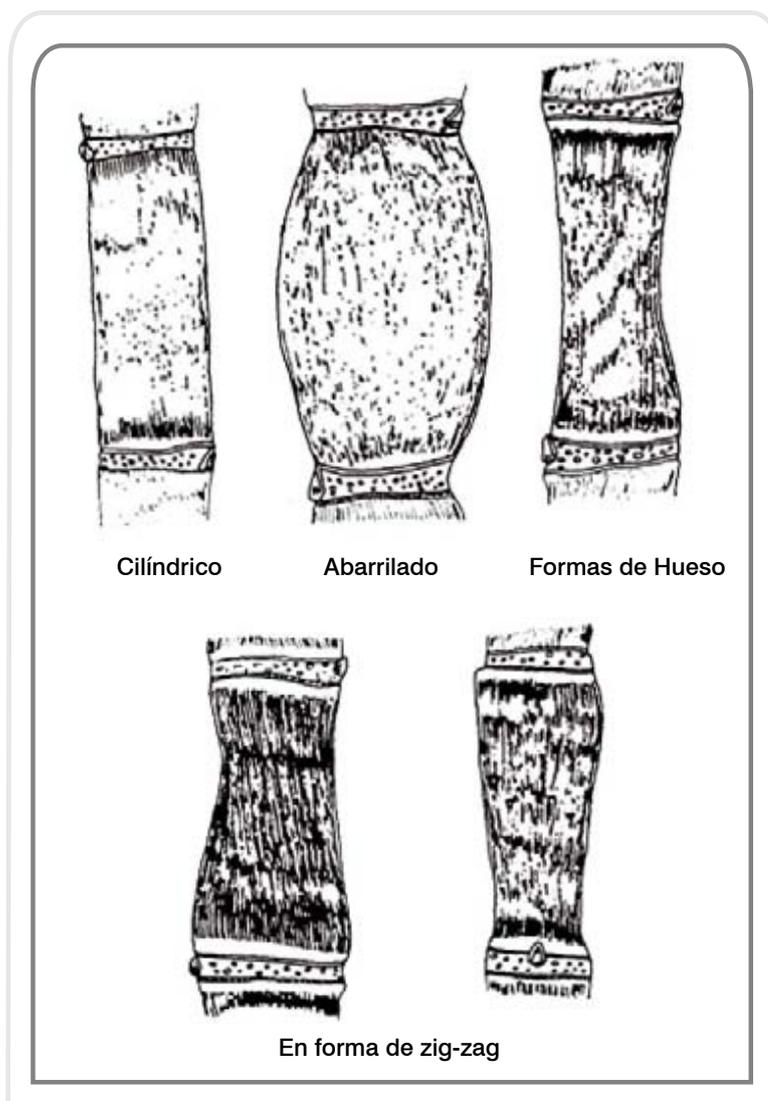


Figura 6. Formas del entrenudo

Hoja

Se origina en los nudos y se distribuye en posiciones alternas a lo largo del tallo. Cada hoja está formada por la lámina foliar y por la vaina y la yagua. La unión entre estas dos partes se conoce con el nombre de lígula, en cuyo extremo existe una aurícula con pubescencia variable.

Lámina foliar

Es la parte más importante para el proceso de fotosíntesis, su disposición en la planta difiere con las variedades. La lámina foliar es recorrida en toda su longitud por la nervadura central y los bordes presentan protuberancias en forma aserrada.

**A mayor brillo solar
corresponde una mayor
actividad fotosintética
y por consiguiente
un aumento de la
producción de caña y
panela.**

El color de las hojas, dependiendo de la variedad, puede variar desde verde claro a verde más oscuro. La longitud y el ancho también dependen de la variedad.

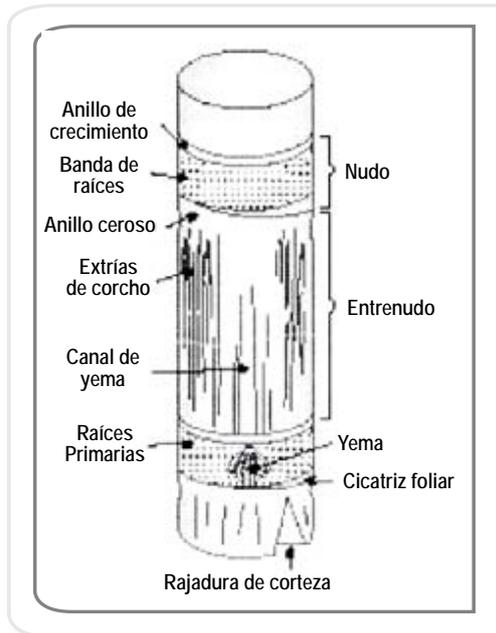


Figura 7. Componentes morfológicos que identifican el nudo y el entrenudo del tallo

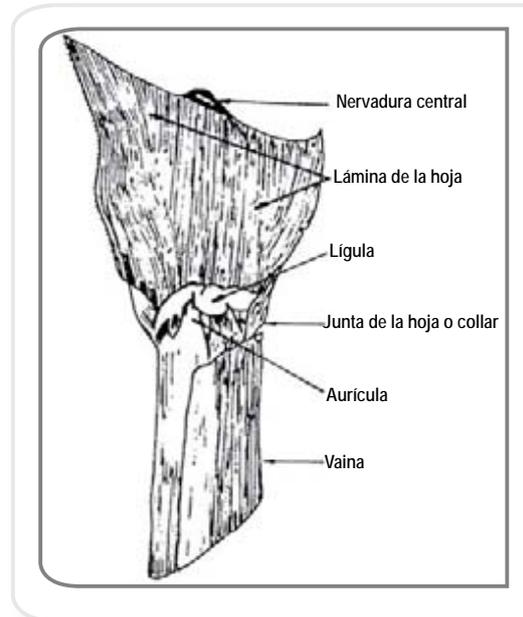


Figura 8. Partes de la hoja de la caña

Yagua o vaina

Es de forma tubular, envuelve el tallo y es más ancha en la base. Puede tener presencia o ausencia de pelos urticantes en cantidad y longitud que cambian con las variedades.

La flor

Es una inflorescencia en panícula sedosa en forma de espiga. Las espiguillas dispuestas a lo largo de un raquis contienen una flor hermafrodita con tres anteras y un ovario con dos estigmas. Cada flor está rodeada de pubescencias largas que le dan a la inflorescencia un aspecto sedoso (figura 9). La floración ocurre cuando las condiciones ambientales de fotoperíodo, temperatura y disponibilidad de agua y niveles de nutrientes en el suelo son favorables.

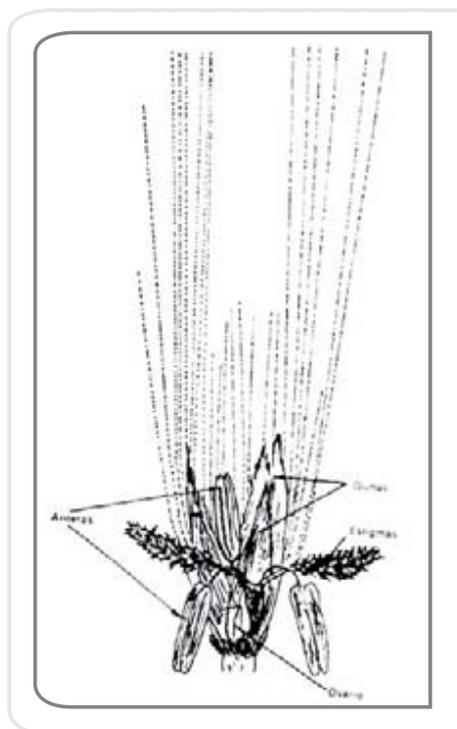


Figura 9. Flor de la caña de azúcar



Figura 10. Flor de la caña (panorámica)

El ciclo vegetativo de la caña, dependiendo de la variedad y el clima, pasa por las siguientes etapas: a los 30 días de la siembra, en promedio, se presenta la germinación, quince días después se incrementa el número de brotes o tallos por cepa, lo que se conoce como macollamiento. La floración ocurre a partir de los 6 meses y la maduración de la caña (concentración de sólidos solubles) ocurre entre 10 y 13 meses y su medición se expresa en grados brix.

La temperatura es un factor importante tanto para el desarrollo de la caña como para la elaboración y acumulación de la sacarosa.

Eco—fisiología de la caña

El concepto de ecología se define como el estudio de las relaciones recíprocas entre los organismos y su medio ambiente. Los factores ecológicos que constituyen el ambiente en el cual se desarrolla una planta son: el climático, el biótico y el edáfico. Conocer estos aspectos permite tener un mejor análisis del comportamiento del cultivo y entender los momentos en que se deben hacer Buenas Prácticas Agrícolas en el cultivo, para aprovechar todo el potencial productivo y disminuir impactos negativos sobre el productor, el medio ambiente y la producción.

La fotosíntesis es el proceso mediante el cual las plantas que contienen clorofila por acción de la luz solar, sintetizan compuestos orgánicos a partir del agua y el anhídrido carbónico, CO_2 . En la fotosíntesis de la caña ocurre primero una formación de azúcares simples llamados glucosa y fructuosa, o también azúcares invertidos; por el hecho de concentrar azúcares, esta especie vegetal es altamente exigente de luz solar.

El cultivo de la caña panelera se desarrolla principalmente en la región Andina, sobre las laderas de las tres cordilleras que atraviesan el país, en la franja altimétrica comprendida entre 700 y 2.000 m.s.n.m. Las condiciones fisiográficas en que se desenvuelve el cultivo de esta especie son muy variables dependiendo de la región; sin embargo, las que más predominan son las áreas de pendientes medias a altas con inclinaciones que oscilan entre el 10 y el 40% (región de la hoya del río Suárez, Cundinamarca, Nariño, Antioquia, Eje Cafetero y Norte de Santander). El predominio del relieve de alta pendiente y altas precipitaciones hace que sean suelos de riesgo de erosión; la caña, por sus características de planta y del sistema de cultivo, la convierte en una especie protectora.

Factores que afectan la fotosíntesis de una planta

La luz

La luminosidad es un factor de gran importancia en la formación y porcentaje de acumulación de almidón en las hojas; este proceso se afecta con la nubosidad que reduce considerablemente la luminosidad. A mayor brillo solar corresponde una mayor actividad fotosintética y, por consiguiente, un aumento de la producción de caña y panela (Gómez, 1959).

Se ha encontrado que aun mejorando las condiciones fisicoquímicas de los suelos, no es posible incrementar los rendimientos en zonas donde predomina la alta nubosidad (Humbert, s.f.). Los rendimientos de azúcar pueden reducirse entre 25 y 35%, cuando se cultiva caña en zonas de alta nubosidad y bajo brillo solar.

Temperatura

Es un factor importante tanto para el desarrollo de la caña como para la elaboración y acumulación de la sacarosa. Existe una relación directa entre la elongación del tallo y la temperatura media mínima mensual; a medida que ésta se incrementa, la elongación es mayor. La caña se desarrolla con excelentes resultados en zonas donde la temperatura media fluctúa entre 25° y 27° C, la más adecuada para una mayor producción, pero se pueden aceptar, como rango permisible, temperaturas de 20 a 30° C.

En zonas con temperaturas inferiores a 19° C el crecimiento se retarda, los entrenudos son más cortos y el período vegetativo se incrementa, lo que reduce considerablemente el tonelaje de panela por hectárea.

Oscilación de temperatura

Se denomina oscilación de temperatura la diferencia que hay entre el día y la noche. Cuando la temperatura es uniforme o sufre poco cambio, las plantas no cesan de crecer y en cualquier momento habrá un alto contenido de azúcares reductores.

Las fluctuaciones de temperatura mayores a 8° C son importantes porque ayudan a formar y retener sacarosa; estas variaciones permiten una alta productividad en el cultivo (Ramos, 1993).

El corte de la caña es recomendable hacerlo preferiblemente cuando ocurran las fluctuaciones más altas de temperaturas, pues en esta época es cuando la planta tiene mayor cantidad de azúcares acumulados.

La temperatura ideal del suelo para el desarrollo normal de las raíces y la toma de nutrientes oscila entre 29 y 32° C; temperaturas superiores a estos valores pueden causar daño por quema y las inferiores a 15° C inhiben la germinación.

Precipitación

En la caña de azúcar el agua es fundamental para la formación de los glúcidos, la disolución y el transporte de los metabolitos y la turgencia de los tejidos. Durante el período de crecimiento, germinación y macollamiento las plántulas necesitan una buena disponibilidad de agua.

La caña necesita de 8 a 9 mm de agua/ha/día durante la época de verano, y entre 3 y 4 mm por día en la época de invierno (Ramos, 1993).

Se ha considerado que una precipitación de 1.500 a 1.750 mm/año es suficiente para suplir las necesidades del cultivo en suelos de textura franco limosa o franco arcillosa.

Vientos

En zonas donde hay influencia de fuertes vendavales, éstos arrancan las plantaciones. Cuando los vientos son calientes y secos aumentan la transpiración de las plantas y resecan el suelo; tal situación lleva a que la planta consuma más agua.

Suelos

La caña para panela se puede cultivar en una amplia gama de formaciones geomorfológicas de suelos, clases de texturas, pH, propiedades físicas y químicas.

Textura (subordinado de suelos)

Es la proporción porcentual de los agregados arcilla, arena y limo para formar las clases de texturas. Los suelos franco y franco arcillosos son las texturas más

Se considera que una precipitación de 1.500 a 1.750 mm/año es suficiente para suplir las necesidades del cultivo en suelos de textura franco limosa o franco arcillosa.

adecuadas para el cultivo de la caña. En condiciones de buenos drenajes, generan excelentes rendimientos físicos y buena calidad de panela.

Estructura

Es la forma como se unen las partículas para formar terrones. Un suelo con buena estructura facilita el desarrollo del cultivo, pues el agua y el aire penetran muy bien, la lluvia y el viento no lo arrastran fácilmente y las raíces de las plantas se desarrollan en buenas condiciones. Una mala estructura del suelo, cuando está húmedo, forma una gran masa que anula la aireación de las raíces y dificulta el laboreo.

El pH de los suelos en relación con el cultivo de la caña

La caña para panela puede cultivarse relativamente bien dentro de los límites de pH que van de 5,5 a 7,5. Sus raíces crecen con normalidad en un rango de pH de 6,1 a 7,7, y los suelos ácidos son más dañinos que los suelos alcalinos (Khanna, 1983).

En regiones donde se cultiva caña, como Antioquia y Santander, es frecuente encontrar suelos extremadamente ácidos o fuertemente ácidos (pH 4,1 a 5,5); una BPA es hacer un correctivo de pH acorde con el resultado de un análisis de suelos.

Las variedades producidas en el Valle del Cauca (Cenicaña Colombia) se adaptan bien en suelos con pH 5,6 – 6,5 (ligera y moderadamente ácidos).

En la tabla 5 se muestran las condiciones de suelo para el cultivo de la caña, entre ellas las óptimas, según su fertilidad, y de acuerdo con el programa suelos ICA y programa caña panelera.

Tabla 5. Clasificación de suelos cultivados en caña para panela

Concepto	Excelente	Bueno	Regular	Inadecuado
pH	6,5 – 7,2	5,5 -6,5	4,5 – 5,5	>7,2 - <4,5
Porcentaje de materia orgánica	Alto 5% o más	Medio 3-5%	Bajo <3%	----
Fósforo (P) ppm Bray II	>20	10 -20	<10	----
Potasio (K) mcg/100 g	>0,6	0,3 – 0,6	<0,3	----
Calcio (Ca)	>3,0	1,5 – 3,0	<1 – 5	----
Magnesio Meq/100 g	>1,5	0,5 – 1,5	<0,5	----

Fuente: Manrique, 1992.

Aspectos agronómicos del cultivo de la caña panelera

El cultivo de una variedad determinada en condiciones óptimas de adaptación no es suficiente para obtener altos rendimientos, también es necesario aplicar las BPA del cultivo como: adecuación y preparación del terreno, sistemas de siembra, fertilización, control de arvenses, manejo de plagas y enfermedades, riego, maduración y cosecha.

Labores de adecuación y preparación del suelo

La adecuación del suelo comprende principalmente labores de planificación de los lotes de caña, definición de sus dimensiones y construcción de acequias y caminos para movilizar la caña cortada. Su importancia radica en la contribución al incremento de la productividad y conservación del suelo, mediante el mejoramiento del sistema de producción del cultivo.

Eliminación del rastrojo

Consiste en cortar los arbustos y materiales vegetales presentes en el lote, que después se recogen en pilas. Como en la mayoría de los casos, el resultado es un material abundante y altamente leñoso; una BPA es escoger el que sirva de leña para el horno y compostar la cantidad restante.

Una BPA para plantar la caña es roturar únicamente el surco donde se va a sembrar (labranza mínima), como se recomienda en zonas de ladera.

Preparación manual con azadón

Este método se emplea cuando se van a renovar socas viejas y no es posible el uso de maquinaria. Consiste en arrancar las socas viejas con pica y luego roturar el sitio donde se va a colocar la semilla. Cuando se trata de lotes que provienen de otros cultivos, la labor se reduce a abrir la zanja y el hoyo donde se deposita la semilla.



Figura 11. Preparación de suelos

Surcado

El surco de siembra requiere una profundidad de 20 a 30 cm y su ancho de 30 cm. Esta BPA favorece el buen desarrollo del sistema radicular, porque le da a la planta mejor anclaje y exploración de nutrientes; esta labor se realiza manualmente con pica y azadón.

El trazado de los surcos se debe hacer en curvas a nivel, utilizando el agronivel; con esta BPA se evita la erosión y se conserva la fertilidad del suelo al disminuir la pérdida de nutrientes por lavado.

Selección de semillas y semilleros

La caña es una planta altamente heterocigótica, que en condiciones normales no produce semilla verdadera, razón por la cual hay que propagarla mediante trozos de tallo o estacas, desde una yema hasta el tallo entero (figura 12), dichas estacas reciben el nombre de semilla.

Una BPA es una adecuada selección de semillas. Al momento de seleccionarlas debe tenerse en cuenta que reúnan las siguientes características:

- Libre de plagas y enfermedades
- Estado nutricional adecuado
- Edad de corte entre 8 a 10 meses y de 50 cm, que contengan entre dos a tres yemas por estaca.
- Semilla libre de mezcla con otras variedades
- Yemas funcionales



Figura 12. Semilla de tallo

La calidad de la semilla cumple un papel trascendental en el desarrollo de una plantación y en su producción final. Un cultivo que va a ser aprovechado durante varios cortes requiere, desde el inicio, la aplicación de unas BPA que empiezan con la preparación del suelo, no mezclar variedades y utilizar semilla de óptima calidad que cumpla con las características de sanidad y calidad antes mencionadas.

Para obtener semilla de buena calidad se deben establecer semilleros en lotes dedicados exclusivamente a este fin y que reciban un manejo tal que permita garantizar la calidad del material obtenido. Una BPA en semilleros recomienda como máximo tres cortes de semilla para evitar problemas de propagación de insectos plaga y enfermedades.

El establecimiento de todo semillero debe responder a las necesidades de la plantación en cuanto al área que se va a renovar anualmente y la época de siembra; una hectárea de semillero proporciona semilla para una plantación de 10 hectáreas.

La época de siembra del cultivo comercial determina la época de establecimiento del semillero para poder obtener la semilla en el momento oportuno y asegurar su alta producción y calidad. Los lotes asignados para los semilleros se deben escoger entre los mejores de la finca en cuanto a condiciones físicas y químicas del suelo, drenaje, disponibilidad de agua y ubicación con respecto a las áreas de renovación.

El semillero se debe montar de 8 a 10 meses antes de establecer el cultivo comercial, y dos meses antes del trasplante se deben empezar las actividades de adecuación de terreno para el establecimiento de la plantación.

Para la obtención de la semilla se utiliza todo el tallo, una vez eliminada la raíz y el cogollo; una BPA es desinfectar el machete (con soluciones de yodo, cloro o amonio cuaternario) después de cada corte.

Muchos agricultores utilizan el cogollo como semilla (figura 13), aunque, no es lo ideal. En éste se concentra la mayor cantidad de azúcares reductores (glucosa y fructuosa), fibra, proteína y agua que no son los más indicados para producción de panela si, en cambio, para la alimentación animal.



Figura 13. Semilla de cogollo

Suelos con buena estructura facilitan el desarrollo de la caña, pues el agua y el aire penetran muy bien y las raíces alcanzan un buen desarrollo.

Tipos de semilleros

Básico

Se forma con semilla adquirida en la Estación Experimental San Antonio, de Cenicafé en el Valle del Cauca y en la Estación Experimental San José del Nus, de Corpoica en Antioquia. Son semillas seleccionadas de lotes comerciales con garantía de pureza de la variedad, que han tenido un buen manejo agronómico, no tienen más de un corte, con una edad entre 8 y 10 meses y con un estado sanitario ajustado a grados de permisibilidad según la enfermedad, como se muestra en la tabla 6.

Tabla 6. Grados de permisibilidad de la semilla a enfermedades

Enfermedad	Incidencia máxima permisible
Carbón	0%
Mosaico	5%
Raquitismo	2%
Roya	Grado 5
Raya clorótica	2%

La semilla debe someterse a tratamiento térmico a 52° C durante una hora, para prevenir el desarrollo de las enfermedades “raquitismo de la soca” y “raya clorótica”; una BPA es que la semilla tenga el proceso anterior (figura 14).



Figura 14. Equipo para tratamiento térmico de semilla

Semillero semicomercial

Este semillero se siembra con material proveniente del semillero básico (figura 15), ya para la venta o comercialización de semilla; también se puede obtener de la semilla de otro semillero semicomercial; la semilla debe tratarse térmicamente también.

Semillero comercial

Se siembra con semilla obtenida de la plantilla o primera soca de un semillero semicomercial.

Tanto la siembra como el corte de semilla deben hacerse en forma escalonada, para lo cual debe contarse con una buena programación desde la siembra del semillero.



Figura 15. Semillero

Siembra de la caña

El sistema de siembra de la caña panelera depende del grado de tecnología que se utilice; sin embargo, esa tecnología suele estar limitada por la topografía del terreno. Para cultivos mecanizados, la distancia de siembra se ha establecido en 1,50 m. En zonas de ladera, se emplean los sistemas *mateado* y *a chorrillo*. En zonas planas o ligeramente onduladas, a chorrillo.

El sistema de siembra de caña panelera está limitado por la topografía del terreno. Investigaciones realizadas por el ICA y Corpoica sobre métodos de siembra, con preparación manual utilizando el azadón y la pica, señalan que, entre el sistema a *chorrillo* y *el mateado*, el primero presentó los mejores resultados en producción de caña, con distancias de 1,40 a 1,50 m entre surcos. El *mateado*, con distancias entre 1 y 1,30 m entre surcos, y de 25 a 50 cm entre plantas, con uno y dos esquejes por sitio, respectivamente, y en suelos con buena estructura, permite obtener rendimientos muy similares a los del sistema a chorrillo. Sin embargo, la falta de agua en la época de siembra, la desigualdad en el crecimiento de los tallos (primarios, secundarios y terciarios) y el mayor riesgo de vuelco hacen que el sistema de *mateado* sea menos eficaz que el *chorrillo* (tabla 7) (Corpoica- Sena, 1998).

Las raíces de la caña
presentan mejor
desarrollo con pH de
6.1 a 7.7.

Una BPA es sembrar los cangres o semillas de manera que las yemas queden laterales, para así facilitar una mejor y rápida germinación de las yemas que nos va a generar la nueva planta. Por lo general, la siembra debe realizarse al inicio de las lluvias, lo que permitirá un mejor establecimiento del cultivo.

Tabla 7. Producción de caña (t/ha) de acuerdo con el método y las distancias de siembra

Método de siembra	Distancia surcos – plantas (m)	Densidad de siembra	Caña* (t/ha)
Chorrillo	0,80 - 1,20	8 yemas/m	89-09
Mateado	1,0 – 1,30 × 0,25 – 0,50	1 o 2 esquejes/sitio	70-93

* Promedio de 3 replicaciones y dos cortes en tres localidades de Boyacá y Santander
Fuente: Manrique E. et al. (2000: 154).

Sistema de siembra a chorrillo

En el sistema de siembra a chorrillo la semilla se pone acostada en el fondo del surco y, de acuerdo con su calidad, se sembrará empleando el sistema de chorrillo sencillo, medio o doble. Una BPA es la siembra a chorrillo en terrenos con pendientes onduladas y planas o pendientes menores del 30%. Se realiza en surcos a través de la pendiente o en las curvas de nivel (figura 16).

Chorrillo sencillo con traslape

Esta BPA garantiza una buena densidad de plantas. Se utiliza cuando la semilla es de buena calidad, y da una densidad de 7 a 10 yemas por metro lineal. Dependiendo de la calidad y disponibilidad de la semilla, se siembran a distancia entre uno y dos centímetros por estacas, o con traslapes de uno a dos centímetros (figura 17).

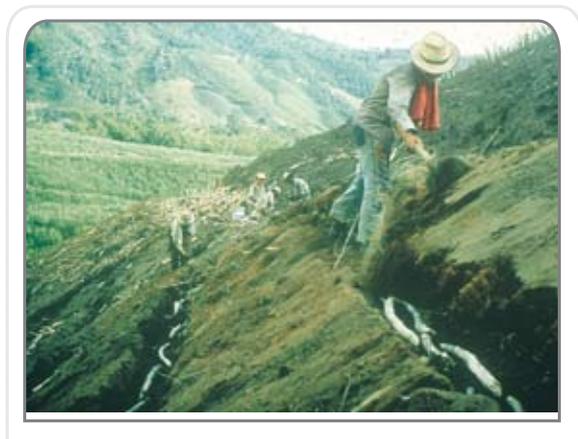


Figura 16. Siembra a chorrillo sencillo con traslape



Figura 17. Siembra chorrillo sencillo con traslape

El chorrillo doble se utiliza cuando la semilla no proviene de semilleros o es de mala calidad. En este caso, corresponde una densidad de 10 a 12 yemas por metro lineal, y se ponen dos estacas paralelas en el mismo sitio. Pero ante todo, y de acuerdo con las BPA, se debe utilizar semilla de buena calidad. La semilla debe quedar cubierta con una capa de suelo de 2 a 5 cm; con esta BPA no se afecta la germinación.

Sistema de siembra por mateado

Este sistema es recomendado en pendientes mayores a 30%; en el mateado se utilizan semillas de 2 o 3 yemas por sitio. Recuerde que una BPA es hacer la siembra en surcos con curvas a nivel (Corpoica – SENA, 1998).

En mateado, se siembra con distancias entre 1 y 1,40 m entre surcos y con distancias entre plantas de 25 a 50 cm, con uno y dos esquejes por sitio respectivamente (figura 18), en suelos con buena estructura; este sistema permite obtener rendimientos muy similares a los de sistemas a chorrillo.



Figura 18. Siembra por mateado

Resiembra regenerativa

La resiembra regenerativa consiste en rehabilitar calvas o espacios perdidos de terreno donde, por múltiples factores, las cepas y los retoños han desaparecido por muerte o deterioro, lo cual ha traído como consecuencia un decrecimiento en la producción y en la rentabilidad del cultivo. Esta práctica se debe realizar corte tras corte, con el propósito de mantener entre 110 y 125 mil tallos por hectárea.

¿Cómo hacer viable y rentable la resiembra?

La resiembra es viable y renetable mediante la propuesta de una estrategia o método que sea factible, técnica y económicamente, que se ajuste a las condiciones de explotación comercial, garantizando la viabilidad en la germinación o prendimiento de los retoños y que éstos, a su vez, sean competitivos por luz y nutrientes con las plántulas emergidas de las cepas vivas en campo.

Criterios para una resiembra viable y rentable

- Que el material de propagación garantice vigor, sanidad y pureza varietal.
- Que el prendimiento del material de propagación en el campo, sea viable y eficiente.
- Que la manipulación y el transporte del material de propagación al sitio definitivo de la siembra, sean económicos y fáciles para que no sufra daños.

Métodos de resiembra regenerativa

¡De un buen material de propagación depende el éxito de un cultivo!

Deshije de retoños o plántulas de cepas ya emergidas

Consiste en desprender los retoños emergidos de una cepa vigorosa con la ayuda de un barretón y luego transplantarlos directamente a los sitios de las calvas. Los retoños que logran prender se desarrollan en forma paralela al resto de las plantas del lote. El prendimiento de éstos es del 80% y sus costos son bajos por mano de obra y manipulación del material que se va a propagar. Su desventaja es que ocasiona daños y lesiones en las cepas madres y facilita el ataque de plagas y enfermedades por las heridas provocadas en el desprendimiento de los hijuelos o retoños.

Cangres sembrados directamente en los sitios de calvas (espacios entre plantas)

Este método se puede realizar mediante la utilización de dos tipos de materiales de propagación:

El tradicional, se hace mediante el empleo de “cogollo”, el cual, a pesar de su germinación, no garantiza el vigor ni la pureza de la variedad cuando se utilizan variedades viejas y mezcladas. Esta alternativa no permite planear una resiembra adecuada y oportuna.

El uso de “cangres de semilleros”, a diferencia del anterior, está libre de plagas y enfermedades; tiene un estado nutricional adecuado, pureza de la variedad y permite una mejor planeación de la resiembra.

Cualquiera que sea el tipo de propagación, este método se debe realizar por lo menos uno o dos meses antes del corte del cultivo, elaborando para ello cajuelas en los sitios de calvas (sitios libres entre planta y planta) para ubicar la semilla. Presenta limitaciones en cuanto al prendimiento de la semilla, ya que las plántulas emergidas son fácilmente inhibidas por el crecimiento acelerado de los retoños de la soca del cultivo madre. Otra desventaja es que no garantiza la producción del material para el ciclo del cultivo para el cual se realizó, sino para el siguiente periodo. Este método no garantiza eficiencia en el campo.

Plántulas pregerminadas en bolsas de polietileno

Si bien reporta buenos resultados de prendimiento en el sitio definitivo mayores al 75%, implica altos costos por utilización de materiales, mano de obra y transporte a los sitios de resiembra. Una desventaja es que requiere movilizar altos volúmenes de tierra o sustrato al sitio definitivo. Es recomendable desde el punto de vista agronómico, pero cuando la siembra sobrepasa de 500 plántulas por hectárea, se hace muy costoso, ya que el llenado de bolsas se complica si no hay suficiente mano de obra en la región.

Yemas pregerminadas para resiembra directa

Consiste en pregerminar yemas en terrazas o germinadores utilizando un sustrato en relación 3:1:0,5 de arena, tierra y materia orgánica, respectivamente. Cuando las plántulas alcanzan el vigor deseado se llevan al sitio definitivo donde se realiza un ahoyado con barretón y se siembra teniendo el cuidado de no dañar las raíces. Se planea dos meses antes de la realización del corte y no requiere movilizar el sustrato.

En condiciones adecuadas de humedad de campo, reporta prendimientos superiores al 97%. En comparación con los métodos anteriores ofrece ventajas como:

- Disminución hasta del 60% de los costos de manejo y transporte del material de resiembra.
- Facilidad operativa en el transporte de las plántulas al lote de resiembra.
- Reutilización de los viveros o germinadores.
- Mejor planeación y oportunidad en la época de resiembra.
- Selección de plántulas con buen vigor y estado sanitario.
- Uniformidad del material de resiembra.
- Garantía en la pureza de la variedad.
- Fácil implementación y bajos costos.

Este método es, técnica y económicamente, el más accesible y recomendable para ser aplicado. Con una resiembra adecuada y oportuna se regenera, en un mediano plazo, la capacidad productiva de su cultivo comercial y se hace, de esta práctica, una actividad rentable.

Renovación de cultivos de caña con variedades mejoradas

Esta labor se recomienda cuando las cepas están muy viejas, 8 y 10 años con buen manejo, y los rendimientos en caña y panela son muy bajos (menores de 60 t/ha en caña). La renovación debe hacerse mediante siembras escalonadas en lotes

Es frecuente encontrar suelos extremadamente ácidos o fuertemente ácidos (pH 4,1 a 5,5); una BPA es hacer un correctivo de pH acorde con el resultado de un análisis de suelos.

pequeños de la finca, de acuerdo al área y los recursos disponibles; se puede planear la renovación de toda la finca en varios años, de manera que no se afecte la productividad, por lo que se recomienda una renovación del 10 al 20% anual.