19969
3 ejp

BIBLIOTECA AGROPECUARIA DE COLOMBIA
08 MAYO 2002

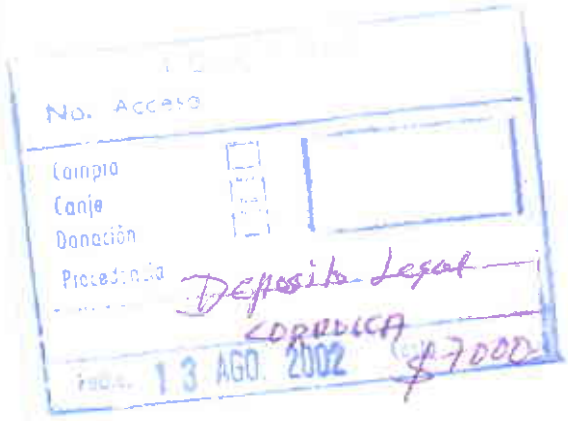
Boletín Técnico No. 24

BASES TÉCNICAS PARA EL ESTABLECIMIENTO Y MANEJO DEL CULTIVO DE CAÑA EN EL DEPARTAMENTO DE CASANARE

Saúl Bernardo Aguiar Herrera[1]

Yopal, Casanare, Colombia, Diciembre 2001

[1] I.A. Investigador cooperante. Programa regional de investigación agrícola. Creced Casanare, Corpoica Regional Ocho. Yopal, Casanare, Colombia.



La financiación de esta publicación se logró gracias a los recursos de cofinanciación del Programa Nacional Transferencia de Tecnología, Pronatta, del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural de Colombia y es un producto del proyecto "Ajuste y validación de tecnología en el cultivo de caña y su agroindustria para el Departamento del Casanare", ejecutado por el CRECED Casanare Unidad Operativa de Corpoica Regional Ocho, en el período comprendido de enero/98 a junio/01.

Autor: Aguiar, H., S.B.

Primera Edición
Diciembre de 2001-09-15
Villavicencio, Meta, Colombia
Publicación Corpoica Regional Ocho
Programa Regional de Investigacion Agrícola
Código: 02.02.24.08.32.03.01
Edición: M.V.Z. M. Sc.César Augusto Jaramillo Salazar
Programa Regional Métodos de Transferencia de Tecnología
Tiraje: 500 ejemplares
Armada digital e impresión:
Editora Guadalupe
Bogotá,Cra. 42 No. 10A-57
Tel.: 2690788
E-mail: guada@col1.telecom.com.co

ÍNDICE

Pág.

PRESENTACIÓN 5

INTRODUCCION 7

1. **BIOLOGÍA DE LA CAÑA** 9
   - 1.1 Morfología 9
   - 1.2 Raíces 9
   - 1.3 Tallo 10
   - 1.4 Hoja 11

2. **REQUERIMIENTOS AGROECOLÓGICOS** 12
   - 2.1 Suelos 12
   - 2.2 Temperatura 12
   - 2.3 Luminosidad 13
   - 2.4 Precipitación 13
   - 2.5 Vientos 13

3. **VARIEDADES PROMISORIAS DE CAÑA** 13
   - 3.1 Variedad Puerto Rico PR61632 14
   - 3.2 Variedad República Dominicana RD 7511 14
   - 3.3 Variedad Sao Paulo SP701284 15
   - 3.4 Variedad POJ 2878 15
   - 3.5 Variedad Mayari MY 5465 15
   - 3.6 Variedad Canal Point, CP 782018 16
   - 3.7 Variedad Janorou JA 6419 16
   - 3.8 Variedad Cenicaña CC 8475 16
   - 3.9 Variedad Puerto Rico PR 671070 18
   - 3.10 Variedad Sudafricana 76F1553 18
   - 3.11 Evaluación y resultados del comportamiento de variedades promisorias de caña panelera en el Casanare 18

4. LABORES AGRONÓMICAS DE ESTABLECIMIENTO DEL CULTIVO DE LA CAÑA 25
4.1 Selección del terreno 25
4.2 Preparación de suelos y surcado 26
4.3 Obtención de semilla y establecimiento de semillero 28
4.4 Siembra 29
4.4.1 Sistemas de siembra 29
4.4.2 Densidad de siembra 30
4.4.3 Tratamiento sanitario de semilla 31
4.4.4 Resiembras 33
4.5 Fertilización de la caña 33
4.5.1 Fertilización química 34
4.5.2 Fertilización orgánica de la caña 36
4.6 Aporque 39
4.7 Deshoje 39

5. PLAGAS DE LA CAÑA PRESENTES EN LA REGIÓN 40
5.1 Insectos plaga en la semilla o establecimiento del cultivo 40
5.2 Insectos que atacan el tallo 41
5.3 Insectos chupadores 46

6. ENFERMEDADES EN LA CAÑA 46

7. MANEJO DE LAS MALEZAS 47

8. ASPECTO AGROINDUSTRIAL DEL CULTIVO 49
8.1 Cosecha y beneficio de la caña 49
8.2 Clarificacion, evaporación y concentración de los jugos de caña 55
8.2.1 Clarificación 55
8.2.2 Evaporación 57
8.2.3 Concentración 57
8.3 Molinos paneleros 59
8.4 Hornillas paneleras 60

BIBLIOGRAFÍA 62

PRESENTACIÓN

En el departamento de Casanare el cultivo de caña es una de las principales actividades agrícolas en zonas de economía campesina, reportándose como establecidas cerca de 1.500 hectáreas. El comportamiento del área sembrada del cultivo se ha disminuido por la presencia de plagas, por el manejo inadecuado del cultivo y por procesos de beneficio deficientes que ocasionan bajos rendimientos.

En el departamento existen áreas óptimas para el cultivo, además de una cultura cañera que justifica plenamente la búsqueda de alternativas de mejoramiento del sistema de producción. Gracias a los recursos del Programa Nacional de Transferencia de Tecnología Pronatta y al compromiso adquirido por Corpoica Regional Ocho, por intermedio de su unidad operativa Creced Casanare y a solicitud de los participantes en los nodos temáticos regionales, se propuso, aprobó y ejecutó el proyecto "Ajuste y validación de tecnología en el cultivo de caña y su agroindustria para el departamento de Casanare", que abarca todo el proceso productivo del cultivo incluyendo cosecha y postcosecha.

El boletín que estamos entregando recoge todas las evaluaciones y desarrollos tecnológicos alcanzados. La aplicación de los conocimientos contribuirán, sin lugar a dudas, a mejorar el sistema de producción de caña en el Casanare. Con este documento, Corpoica amplía la información tecnológica para el cultivo de caña en la Orinoquía y aporta las bases para el mejoramiento de la calidad de vida de las comunidades campesinas de esta importante región de nuestro país.

Es satisfactorio entregar este acervo tecnológico que va a incidir, precisamente en la gran masa de productores de economía campesina, que son los abastecedores de alimentos para la población colombiana.

Diego Aristizábal Quintero
Director (e) Corpoica Regional Ocho

INTRODUCCIÓN

La caña de azúcar (Saccharum officinarum L.), llamada con todo reconocimiento "La reina de las plantas tropicales" por su extraordinaria eficiencia en el aprovechamiento de la energía solar, es originaria de la Nueva Guinea, traída a América en el segundo viaje de Cristóbal Colón en 1493 a la República Dominicana. A Colombia fue traída en 1510 a la Santa María Antigua del Darién desde donde se esparció a todo el país (Buenaventura, 1981).

En 1536, Sebastián de Belálcazar trajo la caña a su Estancia de Yumbo desde donde se difundió por todo el valle del río Cauca. Desde ese tiempo el nivel tecnológico de los pequeños productores de caña de suelos de ladera no ha cambiado mucho. Los trapiches tenían dos mazas horizontales movidas por aspas y agua, o verticales accionadas por tracción animal. Cuando aumentó la demanda aparecieron las tres masas verticales como en algunos trapiches de madera actuales accionados por tracción animal, cocinando y condensando la miel, para su solidificación en pequeños moldes. En ese entonces la bebida más común era el guarapo de jugo fresco o fermentado, sin cocinar o cocinado.

En el mundo Colombia ocupa el segundo lugar después de la India entre 30 países productores de panela, con un volumen mayor al 7% de la producción mundial, pero es el primer consumidor con 23.8 Kg., de panela por persona por año, consolidando un rasgo cultural nacional colombiano (Rodríguez, 1998).

El cultivo de caña para panela o miel es de gran importancia socioeconómica. La producción de panela, es de las principales actividades agroindustriales de la economía nacional por su valor en la dieta de los colombianos, por la superficie dedicada al cultivo y la generación de empleo rural que se efectúa en 226.000 ha. con caña, en 70.000 unidades agrícolas familiares y 15.000 trapiches donde se obtiene panela y miel. (CIMPA, 1992). En 1996 se cosecharon en Colombia 371.484 ha. de caña dedicadas a la producción de panela, azúcar y miel (Rodríguez, 1999).

La elaboración de la panela es considerada la segunda actividad agroindustrial de importancia económica luego del beneficio del café, por la mano de obra que utiliza y por el número de unidades familiares. Ocupa el sexto lugar en generación de recursos dentro del PIB agrícola y el 13º puesto dentro del total de bienes y servicios y grupos de alimentos dentro de la canasta familiar; así mismo ocupa el 10º lugar dentro de la canasta de alimentos de gentes de bajos ingresos y el 17º puesto en la de empleados de ingresos medios.

En el Departamento de Casanare la caña panelera se siembra en todos los municipios para usos semejantes. La oficina URPA Semestre A 1996 reportó 1.177 ha., sembradas de cañamiel en el Departamento con una producción total de 4.721 toneladas del producto por un valor de $458.043./tonelada, lo que permite determinar su importancia para la estabilidad socioeconómica de estas áreas. Sin embargo, igual que en la mayoría de las zonas productoras del cultivo a nivel nacional, su explotación está caracterizada por el uso de técnicas rudimentarias, tradicionales a nivel del campo y rústicas a nivel agroindustrial, con bajos índices de productividad, alto consumo de mano de obra y costos de producción, bajos niveles de extracción de jugos y condiciones sanitarias deficientes que afectan la calidad del producto. Lo anterior, agravado por el deterioro de los recursos naturales en las zonas de molienda, hace insostenible el sistema de producción.

1. BIOLOGÍA DE LA CAÑA

La caña de azúcar (Saccharum officinarum L.) es un pasto tropical gigante que forma y acumula sacarosa en las hojas verdes.

1.1 Morfología

Este aspecto es importante dado que facilita conocer y diferenciar las variedades que existen. Permite identificar sus características externas e internas así como conocer la importancia económica de sus órganos (Amaya y Colbs. 1995).

1.2 Raíces

Sirven para proporcionar anclaje a las plantas, absorber los alimentos y el agua del suelo. Están constituidas por dos tipos de raíces.

- Raíces de la estaca original

Emergen de la banda de raíces localizadas en el anillo de crecimiento del nudo del tallo sembrado. Son delgadas, ramificadas y viven hasta que aparecen las raíces en la banda de raíces de los nuevos brotes o "chulquines" a los dos o tres meses de edad. Figura 1.

- Raíces permanentes

Nacen en los anillos de crecimiento radical de los nuevos brotes. Son numerosas, gruesas, de rápido crecimiento y proliferan con el desarrollo de la planta de acuerdo con la variedad, factores ambientales, tipo de suelo y humedad. En los suelos arcillosos son de menor longitud y las variedades con raíces más profundas y densas resisten más los períodos de sequía. Figura 2.

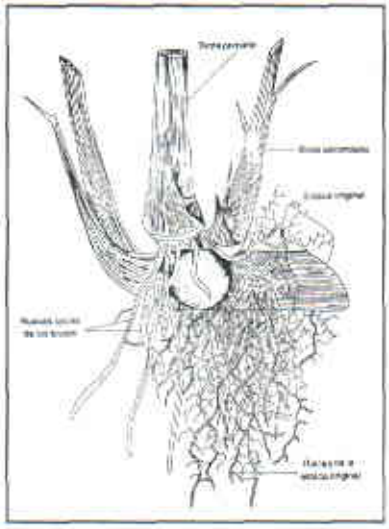


Figura 1. Raíces del cultivo de caña. Fuente: Humbert, 1974.

Existen raíces superficiales que abundan en las primeros 60 cm. y alcanzan hasta dos metros de longitud, pero en general hay una mayor cantidad de raíces en los primeros 40cm. de profundidad, lo cual sugiere que en esa profundidad deben mejorarse las prácticas de preparación de suelos.

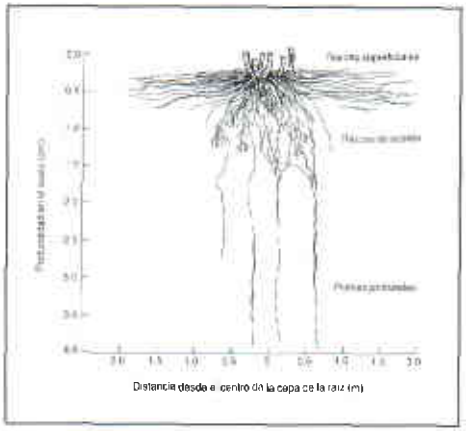


Figura 2. Distribución de raíces en el cultivo de caña. *Fuente:* Blackburn, Cenicaña 1995.

1.3 Tallo

Es la parte aprovechable industrialmente para producción de azúcar, panela, miel y jugo. Es el órgano más importante de la planta, donde se almacenan los azúcares. Está formado por nudos y entrenudos cuyo número, diámetro, color y habito de crecimiento dependen de la variedad. La altura y longitud dependen de las condiciones agroecológicas y del manejo. Los tallos pueden ser primarios, secundarios y terciarios si se originan de las yemas de la semillas del tallo primario o de los secundarios, respectivamente. Figura 3.

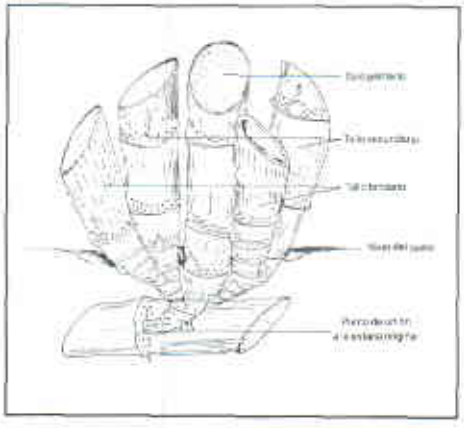


Figura 3. Diferenciación de tallos en el cultivo de caña. *Fuente: Humbert, 1974.*

Cuando las yemas basales quedan expuestas a la acción del sol o por volcamiento o hábito de crecimiento abierto aparecen unos tallos gruesos llamados "bretones". Otros tallos con brotes laterales son los "lalas" que se originan por daños físicos, por daño de insectos en el punto de crecimiento, por floración, por la acción de la yagua que permite la acumulación del agua y facilita la germinación de las yemas.

- **Nudo.** Es la porción más fibrosa del tallo y separa dos entrenudos vecinos. Está formado por el anillo de crecimiento, la

banda de raíces, la cicatriz foliar, el nudo, la yema y el anillo ceroso. Figura 4.

El anillo de crecimiento es de color más claro y de él se origina el entrenudo. La banda de raíces es pequeña sobresaliendo del nudo donde se originan las primeras raíces. La cicatriz foliar rodea el nudo luego que cae la hoja. La yema origina nuevos tallos y se presenta una en cada nudo en forma alterna protegida por la vaina. Las yemas por su forma y tamaño diferencian las variedades.

- **Entrenudo.** *Es la parte del tallo que se encuentra entre dos nudos. Su diámetro, color, forma y longitud dependen de la variedad. Hay entrenudos cilíndricos, abarrilados, en forma de huso, conoidales, obconoidales, cóncavos y convexos.*

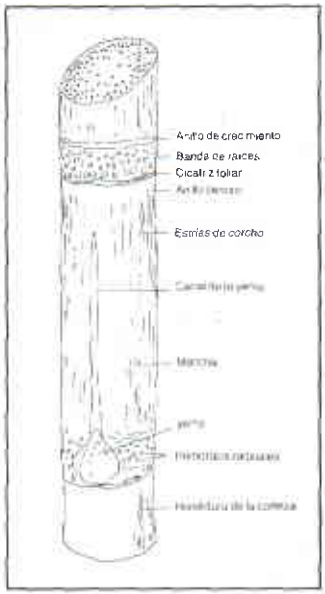


Figura 4. Partes del tallo de caña

El extremo del tallo es el meristemo apical. Cuando se cosecha un tallo sus raíces mueren y rebrotan las yemas y primordios radicales de la cepa para dar origen a un nuevo tallo en condiciones ambientales favorables. El número de cortes del cultivo depende de la variedad, de las prácticas culturales y de las condiciones ambientales en el momento de la cosecha. La germinación y desarrollo de las raíces dependen de factores ambientales y genéticos.

1.4 Hoja

De gran importancia ya que son reconocidas como las fábricas orgánicas más eficientes del reino vegetal, donde las materias primas se convierten en carbohidratos por acción de la luz solar. Son 10 o 15 hojas verdes de acuerdo con la variedad, con una longitud de 1.5 m. de largo y 1 a 10 cm. de ancho, generalmente cubiertas por pelos.

Se originan en los nudos y se distribuyen alternamente a lo largo del tallo a medida que crece. La hoja está compuesta por la lámina foliar, tiene nervadura central y muchas paralelas, los bordes son cerrados y cambian con las variedades, y con la yagua o vaina, que es tubular, envuelven el tallo.

La hoja es la parte de la planta en donde se transforman, en presencia de la luz solar, el agua, el CO_2 y los nutrimentos en carbohidratos. En la hoja se efectúan tres funciones principales que implican intercambio de gases controlados por los estomas que están en la epidermis de la hoja, los cuales se cierran cuando hay deficiencia de agua:

- Fotosíntesis y translocación de nutrientes.
- Respiración.
- Transpiración. Intercambio de gases controlados por los estomas, que están en la epidermis de la hoja, y se cierran cuando hay deficiencia de agua.

Existen muchos tipos de azúcares siendo el más común, la sacarosa. En la caña los azúcares se translocan principalmente en forma de sacarosa, ésta desde la hoja pasa por la yagua y llega al tallo, desciende hasta las raíces, sube a las nuevas hojas o pasa a otras más jóvenes.

2. REQUERIMIENTOS AGROECOLÓGICOS

2.1 Suelos

La caña crece en diferentes tipos de suelos, no es muy exigente y se desarrolla bien en los suelos de características texturales franco arcillo arenosos (FarA) y los arcillo limosos (ArL). No crece bien en los suelos arenosos, sin retención de humedad ni en los demasiado pesados, arcillosos, sin drenaje interno que causan encharcamientos.

2.2 Temperatura

Las temperaturas óptimas para el desarrollo y crecimiento de la caña se encuentran entre 25 y 26°C, aunque crece bien entre 20 y 30°C: A menor temperatura el crecimiento disminuye, los entrenudos se acortan, se alarga el período vegetativo y los rendimientos disminuyen por hectárea y por mes.

La oscilación de temperatura es la diferencia que se presenta entre las temperaturas del día y la noche, le asignan especial importancia en la elaboración de sacarosa. Cuando las temperaturas son uniformes la caña no cesa de crecer y tendrá entonces alto contenido de azúcares reductores. Para la síntesis y acumulación de sacarosa se necesitan oscilaciones de

temperatura superiores a 8°C especialmente en la maduración y es indispensable para el buen grano o textura fina de la panela (Ayalde y Colbs, 1973).

2.3 Luminosidad

Es determinante en el éxito del cultivo de caña. Es el factor más importante en la asimilación y acumulación de carbohidratos en las hojas. Cuando aumenta la radiación solar se incrementa la actividad fotosintética y la producción de caña de azúcar. La fotosíntesis combina, por la acción solar, el anhidro carbónico del aire con el agua produciendo azúcar. La intensidad solar influye en la floración. Cuando la longitud del día es corta se favorece la floración. Esta afecta los rendimientos mas que todo en cañas jóvenes ya que cesa el crecimiento y desarrollo del cultivo.

2.4 Precipitación

El agua es la base para la formación de azúcares, garantiza su transporte y translocación así como la turgencia de los tejidos. La caña necesita entre ocho y nueve mm de agua por hectárea por día en días calurosos y tres mm en la época más fría. Es esencial en los primeros estados de desarrollo (germinación y macollamiento), pero un exceso es perjudicial a menos que haya buenos drenajes. El déficit de agua afecta la producción cuando ocurre en los últimos meses de desarrollo. Es un elemento básico para la formación de azúcares e interviene en el transporte de nutrientes, azúcares y turgencia de los tejidos.

2.5 Vientos

Los vientos fuertes afectan el volcamiento de las plantas. Los cálidos y secos aumentan la transpiración de planta y secan el aire y el suelo. Cuando los vientos son fuertes causan daño en los cultivos.

3. VARIEDADES PROMISORIAS DE CAÑA

En el Departamento del Casanare desde hace muchos años se han venido explotando para producción de miel y panela, las variedades de caña, POJ 2878 y POJ 2714, aunque existen otros materiales regionales conocidos como Cristalina y Calancana principalmente, que se pueden encontrar por separado o ambas en la misma finca. Así

mismo, no se encuentra diferencia entre variedades de caña para panela o para azúcar, viéndose solo algunas diferencias en cuanto a su adaptación a las regiones y las metodologías de manejo y beneficio de las plantas. Aunque las diferencias están en las tecnologías de producción, en el objetivo del sistema y en que las características agronómicas e industriales de las variedades exigidas para la industria azucarera no son 100% aplicables a la paneleras (Manrique e Insuasty, 1999).

Sin embargo, es aconsejable que cada productor tenga en su finca al menos tres buenas variedades las que deben estar convenientemente separadas y demarcadas para que no se pierda la pureza genética, evitando que se mezclen las variedades dado que las características agronómicas, los requerimientos de la variedad, la extracción de jugo, los grados Brix son diferentes. Además, en la molienda la mezcla de variedades da un producto de mal color y grano, de difícil limpieza, texturas amelcochadas y una mezcla de acidez que causa poca duración de la calidad del producto.

3.1 Variedad Puerto Rico PR61632

Como su nombre lo indica es originaria de Puerto Rico; posee excelentes características agronómicas, agroindustriales y amplio grado de adaptación, mostrando buen comportamiento en diferentes pisos térmicos lo que la hace importante dentro de los campos de cultivo de los pequeños productores. Posee tallos con entrenudos largos sin pubescencia y gruesos, de color morado y vino tinto con tonalidades amarillentas cubiertas de cerosina, tallos altos y erectos que facilitan las labores de corte, alce y transporte.

Es una variedad de buena germinación, macollamiento y crecimiento inicial lento hasta los seis meses cuando se acelera su desarrollo; las hojas poseen puntas erectas, color verde que se tornan amarillentas con la edad. Presenta floración mucho menor y más tardía que los demás materiales en el Departamento.

Tiene promedios de producción elevados por hectárea, porcentaje de extracción de jugos alto y muy buen color de miel y panela. Presenta resistencia combinada al carbón roya, mosaico, raquitismo de las socas y otros complejos fungosos, Tabla 1. (Manrique e Insuasti, 1998).

3.2 Variedad República Dominicana RD 7511

Originaria de República Dominicana. Posee tallos color verde claro – amarillo verdoso recubiertos de cerosina; entrenudos cilíndricos y largos, sin pubescencia, con

tendencia al acame; hojas largas y angostas con las puntas dobladas, con deshoje natural parcial.

Tiene germinación superior a 80%, buen macollamiento y florece a los diez meses cuando se siembra a inicios de lluvia. Presenta tendencia a susceptibilidad al ataque por Diatraeae sp, con índices de intensidad de infestación superior a 10%, y resistencia al carbón, raya, mosaico, mancha de ojo y mancha de anillo.

Se ha observado blandura en trapiche, diámetro de tallo homogéneo (3cm) y buena extracción de jugos con contenidos de sacarosa y grados Brix tempranos y más altos que PR61632, así como mayores promedios de producción de tallo y miel. Se le conoce como la variedad de los pobres por su alta producción de caña. Es la variedad que presenta color de miel y panela más claros.

3.3 Variedad Sao Paulo SP701284

Es un material de origen brasileño, tiene porte erecto, entrenudos intermedios, excelente macollamiento, no tiene lalas y la pelusa es escasa. Presenta deshoje parcial, buena germinación y rebrote. Es el material con CC8475 que más altos valores de grados Brix (27o) ha presentado en Casanare a los 12 meses de período vegetativo. También ha florecido a los 12 meses de siembra.

3.4 Variedad POJ 2878

Es conocida en la región como "Piojota" o "Java" o "Regional". Es una variedad de entrenudos y tallos largos de diámetro mediano a grueso, color amarillo verdoso con cerosina que se amarillenta a su madurez. Presenta tendencia al volcamiento y alta pubescencia, hojas abiertas, buen macollamiento, se deshoja, según los agricultores, con menos facilidad que las variedades nuevas promisorias y presenta buena adaptación. Tiene maduración y floración tardía, sus cañas son blandas con alto nivel de jugos, °Brix y buena extracción. Además presenta muy buena calidad de miel y panela.

3.5 Variedad Mayari MY 5465

Es una variedad que en el departamento ha presentado comportamiento desuniforme. Cuando se ha sembrado en suelos franco arcillo arenosos (F-Ar-A), de mediana fertilidad, de vega de río y montaña en clima medio con buena capacidad de

retención de humedad y materia orgánica, ha presentado muy buen desarrollo, crecimiento y producción, contrario a lo observado en suelos arcillosos secos en verano.

Es una variedad de origen cubano, de porte alto, tallos erectos, de diámetro intermedio pero homogéneo de entrenudos largos de color morado, sin pubescencia, presenta deshoje total mostrando tendencia al volcamiento (5%) y a susceptibilidad a Diatraea, presencia de lalas en verano y altos niveles de producción de caña, con buena extracción de jugos y muy buena calidad de panela. Es exigente en fertilización.

3.6 Variedad Canal Point, CP 782018

Es una variedad promisoria que ha mostrado muy altos niveles de producción de caña, miel y cogollo. Es de porte alto de buen macollamiento. Posee tallos de color verdoso con cerosina, presenta deshoje natural parcial, tallos con entrenudos de diámetro y longitud homogénea e intermedia, muestra abundante follaje sin pubescencia y pocas lalas.

Es una variedad que sembrada a inicio de lluvias en marzo o abril, presenta floración a los 11 meses mostrando altos niveles de contenido de azúcares solubles, así como de producción de caña y miel. Esta variedad sembrada en mayo y en el segundo semestre hasta septiembre sólo inició floración a los 14 meses mostrando muy altos niveles de grados brix (24º). Esta variedad mostró los mayores niveles de adaptación y potencial de producción en Casanare.

3.7 Variedad Janorou JA 6419

Esta variedad muestra muy buen macollamiento. Es de tallos con entrenudos de color amarillo claro con cerosina, de diámetro y longitud intermedia un poco más delgados que la Canal Point. Tiene deshoje natural parcial y porte alto con tallo erectos sin volcamiento. Sembrada a inicios de lluvias presentó inicio de floración a los 10 meses con alto contenido de grados brix. Sembrada después de Mayo es la variedad con mayor contenido de azúcares solubles a los 9 meses con muy buen desarrollo y crecimiento, excelente producción de caña y tallos molibles por hectárea.

3.8 Variedad Cenicaña CC 8475

Variedad de porte erecto, de buen macollamiento, presenta entrenudos de diámetro y longitud intermedia, de color morado rojizo con cerosina; muestra ten-

VARIEDADES PROMISORIAS DE CAÑA PARA EL CASANARE

Variedad Puerto Rico PR61632

Variedad Sao Paulo SP701284

Variedad POJ2878, Variedad regional

Variedad República Dominicana RD7511

dencia al volcamiento y muy fácil deshoje, aunque natural, es parcial. En Casanare presentó la menor producción de caña por hectárea (84 t./ha.), tendencia a susceptibilidad al ataque de Diatraea y alto contenido de azúcares solubles (26o) sólo superada por SP 701284 (27o) al año de edad. Esta variedad muestra tendencia a presentar lalas.

3.9 Variedad Puerto Rico PR 671070

Es de color rojo cenizo en estado maduro y verde amarillento oscuro cuando está inmadura. Es de muy buena adaptación igual que en la zona panelera de Santander. De tallos erectos y altos, entrenudos de longitud y grosor intermedio homogéneos, no muestra rajadura de tallo. Presenta alta pubescencia, pocas lalas y buen deshoje. Es un material de fácil trabajo en trapiche y resistencia al carbón, roya y mosaico.

3.10 Variedad Sudafricana 76F1553

Esta variedad presenta un color verde cenizo amarillento, tallo de diámetro intermedio y buena longitud de entrenudos, con alta pubescencia, deshoje foliar y muy pocas lalas. Tallos altos, buen macollamiento de planta y tendencia al volcamiento. En evaluaciones realizadas en el departamento del Casanare, presentó alta producción de caña y cogollo por hectárea, buena extracción de jugos y de miel. En el municipio de Támara (Casanare) floreció a los seis meses de sembrada.

En la tabla 1 se relaciona para cada una de las variedades, las principales características de crecimiento y producción en el tratamiento del Casanare.

3.11 Evaluación y resultados del comportamiento de variedades promisorias de caña panelera en el Casanare

Los ensayos con las variedades promisorias de caña se establecieron en los municipios de Yopal, Nunchía y Támara, sitios que se seleccionaron por ser zonas donde el sistema de producción del cultivo es importante en la economía de los productores y además son lugares representativos del sistema de producción del área y por su ubicación permiten el desarrollo y seguimiento de las actividades en los cultivos.

VARIEDADES PROMISORIAS DE CAÑA PARA EL CASANARE

Variedad Mayari MY5465

Variedad Canal Point CP782018

Variedad Janorou JA6419

Variedad Cenicaña CC8475

Tabla 1. Características generales de crecimiento y producción de las variedades de caña en Casanare. 2.000

Variedades	República D	Sao Paulo	Mayari	Regional	Canal Point	Janorou	Cenicaña	Sudafrica	Puerto Rico	Puerto Rico
Variables	7511	701284	5405		782018	6419	8475	76F1553	671070	61632
Diámetro tallo	2.6-3.5	2.7-3.4	2.2-3.0	3.0-4.2	2.8-3.5	2.5-3.1	2.7-3.2	3.1	3.0	3.0-4.3
Nº tallos /ha	112.495.	124995	83330	87.495	108329	116732	66664	49998	70830	104162
Longitud. Entrenudos	13	12	9	14.5	13	12	10	14.5	11.5	17.5
Deshoje natural Pubescencia	Parcial No	Parcial No	Total No	Parcial Mucha	No Poca	Parcial No	Parcial Poca	parcial mucha	No mucha	Parcial No
Lalas	No	si	si	Poca	si	si	si	ninguna	Poca	Poca
Altura	3.3-3.8	2.7-3.8	2.4-3.2	2.7-4.3	2.9-3.5	2.9-3.2	2.5-3.0	3.2	2.8	2.8-3.9
Volcamiento %	2-20	0	4	20	0	2	0	10	4	0
Floración	si-no	si-no	si-no	si-no	Si-no	si-no	si-no	si	no	Si-no
Brix (grados)	22	25	23	24	21	23	24	19	23	22
TCH	140.228	170826	112495	162493	158327	108.329	85413	114995	79834	166160
Producción. Cogollo	28.321	41665	22915	33.332	66664	43.748	29165	14582	10416	37498
Hábito crecimiento	Semierecto	Erecto	Erecto	Semierecto	Erecto	Erecto	Erecto	Erecto	Erecto	Erecto
Ph Jugo	5	5	5	5	5	5	5	4.5	5	5
Nº Brotones	40	52	38	28	51	62	22	28	33	50
I.I. Diabrotica (%)	10	7	10	4	4	10	8	13	10	2
Tmh	15.145	21.404	12.936	19.336	19.505	12.934	11.727	12	9.53	19.939

Fuente: Aguiar, 2001

- Producción de caña y miel.

En los ensayos se encontró que las variedades CP 782018 y PR 61632 mostraron las mayores producciones de caña, miel y tallos, superando significativamente las producciones obtenidas con la variedad regional. Tabla 2.

La variedad CP 782018 superó en 46.6 toneladas por hectárea, la producción de caña obtenida con la variedad regional. Así mismo superó en 6.27 t/ha, la producción de miel, en 1.43% la de extracción del producto y mostró 0.33 grados Brix mayores que los obtenidos con la variedad regional.

Tabla 2. Producción de caña, miel, extracción de miel y jugo, grados Brix y número de tallos de variedades de caña. Nunchía,1999.

Variedad	Producción de caña t/ha	Producción de miel t/ha	Extracción de miel %	Extracción de jugo %	Grados Brix	No. tallos por ha.
CP 782018	113.93	13.42	12.00	54.30	18.00	73607
PR 61632	101.27	12.00	9.67	60.87	18.67	74997
RD 7511	89.99	9.53	10.83	57.73	19.67	69441
CC 8475	84.73	11.77	13.40	52.63	23.33	69441
SP 701284	62.47	8.03	12.78	54.20	22.00	52775
MY 5465	61.33	6.39	10.03	57.63	17.83	47220
JA 6419	61.10	8.51	13.80	52.60	19.33	66666
Regional	67.32	7.15	10.57	58.93	17.67	61108

Fuente: Aguiar, 2001

- Componentes de crecimiento

Se encontraron diferencias significativas en las variables de crecimiento y volcamiento de las variedades de caña. CP 782018 mostró un diámetro de tallo de 3.17 cm, una longitud de entrenudos de 17.33 cm y volcamiento de 0.67% comparado con 2.83 cm de diámetro, 12.67 cm de longitud de entrenudos y volcamiento 1.2% obtenido con la variedad regional. RD 7511 presentó la mayor altura (4.28 cm) y el mayor diámetro de tallo (3.53 cm). SP 701284 mostró el mayor valor en volcamiento (12%) y el menor diámetro de tallo (2.67 cm). Tabla 3.

Tabla 3. Componentes de crecimiento y volcamiento de variedades de caña. Nunchía, 1999.

Variedad	Diámetro cm	Longitud entrenudos cm	Altura cm	Número de nudos	Volcamiento
CP 782018	3.17 ab	17.33 a	3.12 b	25.7 b	0.67 ab
PR 61632	3.17 ab	13.33 bcd	3.64 ab	34.7 a	8.40 ab
RD 7511	3.53 a	15.33 ab	4.28 a	31.7 ab	0.17 a
CC 8475	2.67 b	9.33 d	2.87 bc	33.0 ab	7.00 ab
SP 701284	2.67 b	10.00 d	2.89 bc	36.0 a	12.00 b
MY 5465	3.17 a	14.33 abc	2.63 c	24.3 b	0.47 ab
JA 6419	3.00 a	10.67 cd	2.78 bc	26.0 b	3.67 ab
Regional	2.83 b	12.67 bcd	3.23 bc	30.3 ab	1.20 ab

Fuente: Aguiar, 2001. Promedios con la misma letra no son significativamente diferentes (D.M.S. = 5%)

- Evaluación de variedades en Yopal, Casanare.

En la vereda Perico del municipio de Yopal, en el estudio realizado no se encontraron diferencias significativas entre las variedades evaluadas con la regional. La producción de miel fluctuó entre 17t/ha en la variedad Regional y 20 t/ha en la variedad PR 61632, mientras que la extracción de miel varió entre 12.8% y 13.1% para las dos variedades, respectivamente. Tabla 4.

Tabla 4. Producción de caña, miel, extracción de miel y jugo, grados Brix y número de tallos de variedades de caña. Yopal, 1999.

Variedad	Producción de caña t/ha	Producción de miel t/ha	Extracción de miel %	Extracción de jugo %	Grados Brix	No. tallos por ha.
MY 5465	140270	18.1	13.0	56.6	20.5	87496
PR61632	154160	20.0	13.1	55.9	20.8	83330
Regional	133327	17.0	12.8	57.1	20.0	84719

Fuente: Aguiar, 2001.

- Respuesta de la variedad RD 7511 a la aplicación de micorriza

Se efectuó un ensayo con la variedad RD 7511, en suelos de ladera, donde se aplicaron diez gramos por metro lineal de micorriza comercial debajo de la semilla, al momento de la siembra. Los resultados no presentan diferencias significativas en ninguno de los componentes de rendimiento como resultado de los tratamientos con micorriza comercial o nativa, ni con fertilización química. El tratamiento micorriza comercial y media fertilización química mostró mayor producción de miel y número de tallos por hectárea, sin embargo no hubo diferencias significativas en producción de miel, calidad de jugo y grados brix, Tabla 5.

Tabla 5. Respuesta agronómica y agroindustrial de la variedad de caña RD 7511 a la aplicación de micorrizas. Casanare. 1999-2000.

Tratamiento	Producción de caña t/ha	Producción de miel t/ha	Extracción de miel %	Extracción de jugo %	Grados Brix	No. tallos por ha.
Micorriza nativa	102.7	11.4	11.6	49.7	21.3	74997
Micorriza comercial	101.2	11.6	11.5	50.5	22.7	65276
M. nativa + media fertilización química	107.3	13.1	12.5	51.2	22.3	72219
M. comercial + media fertilización química	119.8	13.5	11.5	48.2	22.7	88191
M. nativa + fertilización química completa	106.0	11.3	10.8	49.0	21.3	77080
M. comercial + fertilización química completa	93.5	10.0	11.2	48.7	22.8	79163

Fuente: Aguiar, 2001.

- Producción de caña y miel en suelos de ladera.

El comportamiento de los materiales en suelos de ladera del piedemonte de la cordillera oriental, ubicados desde 400 hasta 1100 m.s.n.m., zona marginal baja de clima medio, mostraron resultados con diferencias significativas en producción de caña y miel con relación a la variedad Regional.

La producción de caña de las variedades, en los suelos de ladera de clima cálido del piedemonte casanareño, fluctuó entre 70 t/ha y 186 t/ha. Así mismo, la producción de miel varió entre 10.48 t/ha y 21.79 t/ha, que muestran diferencias en el comportamiento productivo de los materiales. Para este caso las variedades de caña promisorias CP 782018 y CC 8475 superaron significativamente en un 28.6% y 19.42% en producción a la variedad regional, respectivamente, Tabla 6.

Tabla 6. Producción de miel y caña por hectárea de variedades de caña en zona de ladera. Casanare, 1999 –2000.

Variedad	Producción de miel	Producción de caña
CP 782018	21.79	186.21
CC 8475	20.23	136.62
MY 5465	19.77	149.23
SA 76F1553	18.88	113.00
PR 61632	17.34	124.08
SP 701284	16.21	115.50
RD 7511	13.17	101.16
JA 6419	10.55	88.88
PR 67107O	10.48	70.00
Regional	16.94	133.33

Fuente: Aguiar, 2001.

- Producción de caña y miel en suelos planos

En los suelos planos del piedemonte de los municipios de Yopal, Nunchía y Támara los materiales mostraron un comportamiento productivo de miel y caña, con diferencias altamente significativas en producción de miel, mostrando rangos entre 7.5 t/ha y 14.76 t/ha, así como 62.7 t/ha y 113.93 t/ha en producción de caña.

En estos tipos de suelos se encontró que las variedades CP 782018, CC 8475 y MY 5465 mostraron rendimientos en producción de miel que superaron en un 106%, 87% y 68.8%, a la variedad Regional, respectivamente. Así mismo las tres variedades superaron hasta en 40, 46 y 18 t/ha de caña a la variedad Regional, Tabla 7.

- Conclusiones

De acuerdo a los resultados de comportamiento se encontró que las variedades CP 782018 y PR 61632 fueron los materiales que presentaron un comportamiento sobre-

Tabla 7. Producción de miel y caña por hectárea de variedades de cañas en zona plana. Casanare, 1999 - 2000.

Variedad	Producción de miel	Producción de caña
PR 671070	14.76	107.3
CP 782018	13.42	113.93
CC 8475	11.78	85.48
RD 7511	10.72	101.36
PR 61632	10.43	98.26
MY 5465	9.82	80.38
JA 6419	82.24	63.53
SP 701284	8.03	62.47
Regional	7.15	67.32

Fuente: Aguiar, 2001

saliente en todas las localidades y tipos de suelos, mostrando ser así, hasta el momento, las variedades con mayor rango de adaptación y comportamiento productivo para la región.

Para los suelos de ladera, se encontró que la variedad CC 8475 y en suelos planos la variedad PR 671070, mostraron comportamiento productivo excelente de miel, lo cual es notable en la CC 8475 por los altos grados Brix. La variedad RD 7511, aunque no presentó un comportamiento sobresaliente, se ubicó en un cuarto lugar, pudiéndose recomendar para la región por su nivel productivo y buen comportamiento general observado en todos los sitios.

4. LABORES AGRONÓMICAS DE ESTABLECIMIENTO DEL CULTIVO DE LA CAÑA

4.1 Selección del terreno

En general en el Departamento del Casanare la caña se cultiva en suelos de ladera de textura franco arcillosa, FAr. La caña crece bien y se desarrolla en forma productiva en los climas medio de montaña y cálido del piedemonte de la cordillera Oriental.

Los suelos del área seleccionada deben ser de buen drenaje, con áreas no encharcables o susceptibles de inundación. No son recomendables suelos muy pendientes, fáciles de erosionar o arenosos de baja fertilidad y poca capacidad de retención de humedad.

El cultivo de caña se siembra en una amplia gama de suelos, pH , propiedades físicas y químicas; sin embargo, es claro que pese a los altos niveles de aluminio en los suelos de la Orinoquia el cultivo de caña muestra buenos niveles de tolerancia al aluminio (Sánchez, 1985). Por tal razón es entendible el buen crecimiento y desarrollo general que presenta la caña en toda la región aún con los altos niveles de aluminio encontrados en muchos suelos de los diferentes paisajes del departamento.

Además de la textura y fertilidad de los suelos es deseable que el terreno seleccionado quede cerca de las vías de acceso, que ofrezca facilidad para el transporte de la caña al trapiche. Entre más distantes queden el cultivo y el trapiche es más dispendioso y costoso el transporte, por lo tanto, ofrece menor rentabilidad (Rendón, 1999).

Así mismo, para su manejo, es beneficioso que el terreno seleccionado quede cerca de fuentes de agua y que este convenientemente cercado para evitar daños por animales.

"INICIE LA TECNIFICACIÓN DEL CULTIVO DESDE LA SELECCIÓN DEL TERRENO"

4.2 Preparación de suelos y surcado

Para la obtención de buenos resultados de una inversión es necesario programar cuidadosamente todas las etapas, y más para el cultivo de caña panelera que es un cultivo permanente. En la mayoría de países productores de caña hay épocas definidas de cosecha (Zafra) al contrario de Colombia donde se cosecha en todas las épocas para azúcar y para panela o miel encontrándose en forma continua ciclos de cultivos de todas las edades. La renovación del cultivo se debe efectuar después del quinto corte.

La labor de siembra debe efectuarse a inicios de lluvias y para la preparación es necesario, dada la fragilidad general de los suelos de la Orinoquia y los altos niveles de lluvias presentes, efectuar un manejo sostenible que evite la erosión. Las lluvias son de mayor intensidad en los paisajes de Piedemonte, Lomerío y Montaña.

Surcado para el establecimiento del cultivo de caña

- Los suelos planos se pueden preparar mecánicamente mediante rastrillos verticales , surcando con arado de cincel a la distancia entre surcos recomendada y rehaciendo los surcos manualmente con azadón a 20 cm de profundidad. Esta práctica ha mostrado buenos resultados y economía de mano de obra en el establecimiento de cultivo.

  También en el Casanare se ha encontrado buena respuesta en el establecimiento de plantas efectuando control previo de las maleza con herbicidas, surcando con arado de cincel a la distancia seleccionada y rehaciendo los surcos con azadón. Por la alta fragilidad y poca profundidad de los suelos de la Orinoquia, no se recomienda la preparación con implementos de disco (Rendón, 1989).

- En suelos de ladera se puede efectuar la misma labor, los surcos se hacen en curvas a nivel a través de la pendiente con arado de tracción animal, con azadón o pica dejando la tierra bien suelta que permita buen contacto con la semilla y óptima germinación. Para sembrar la caña se puede efectuar solamente un agujero para enterrar el tallo de semilla como en el caso de la siembra mateada a 50 cm /planta.

  El surco en suelos de ladera no debe tener más de 60 metros de longitud y si conservar una leve pendiente que permita evacuar lentamente las aguas de escorrentía sin causar arrastre de materiales del suelo.

Surcado a través de la pendiente establecimiento de caña

- Para el caso de áreas que no han sido intervenidas anteriormente o rastrojos, se hacen trochas de 50 m. de ancho en dirección Oriente - Occidente, o a través de la pendiente tumbando el rastrojo sin quemar para no destruir la materia orgánica acumulada en el área. Así se efectúa el trazado de surcos a través de la pendiente con azadón a 20 cm de profundidad, encallando los troncos y residuos del rastrojo en medio de los surcos. Esta práctica ha mostrado niveles sostenibles de manejo del medio, bajo nivel de enmalezamiento entre los surcos, así como buena respuesta del cultivo en desarrollo y crecimiento de las plantas.

4.3 Obtención de semilla y establecimiento de semillero

El cultivo de caña se propaga por trozos de tallo o estacas, que van desde cinco cm (una yema) hasta el tallo entero. Una buena semilla debe reunir las siguientes características:

- Edad de corte: entre 6 y 9 meses
- Yemas: sanas, viables, de plantas jóvenes, vigorosas y de buen macollamiento
- Longitud: 35 - 50 cm, 2 o 3 entrenudos y 3 yemas
- Estado Sanitario: libre de plagas y enfermedades
- Estado nutricional y desarrollo adecuado
- Pureza: semilla de una sola variedad, libre de mezcla con otros materiales.

Es muy importante obtener el material de siembra en un semillero. La semilla de buena calidad, cuando se siembra en un suelo con adecuado contenido de humedad a la distancia y profundidad correcta, presentan buena germinación que evita resiembras, tienen rápido desarrollo y cierre temprano de calles.

Semilla de estaca en el cultivo de caña

Semilla de yema para el cultivo de caña

Preparación de la semilla de caña

Para el establecimiento de un cultivo comercial se debe dedicar para el semillero un área de la cabecera de la finca, cerca de las fuentes de agua y a las vías carreteables. El uso del semillero requiere un trabajo cuidadoso pero recompensa el esfuerzo si se establece entre 7 y 9 meses antes de la siembra del lote comercial. Para obtener una buena semilla, cuando las plantas tengan la edad, crecimiento y desarrollo adecuado, el corte del tallo se debe realizar a ras del suelo evitando dejar tocones que se avinagren, dañan la cepa y atraen las plagas. Una vez se tenga el tallo, se destapa la yema (descalcete) y se hace un corte al través o verticalmente en la mitad del entrenudo.

¡ UNA HECTÁREA DE SEMILLERO BIEN MANEJADO PROPORCIONA SEMILLA DE MUY BUENA CALIDAD PARA 10 HECTÁREAS DE CULTIVO COMERCIAL EN SIEMBRA AL CHORRILLO CONTINUO!

4.4 Siembra

4.4.1 Sistemas de siembra

- **Siembra en chorrillo.** Para este tipo de siembra se utiliza semilla de tallo colocándolas a lo largo del surco una a continuación de la otra, separadas, traslapadas o dobles de acuerdo con la calidad de la semilla que se utilice, la cual determina el número de yemas por metro lineal a sembrar.

  - La siembra en chorrillo sencillo, continuo o medio se efectúa con semilla de muy buena calidad colocando entre 7 y 10 semillas por metro lineal. Para este sistema se utilizan 7 toneladas de semilla de caña.

  - Para el chorrillo doble o traslapado se utiliza semillas que no provienen de semillero o que no tienen la edad adecuada, correspondiente entre 10 y 12 yemas por metro lineal. Así se utiliza hasta 10 toneladas de semilla por hectárea. Luego de colocada la semilla y realizado el tratamiento sanitario indicado se debe tapar la semilla con una capa de cinco cm. de suelo suelto.

Distribución de la semilla de caña

Tratamiento sanitario de la semilla de caña

- **Siembra mateada.** Mediante este tipo de siembra el pequeño agricultor efectúa normalmente la siembra de sus cultivos de caña, con mateado a largas distancias entre surcos y plantas. Este sistema presenta la desventaja de alta competencia por malezas. Investigaciones del ICA respecto del sistema de siembra mateado en comparación con el chorrillo muestran que con distancias desde 0.8 y 1.2 m, entre surcos se encontraron mejores resultados en producción de caña, obteniendo los siguientes valores, Tabla 8.

Se encontraron con la siembra mateada (cortas distancias entre surco) similares rendimiento que con chorrillo, cerrando el cultivo a los tres meses en los dos sistemas. CIMPA, 1998.

4.4.2 Densidad de siembra

En el Casanare se ha encontrado muy buena respuesta en producción de caña con distancia entre surcos de 1.20 m. en chorrillo continuo, teniendo 8.333 m. lineales de siembra por hectárea que corresponden a una densidad de entre 74.991 y 100.000

Tabla 8. Evaluación de métodos y distancias de siembra

Métodos	Distancia en metros	Yemas por metro y/o esquejes	Toneladas de caña en varias localidades		
			1	2	3
Chorillo	0.8	8 yemas	105	138	83.3
Chorillo	1.0	8 yemas	103	99	64
Chorillo	1.2	8 yemas	91	114	93
Mateado	1.0 x 0.25	1 esqueje	92	128	58
Mateado	1.0 x 0.50	2 esquejes	96	111	57
Mateado	1.3 x 0.25	1 esqueje	85	58	66

Fuente: ICA y CORPOICA citados por Manrique e Insuasty, 1998

yemas sembradas por hectárea, colocando estacas de 3 yemas viables, seleccionando totalmente la semilla antes de la siembra. Así mismo, se han encontrado producciones de caña con la variedad RD 7511 de entre 168 y 190 toneladas de tallo por hectárea. (Aguiar, 2001).

4.4.3 Tratamiento sanitario de semilla

El tratamiento sanitario de la semilla busca proporcionar condiciones óptimas de sanidad para la germinación de los materiales sembrados. En las variedades con baja germinación es posible incrementarla por medio del tratamiento de las estacas a 50°C por corto tiempo o sumergiéndolas en una solución de agua con bicarbonato de sodio. Así se mejora la germinación hasta un 30%, cuando se colocan en una solución con cal. (Cenicaña, 1995).

Para el tratamiento sanitario de las semillas se puede utilizar una solución preparada con la combinación de un insecticida y un fungicida de los que se relacionan en la Tabla 9, sumergiendo las estacas o cangres en la solución durante tres a cinco minutos.

Se recomienda además la desinfección del machete utilizado para el corte de la semilla, con Vanodine a una dosis de 40cc por litro o con Formol, 750 cc por 13 litros de agua.

Tabla 9. Productos comerciales y dosificación para el tratamiento de semillas de caña

Acción	Nombre Comercial	Concentración
Insecticidas	Malathion C.E. 57%	2.5 cm por litro
	Roxión C.E.	2.5 cm por litro
	Furadán 3D	2.5 cm por litro
Fungicidas	Dithane M45	5 gramod por litro
	Benlate	0.75 gramos por litro
	Mertec 450 SC	1.5 cm por litro

Fuente: Información casas comerciales.

Para aumentar la germinación de la semilla, hasta en un 30%, se puede usar también una solución con base en Agallol® (5%) o Antimuzin® 0.33% más Dipterex® 1%. En caso de no encontrar estos productos, se puede utilizar una solución de bicarbonato de sodio al 10% . dejando la semilla por 10 minutos en la solución.

Se debe tener mucha precaución con los insecticidas y fungicidas, ya que son *venenos muy tóxicos. Evitar el contacto con los líquidos y polvos, su efecto* tóxico penetra por todos los tejidos, por la piel, la boca, el pelo, etc.

También se recomienda aplicar los productos a la semilla. La forma que facilita su aplicación, con menor manipuleo y peligro de envenenamiento, es con bomba de espalda directamente a la semilla en el surco de siembra, la cual se realiza mojando muy bien las estacas y sus extremos.

Cuando se utilicen estos productos se debe usar ropa adecuada, *overol o camisas de manga larga, guantes y botas de caucho, gafas,* máscara antigases y gorro plásticol

Para realizar esta labor se llena la bomba con agua hasta la mitad, midiendo bien la dosis de los líquidos los que se vierten directamente en la bomba. Con los productos antes mencionados se hace primero una premezcla con un poco de agua y luego se vierte en la bomba; después se agita vigorosamente llevándola hasta 20 litros y se aplica a las estacas en los surcos.

El sistema de tratamiento sanitario de las semillas con bomba de espalda directamente en el surco de siembra, es el más práctico, rápido y los trabajadores tienen menor exposición a los productos químicos, además el contacto directo del pesticida con el suelo favorece el control de insectos y plaga. Se deben tomar medidas para evitar la intoxicación de los animales domésticos (gallinas, cerdos, patos, etc.)

¡No coma ni beba ni fume durante el tiempo de aplicación de los pesticidas
y cuando termine báñese con abundante agua y jabón.
Las ropas deben lavarse muy bien!

4.4.4 Resiembras

La germinación total del material sembrado generalmente se observa entre 20 y 30 días después de la siembra. Es necesario revisar el lote para prevenir ataques de hormigas que pueden causar defoliación total en una noche.

Se deben controlar los hormigueros con aplicaciones de insecticidas en polvo (Lorsban 2.5 PE, Sevín 80, Dipterex SP80) mediante una insufladora, deben revisarse los hormigueros tratados a los 15 días y repetir el tratamiento. Esta práctica ofrece muy buen control de las hormigas, debiéndose estar al tanto de otros focos. También se recomienda utilizar Mirex colocando gránulos del producto en la bocas de los hormigueros.

Se deben observar bien los surcos donde no haya germinación de la semilla, destapándolas cuidadosamente para determinar su estado sanitario y desarrollo. Las estacas que presenten problemas por plagas o enfermedades deben ser reemplazadas inmediatamente, teniendo en cuenta las medidas sanitarias ya recomendadas para el manejo de la semilla de resiembra.

4.5 Fertilización de la caña

Aunque en condiciones naturales el suelo proporciona a la planta los elementos necesarios para su sostenimiento y desarrollo, el principal objetivo del agricultor es obtener las máximas producciones en forma económica. Por esto es necesario proporcionar en forma disponible los requerimientos de la caña oportunamente (Manrique, 1998).

¡El análisis de suelos es la mejor herramienta para determinar el nivel de fertilidad y calidad de los suelos de su finca. Asesórese de la Umata o de un ingeniero agrónomo!

4.5.1 Fertilización química

El cultivo de caña es perenne y extrae anualmente altas cantidades de nutrientes de los suelos de los cuales por medio de las hojas y residuos de cosecha recicla en alto volumen, pero es necesario devolver los que se exportan en tallo. La extracción de nutrientes por el cultivo y su respuesta en producción de caña y de producto esta determinada por la variedad. Así mismo, la germinación y vigor de la plántula dependen en gran parte del estado nutricional de la planta madre.

Dados los diferentes tipos de suelos presentes en el Departamento donde existen cultivos sembrados desde 300 m.s.n.m. en suelos de vega y vegones no inundables de algunos ríos hasta 1.800 m.s.n.m. en el paisaje de montaña, con el fin de establecer un nuevo cultivo, buscando una respuesta económica positiva y para hacer un uso racional de los recursos, se recomienda necesariamente efectuar análisis químico de suelos del lote a sembrar y hacer la fertilización de acuerdo con las recomendaciones que se presentan en la siguiente tabla.

Los ecosistemas de la Orinoquia son muy característicos y diferentes a los demás sistemas del país, se basan en las interrelaciones del clima, el hombre y los animales donde la alta precipitación, la vegetación y las quemas anuales en verano, la baja fertilidad natural de los suelos y el alto grado de acidez son sus variables más determinantes (Restrepo y Navas, 1981).

En general los suelos de la Orinoquia donde se siembra caña panelera en el Departamento presentan valores de pH menores a seis y la mayoría de las veces menores a cinco, bajos de materia orgánica, fósforo, potasio, calcio, magnesio y elementos menores, pero poseen valores altos y muchas veces tóxicas de aluminio, hierro y manganeso; sin embargo la caña en la región se siembra en una amplia gama de suelos, de propiedades físicas y químicas.

Por tal razón al momento de la siembra después del surcado, se colocan en el fondo del surco junto con los correctivos y la cal dolomítica, el fósforo en una fuente de

Tabla 10. Criterios de fertilización en Caña Panelera

Características	Rango	Calificación	Dosis Kg./Ha.	Fuente
PH	6,5 – 7,2 5,5 – 6,5 4,5 – 5,5 >7,2 < 4,5	Excelente Bueno Regular Inadecuado	1.000 a 3.000	Cal dolomítica, Fosforita Huila y/o Calfos
Materia Orgánica %	mayor a 5 3 – 5 3 a menos	Alto Medio Bajo	0 – 50 nitrógeno 50 – 100 N 75 – 150 N	Urea Nitrón 26 Abono orgánico
Fósforo P (ppm) Bray II	Mayor de 20 10 – 20 10 a menos	Alto Medio Bajo	75 – 150 P_2O_5 0 – 150 P_2O_5 50 – 75 P_2O_5	Superfosfato triple SFT Fosfato diamónico DAP
Potasio K (meq/100g.)	Mayor a 0,6 0,3 – 0,6 0,3 a menos	Alto Medio Bajo	75 – 100 K_2O 0 – 75 K_2O 50 – 100 K_2O	Cloruro de potasio KCl
Calcio Ca (meq/100g.)	Mayor a 3 1,5 – 3 1,5 a menos	Alto Medio Bajo	1.000 CaO 50 – 100 K_2O	Cal dolomítica Fosforita huila Calfos
Magnesio Mg (meq/100g.)	Mayor a 1,5 0,5 – 1,5 0,5 a menos	Alto Medio Bajo	1.000 – 3.000 3.000 o más	Cal dolomítica Fosforita huila Calfos
Alumino Al (Ca+Mg+K+Na) meq/100g.	Menor a 2	Bajo	1.000	Cal dolomítica
Al (Ca+Mg+K+Na) meq/100g.	2 – 4	Medio	1.000 – 3.000	Cal dolomítica
Al (Ca+Mg+K+Na) meq/100g.	Mayor a 4	Alto	3.000 o más	Cal dolomítica

Fuente: CIMPA, 1998. Citado por Manrique, R.

lenta disponibilidad como roca fosfórica, fertilizantes que es necesario tapar con una pequeña capa de tierra para que no queden en contacto con la semilla la cual inmediatamente se coloca encima.

Fertilización antes de la siembra en el cultivo de caña

Después de germinado el cultivo y realizada la resiembra aproximadamente a los 30 días de siembra, se complementa la fertilización con la mitad de las dosis de nitrógeno como úrea y potasio como cloruro de potasio, así como elementos menores si fuese necesario. El fertilizante se coloca en banda sobre la parte superior del surco efectuando un semiaporque para el tapado del fertilizante, la otra mitad se coloca a los 90 días con el aporque de las plantas para su tapado y el control de malezas.

Igual se hace con la soca después del encallado y cepillado de las yemas, el fertilizante se coloca en banda a los dos meses de la cosecha.

4.5.2 Fertilización orgánica de la Caña

El cultivo de caña posee la bien ganada fama de ser un cultivo conservador y mejorador de la fertilidad de los suelos dado los altos volúmenes de biomasa que se incorporan al suelo con las hojas, lo cual puede explicar el uso continuo de suelos y cultivos de caña la mayoría ubicados en suelos de ladera. De otro lado, durante el momento de la molienda se genera cachaza como subproducto que se puede utilizar como fertilizante orgánico y al mismo tiempo reactivar la microbiología, microfauna o microorganismos del suelo proporcionando estabilidad al manejo del suelo y el cultivo.

Fertilización en suelo de ladera

La materia orgánica del suelo está conformada por un amplio grupo de sustancias que van desde tejidos vegetales, animales, células microbianas no descompuestas, pasando por productos de descomposición de corta duración hasta materiales estables amorfos sin vestigios de la estructura anatómica del material de origen (Russel y Russel, 1968).

La materia orgánica del suelo (MOS) esta compuesta de residuos vegetales y animales en descomposición, por el humos y por la biota. El humos es la fracción dominante y es casi equivalente a la M.O.S. El abono orgánico proporciona nutrientes al suelo o las plantas en cantidades notables de N, P, K, S, Ca, Mg, B Y Cu (Gómez, 2000).

En el suelo la M.O. se transforma por la acción de los microorganismos, que derivan de ella la energía para su crecimiento. Algunas formas orgánicas de ciertos nutrientes (N,P,S) son convertidas en formas orgánicas disponibles para las plantas (mineralizadas). Los residuos orgánicos sólidos tienen restricciones que es necesario eliminar mediante procesos físicos, químicos y bioquímicos. Sin embargo, el uso como abono de pequeñas cantidades de residuos frescos no presenta normalmente problemas y más bien favorece los procesos microbiológicos de formación de estructura del suelo. El problema se presenta cuando se deben utilizar altas cantidades (toneladas) por lo cual es necesario procesarlos mediante su habilitación para hacer su aplicación segura.

Los procesos de habilitación de los productos orgánicos son

- **Compostaje.** Proceso donde intervienen microorganismos con humedad adecuada sobre sustratos sólidos orgánicos pasando por una etapa termofílica, liberando fitotoxinas obteniendo dióxido de carbono, agua, minerales y una materia orgánica estabilizada útil para la agricultura.
- **Lombricompostaje:** Cuando la lombriz ingiere residuos orgánicos sólidos, los aprovecha y expele excretas; si la introducimos en el proceso de compostaje, se obtiene lombricompostaje y aumento de la biomasa de la lombriz. Para esto se necesita un residuo orgánico sólido, idóneo y disponible; humedad adecuada; aireación y ausencia de enemigos como hormigas, lagartijas, ratones, etc.

  El lombricompostaje, es más caro y de mejor calidad que el compostaje, pero su uso por una importante presencia de moléculas orgánicas potencian su utilización en floricultura, horticultura y fruticultura por acentuar la intensidad de floración y por su efecto supresor de plagas y enfermedades, además quedan las lombrices

que pueden continuar el proceso, o ser utilizadas en la alimentación humana y animal (Gómez, 2000). Sin embargo la investigación debe validar los efectos del lombricompostaje sobre la floración, las plagas y enfermedades.

- **Trozado y molido.** Es una labor previa del compostaje o lombricompostaje que facilita el ataque microbial sobre residuos de menor volumen acelerando su descomposición y formación de sustratos.

- **Micorrizas.** El significado de la palabra micorriza (hongo – raíz), es un sistema biológico de raíces modificadas resultantes de la asociación mutualista (no protogénica) de las raíces de plantas superiores con algunos hongos microscópicos del suelo en la cual ambos son beneficiados. Esta asociación es casi universal y para nuestro caso la Micorriza Arbuscular (M.A.), el hongo se desarrolla dentro de la corteza de las raíces y se extiende a su alrededor (rizosfera) mediante una red de hifas (micelios internos y externos), constituyendo un sistema especializado y eficiente de captación y transporte de nutrientes a la planta. A cambio el hongo recibe de la planta un nicho ecológico protegido y sustratos carbonatados. (Salamanca, 1998).

  Las M.A. son importantes para el ciclaje de nutrientes, principalmente los de lenta difusión (fosfatos), para protección de la raíz contra patógenos, para mejorar las relaciones hídricas, la calidad nutricional de los vegetales, para restaurar la fertilidad de los suelos y dar a las plantas mayor tolerancia a las condiciones adversas del ambiente. Las micorrizas son una alternativa eficiente y económica para disminuir el consumo de fertilizantes y volver más útil la aplicación de los mismos, incidiendo su uso significativamente en la producción agrícola y forestal (Salamanca, 1998).

Tabla 11. Respuesta de la caña panelera a la aplicación de gallinaza en suelos de clima medio en Antioquia (Porcentaje de Materia orgánica 5,4 - 6,2)

Nitrógeno	Gallinaza Kg./ha.	Fuente Nitrógeno	Total Caña t/ha	Total Caña t/ha	Variación TAH
0	-	-	140	9.0	-
150	0	Urea	158	14,2	5,2
150	-	SO4NH4	150	17.5	8,5
150	-	Nitrón 26	197	16.7	7,7
-	1200	Gallinaza	182	13,4	4,4

Fuente: Muñoz, 1994.

Tabla 12. Recomendaciones de materia orgánica bien descompuesta, en varios cultivos en Colombia

Cultivo	Dosis tonelada por /ha. en cada siembra o corte		
	Baja	Media	Alta
Papa, arracacha, zanahoria	1,2	2 - 5	5 – 10
Fríjol voluble, arveja, habichuela	0,5 – 1	1 – 2	2 – 3
Tomate, Pimentón	1 – 2	2 – 3	3 – 5
Fríjol arbustivo	0,2 – 0,5	0,5 – 1	1 – 2
Cebolla, cilantro	1 – 2	2 – 3	3 – 5
Caña panelera, pastos corte	1 – 2	2 – 3	3 – 5

Fuente: Muñoz, 1994

4.6 Aporque

El aporque es una práctica que se utiliza para cubrir el fertilizante aplicado a los 90 día para lograr darle mayor anclaje a las plantas y se aprovecha para controlar al mismo tiempo malezas, aunque no es una labor práctica efectuada comúnmente por los productores de la región. En Casanare se observó que hubo diferencias en volcamiento de plantas de la variedad RD 7511 siendo mucho mayor (60%) sin aporque, que cuando se efectuó (20%).

En el Valle del Cauca en cultivos comerciales para producción de azúcar el aporque se recomienda para reducir el volcamiento de plantas. En evaluaciones en campos comerciales con la variedad MZC 74-215 mostraron menor volcamiento cuando se realizó el aporque. Muestra ventajas ya que facilita el acomodo de residuos de cosecha, control de malezas, se mejora la limpia de las cepas y rebrote posterior de la soca. Cenicaña, 1995

4.7 Deshoje

Esta es una práctica común que efectúan los cañicultores en la región, y la hacen al mismo tiempo con el control de malezas. Permite limpiar las cepas, airear, favorece la entrada de luz, darle realce a las plantas, al parecer mejora el macollamiento de las plantas y contribuye así mismo con el aporte de biomasa al suelo para su descomposición, cubriéndolo y controlando malezas.

5. PLAGAS DE LA CAÑA PRESENTES EN LA REGIÓN

El propósito de este capítulo es hacer una relación y descripción de los insectos que se han encontrado en altos niveles de población y los daños que afectan el cultivo en el Departamento de Casanare. Es necesario aclarar que éstas se presentan en toda Colombia atacando el cultivo, así como en muchos sitios donde se explota la caña en la Orinoquia, lo cual es muy consecuente con la aseveración de que existen diferencias de presentación de los insectos en cuanto a la intensidad de daño con que se encuentran temporalmente en las regiones (Gómez y Lastra, 1995).

5.1 Insectos plaga en la semilla o establecimiento del cultivo

- **Comején**

Después de la siembra del cultivo pueden presentarse daños que afectan la germinación de las semillas. Cuando estas se destapan se pueden observar galerías inundadas con una multitud de insectos parecidos a hormigas con cuerpo blanco conocidos como comején, el daño se presenta mayormente en tiempo de verano afectando las plantas en terrenos drenados con suelos de textura FA (franco arenosa), como en terrenos que los agricultores identifican como secos. Estos se encuentran afectando restos leñosos y tallos con apariencia normal totalmente barrenadas. En el municipio de Nunchía (Casanare) algunos agricultores han manifestado que afecta hasta un 50% del cultivo en suelos de vega del río Pauto y como forma de control siembran en terrenos bajos que son temporalmente inundados durante la época de invierno.

En caña para producción de azúcar no existe información sobre el daño causado por las termitas, pero se reporta la dificultad de usar insecticidas por su baja residualidad y lo antieconómico de su uso continuado (Gómez, 1995).

- **Barrenador de la caña (Diatraea saccharalis)**

Durante los primeros meses de desarrollo del cultivo se presentan larvas de Diatraea sp. causando "corazón muerto". Al parecer este daño en plantas pequeñas estimula el macollamiento de la semilla, sin embargo es necesario observar la siembra para poder tomar las medidas oportunas (resiembra) que aseguren buena densidad de plantas en el cultivo.

- **Piojo harinoso (Saccharicoccus sacchari)**

En tiempo de sequía se han observado altas poblaciones del piojo harinoso localizadas en la base del tallo protegidas por las vainas de las hojas. Se observan insectos de cuerpo redondeado, de color rosado recubiertos de una secreción blanca algodonosa. En plantas de poca edad se ubican a la sombra de la macolla, casi en contacto con el suelo observándose roturas en el tejido del sitio de inserción de la vaina con la macolla. Al ataque del insecto se atribuye amarillamiento de la caña en cultivos jóvenes, hacen daño al tomar la savia y la secreción de sustancias azucaradas que toman las hormigas que viven en simbiosis con el piojo.

Así ocurre en la región del Guaviare, donde se reportan como plagas potenciales principalmente al barrenador del tallo (Diatraea sacharallis) y el cucarrón de invierno (Podischnus agenor), (Rodríguez, 1997). A diferencia de Arauca, donde se reporta al insecto cucarrón Eutheola bidentata afectando hasta en un 30% la germinación de plantas en las épocas de septiembre y octubre cuando las plantas se siembran en lomo o caballón (Rendón, 1999).

5.2 Insectos que atacan el tallo

La caña de azúcar en la región es susceptible en todas las áreas a muchos insectos barrenadores. Entre los más importantes se encuentran: barrenador de la caña, gusano tornillo y cucarrón de invierno.

- **Barrenador de la caña de azúcar** (Diatraea saccharallis. Lepidoptera. Pyralidae).

Generalmente el Diatraea invade los cultivos de caña mayores a siete meses. Se considera que el mayor daño del barrenador consiste en la reducción de la concentración del peso de la caña. El insecto es considerado la plaga más importante de la caña de la cual existen 22 especies reportadas, siendo la Diatraea sacharallis la de mayor importancia y se encuentra desde la parte sur de EU., América central, hasta la Argentina.

El insecto es conocido como "chire o borer" cuyos adultos son polillas de hábito nocturno, tiene el cuerpo y las alas de color pajizo, las hembras son de mayor tamaño que los machos y pueden vivir entre 17 y 35 días como adulto, colocando sus huevos elípticos, aplanados en grupos de 20 a 30 superpuestos como tejas o escamas. La polilla coloca aproximadamente 500 huevos, los cuales de acuerdo con la temperatura y humedad eclosionan en cinco o siete días.

En los tallos se observan orificios donde puede o no haber alrededor presencia de excretas frescas las cuales determinan la presencia de larvas de los insectos dentro de galerías internas. Las larvas de Diatraea sp completamente desarrollada mide de 2.5 a 3.0 cm. de largo, con un cuerpo de color crema, cabeza de color canela o moreno brillante, tiene puntos café o negros, colocados simétricamente sobre el cuerpo. En este estado dura entre 20 y 25 días.

Las larvas cuando salen del huevo en su primer instar roen la hoja y la penetran por la vena ubicándose en el nudo entre el tallo y la yagua, perforándolos luego para hacer túneles dentro del tallo los cuales se van tiñendo de rojo. Los daños del insecto son causados con pérdidas de plantas por destrucción de yemas en material de siembra y plántulas, con daño al cogollo causando el "corazón muerto" ya explicado. El otro daño son perforaciones circulares en los nudos o entrenudos que causan quiebre de la caña, perforación por donde penetran otros insectos como Metamasius, Rhynchophorus y hongos.

El control se hace mediante la utilización de sus enemigos naturales, parásitos de huevos y larvas. El único enemigo natural de huevos que se multiplica y libera masivamente es Trichogramma exigum (hymenoptera), aunque no se ha demostado que con su uso se obtengan incrementos significativos en la producción. Se hacen tres liberaciones de 40 pulgadas antes de los seis meses.

- **Barrenador gigante de la caña de azúcar o gusano tornillo**. (Castnia licus Drury, lep: castnidae)

El barrenador fue reportado inicialmente en Colombia en 1981 por Asocaña en Bucaramanga y actualmente están afectadas 16.500 hectáreas sembradas con caña panelera en municipios de Santander. El insecto pertenece a la familia Castnidae que incluye 160 especies siendo esta y el Castniomera humbolti el taladrador del plátano las consideradas de importancia económica, aunque hay reportes que indican que son la misma especie. Este insecto es plaga potencial del cultivo en el valle del Cauca pero su detección en la zona panelera del Santander y Antioquia causó alta preocupación.

En el Casanare el insecto se ha encontrado afectando todas las áreas del cultivo de los municipios de Yopal, Nunchía y Támara. Se han detectado hasta un 10% de cañas afectadas seleccionadas al azar en la molienda.

DAÑO DE ALGUNAS PLAGAS EN EL CULTIVO DE CAÑA

Piojo harinoso Saccharicoccus en caña

Corazón muerto

Larva de Castnia y daño

Daño causado por Diatraea

El insecto ataca las cepas y tallos de la planta en la cual no se observan orificios de entrada del insecto, pero aunque ocasiona galerías de más de un cm. de diámetro se ha establecido que no barrena más de tres entrenudos basales, aproximadamente 25 cm.

- Los huevos de la especie miden de 4 a 5 mm. De largo, poseen 5 estrías longitudinales de tal forma que un corte transversal se vería como una estrella de 5 puntas. La hembra coloca 40 huevos individuales próximo a los nuevos retoños.

- Inmediatamente nace la larva penetra el tallo en un punto a ras del suelo, atacando las cepas y tallos de la planta en la cual no se observan orificios de entrada. Inmediatamente la larva se alimenta causando galerías dentro de los tallos con diámetros de uno a dos cm, destruyendo la mayor parte del tejido vascular, pero externamente no se observan síntomas en la planta por que al parecer el suministro de agua no se ve afectado.

En el campo al momento de la cosecha luego de cortada la caña se alcanza observar la larva retrocediendo hacia las partes subterráneas de la cepa. Al final del estado larval luego de pasar por cinco instares durante 60 a 90 días esta construye una cámara pupal en el tallo, entre dos a cuatro días, recubriéndola con sedas haciéndola impermeable. Como pupa dura entre 25 y 45 días.

Otros daños causados por el Castnia son:

- Debilita el poder germinativo de los rizomas, cuando las larvas se alimentan de la cepa después del corte.

- Menor número de tallos y desuniformidad en la maduración por los brotes muertos en el rebrotamiento de la soca.

- Fermentación y disminución de la calidad de los jugos causados por la alimentación de la larva que son atrayentes para otros insectos (Gómez y Gaviria, 1995).

- El adulto es una mariposa diurna que vive entre 10 y 15 días y es muy activa en días soleados e inactiva en los lluviosos.

- **Cucarrón de invierno** (Podischnus agenor Olivier Col: Scarabeidae)

Este insecto es un cucarrón conocido como "Cucacho".

- Los huevos de forma cilíndrica ovalados son enterrados a 40 cm. de profundidad en los callejones, durando así entre 9 y 25 días.
- La larva blanco azulada recién eclosionada, de grandes mandíbulas y de entre 5 y 7 cm. de longitud en su mayor desarrollo con un cuerpo en forma de C, por la cabeza y patas dobladas sobre el abdomen. De color blanco amarillento, cubierto de pequeños y abundantes pelos. Se alimentan de la materia orgánica y de restos de madera en descomposición, durando así entre 150 y 250 días.

Daño por Cucacho y Diatraea en caña

- La pupa de color marrón se encuentra a 40 cm. de profundidad. Permanece en este estado entre 40 y 90 días, eclosionando un adulto hembra de menor tamaño sin cuernos o un escarabajo macho grande de color caoba con un cuerno en la parte superior de la cabeza, el cual infesta tallos menores a ocho meses de edad en los bordes de los lotes atacando a la parte superior del tallo, efectúa un orificio grande rodeado de fibra deshilachada, causando muerte de la planta, las hace susceptibles al quiebre, y cuando no muere la planta origina aparición de "lalas" en el nudo inferior al orificio, y un número alto de chulquines en la cosecha lo cual se traduce en reducción del contenido de sacarosa.
- En la planta atacada se pueden encontrar generalmente el macho y hembra juntos pudiendo la pareja destruir varias plantas, y durar en este estado entre 65 y 115 días.

Para el manejo de este insecto se hace la recolección manual de los adultos. Cuando se observa el daño se dan golpes en el tallo, los insectos salen. Algunos insectos se utilizan en caña macerada para captura de picudos.

- **Picudos** (Rhychophorum palmarum y Metamasius hemipterus)

Se han encontrado poco atacando tallos que han sido perforados por otros insectos que favorecen la fermentación de los tejidos y son atrayentes de los picudos para alimentarse y ovipositar. Los cebos trampas hechos con caña macerada son eficientes como medida de control de estos insectos.

5.3 Insectos chupadores

- **Salivazo o mión** (Aeneolamia flavilatera, fam: Cercopidae, homoptera)

Reciben el nombre común de saliva, mión o espuma, lo cual refiere a los estados ninfales dado que están recubiertos dentro de una masa globosa -- espumosa blanca de aspecto salivoso que les sirve de protección. Mión hace referencia a los adultos porque expelen gotas de líquido (Saldarriaga, 1981).

Las ninfas crecen dentro del suelo, chupan los nutrimentos alimentándose de las raíces superficiales causando en altas poblaciones reducción de la sacarosa, los adultos causan daño semejante en el follaje originando manchas rojas.

Presencia de salivazo (Aeneolamia) en el cultivo de caña

En el Departamento se ha encontrado los insectos afectando cultivos establecidos en áreas de rastrojo que fueron sometidos a la tala y tumba pero no a la quema para establecimiento de la caña. Así mismo para su control se ha encontrado reporte en Venezuela del uso de Metarricium anisopliae para el control del insecto (Gómez y Lastra, 1995).

6. ENFERMEDADES EN LA CAÑA

- **Mancha de anillo o anular**

La enfermedad es causada por el hongo Leptosphacria sacchari V. Breda de Hann, afecta las hojas de la planta pero no alcanza niveles económicos. Inicialmente causa manchas pequeñas rojizas que aumentan de tamaño, el centro toma un color pajizo o ceniza, rodeado por un anillo café rojizo. Preferiblemente aparecen las manchas en la punta de las hojas mas viejas o bajeras pudiendo cubrir toda la hoja y ascender hasta el cogollo.

Mancha de anillo en el cultivo de caña

La enfermedad en Casanare se ha presentado en todas las áreas pero en mayor nivel en suelos, franco arenosos de vega de río afectando todas las variedades.

- **Mancha de ojo**

Es causada por el hongo Helminthosporium sacchari V. Breda de Hann. Igual que la enfermedad anterior no revisten importancia económica, Se presenta con mayor severidad en invierno pero la lluvia lava las hojas disminuyendo el inoculo. El hongo produce lesiones rojizas en el centro con un halo amarillento que tiende a desaparecer a medida que aumentan las lesiones, las que se pueden extender longitudinalmente afectando grandes áreas de la hoja.

7. MANEJO DE LAS MALEZAS

Maleza es toda la planta que invade un cultivo en el cual su presencia causa mas daño que beneficio.

El cultivo de caña en sus estados iniciales muestra un desarrollo muy lento y si hay competencia por agua, luz, espacio y nutrientes durante la época crítica, desde los 15 días hasta los 100 días (macollamiento), pueden causarse perdidas hasta un 60% por menor numero de tallos y rendimientos. Esta susceptibilidad del cultivo es debida a la capacidad de las malezas para sobrevivir en condiciones adversas y su rápido crecimiento en las favorables, por lo tanto es necesario asegurar su control hasta cuando haya cierre de calles ya que la sombra que hace la caña impide la germinación y presencia de malezas en la fase productiva.

Como la caña se cultiva en diversos suelos y climas, es variable la población y tipo de malezas lo que esta determinado por el tipo de suelo, clima y prácticas de cultivo. Para controlarlas es necesario primero identificarlas, determinar su área y localización, su estado de desarrollo y el del cultivo, así como el clima y la humedad del suelo. Sin embargo, debe efectuarse un manejo integrado de malezas combinando métodos culturales, mecánicos y químicos.

- Control cultural

Es ejercido por el mismo cultivo sobre la población de semillas de malezas presentes en el área debido a su misma capacidad para competir por agua, luz y nutrientes. En

este tipo de control se incluyen todas las labores del manejo efectuadas por el hombre para su establecimiento como: preparación de suelos, sistema y distancia de siembra, calidad de semilla, semilleros, fertilización, riego.

- Control manual y mecánico

Para el control manual de malezas se utilizan la pala, el azadón y el machete, requiriendo entre dos y cuatro desyerbas. Este se efectúa cuando las malezas ya han ejercido su competencia y están grandes, con el inconveniente que el azadón daña los rebrotes y hace disminuir la producción. Este tipo de control es muy beneficioso socialmente por la generación de empleo.

El control mecánico se efectúa con implementos de tracción animal o mecanizada.

- Control químico

Es el sistema de control más desarrollado efectuándose mediante la aplicación de productos químicos selectivos al cultivo de caña panelera. Económicamente es el más recomendable, el cual es usado por los agricultores en forma aún restringida, debido a:

- Desconocimiento del método y bondades
- Preparación del suelo deficiente
- Alto costo de los equipos de aplicación
- Cultivos asociados
- Desconocimiento de los productos, dosis y modos de aplicación
- Difícil acceso a los productos.
- Ubicación de los productores en zonas aisladas
- Alto costo de los productos

En la Tabla 13 se relacionan los productos más utilizados y sus dosis indicadas para el control de malezas en caña.

Tabla 13. Herbicidas y surfactantes más utilizados en caña de azúcar

Nombre Comercial	Nombre Genérico	Dosis	Uso	Acción
Gesapax combi 500 FW	Ametrina + atrazina	5-8 lt/ha	Pre – Postemprana	Gramineas. H. Ancha
Cañero super 500 S.C.	Ametrina + atrazina	5-8 lt/ha	Pre – Postemprana	Gramineas. H. Ancha
Atrazina 80%	Atrazina	1.5-2.5 kg/ha	Pre – Postemprana	Gramineas. H. Ancha
Ametrex 500	Atrazina			
Cañero 500 FW	Ametrina			
Gesapax 500 S.C.	Ametrina	4-6.4 lt/ha	Pre – Postemprana	Gramineas. H. Ancha
Karmex PM	Diuron	7.3.....lt/ha	Pre – Postemprana	Gramineas. H. Ancha
Sencor	Metribuzina			
Round Up	Glifosato	2-4 lt/ha	Posemergente	No selectivo
Tordon 101 SL	Picloran + 2-4-D	1.5-2.5 lt/ha	Posemergente	Hoja ancna
Banvel D	Dicamba + 2-4-D	1%-2%	Posemergente	Hoja ancha
Anikil Amina 4 y 6	2-4-D	1.5-2.5 l/ha	Pre – Posemergent	Hoja ancha
Gesapax h 500 EC	Ametrina + 2-4-D			
Tritón ACT	Isooctil, FP + sulfacinato			
Extravón	Octilfenol Ofixilatro			
Agrostín	Varios			
Agral 90	Poliester Alcohol	200-500 cc	Humectante Dispersante	
Agrotín	Polivinilo alcohol	0.5 a 2%	Adherente, humectante antiespumante	

Fuente: Manrique, R. e Insuasty. 1998.

8. ASPECTO AGROINDUSTRIAL DEL CULTIVO

8.1 Cosecha y beneficio de la caña

En evaluaciones relizadas por CORPOICA en la región se encontró que todos los materiales maduraron a los doce meses de la siembra, incluso PR61632 que tuvo el período de maduración más tardío. La caña de azúcar muestra síntomas cuando está iniciando su proceso de maduración. Los entrenudos inician cambio de color y se acortan, las hojas se tornan más estrechas y un color más claro y en el ápice del tallo las hojas parece salieran de un solo entrenudo.

Casi todas las variedades de caña florecieron a la madurez, la más tardías en floración fueron PR61632, La Regional, MY5465 y la PR671070.

En la región se efectúa el corte de la caña por entresaque para lo cual se cortan los tallos que van llegando a la madurez, los que se cortan en dos o tres pedazos para acomodarlos en las angarillas. Este sistema de corte presenta desventajas, entre las que se encuentran:

- Dificulta el transporte de la caña que hay que sacarla a hombro hasta donde lleguen los animales
- Al hacer el corte se pueden dañar los tallos vecinos.
- Es difícil hacer el corte a ras del suelo, sin embargo en la región hay productores que hacen esta labor eficientemente pero causa mayor demora.

- **Apronte y beneficio**

Para el sistema de transporte se utilizan animales, por lo tanto no se movilizan altas cantidades de caña al día lo que hace necesario previamente cortar la caña de dos o tres días para ser colocado por turnos en el área de "Apronte" cerca al trapiche. Esta es la labor de apronte.

Este aspecto es de mucho cuidado dado que la caña inmediatamente es cortada inicia procesos de descomposición el cual es más rápido en zonas cálidas. Este factor hace necesario que la caña se muela dentro de las 24 a 36 horas de haberse cosechado. Entre más cortos sean los trozos de caña se produce más inversión de los azúcares dado que este proceso se inicia por los extremos. La caña que se corta primero es la que primero debe ser molida lo cual garantiza una calidad más homogénea.

Transporte de la caña del lote al trapiche

El tallo de la caña está constituido por agua, fibra, sólidos solubles (sacarosa y azúcares reductores), minerales, proteínas, ceras, grasas y ácidos libres y combinados. Los azúcares principales son la sacarosa y los azúcares reductores (fructosa y glucosa). Estos son clasifica-

dos como carbohidratos y son compuestos de carbono combinados con oxígeno e hidrógeno.

La sacarosa se sintetiza en la caña de la base al cogollo aumentado en el tiempo hasta alcanzar el óptimo a la madurez. Después de madura la caña se inicia la inversión de la sacarosa hidrolizándose, rompiéndose en dos cadenas más cortas como glucosa y fructosa. Este mismo fenómeno ocurre después del corte por efecto de la temperatura y pH.

Apronte y beneficio de la caña

La madurez se puede determinar mediante el uso del refractómetro de campo tomando muestras del jugo de la caña en el sexto nudo del ápice a la base (B) y de la base hacia arriba (A). Con base en esta relación, se define el estado de madurez así:

madura	cuando	$0.95 < B/A < 1$
Sobremadura	Cuando	$B/A > 1$
Inmadura	Cuando	$B/A < 0.95$

Cuando las cañas están inmaduras o sobremaduras dan rendimiento menores que influyen negativamente en la calidad de la panela, pero ofrecen muy buena calidad de miel dados los altos niveles de azúcares reductores.

- **Prensado de tallo**

Así se conoce la labor de colocar los tallos de la caña en el molino para que en su paso a través de las mazas se de la extracción, se obtenga, por el efecto de partición del tallo y exprimido, jugo o guarapo crudo como producto principal en el inicio del proceso y bagazo húmedo (verde como subproducto para ser utilizado en la hornilla).

Prensado del tallo

La extracción de jugo depende de la variedad y de las condiciones del molino, tiene efecto sobre la calidad y cantidad con prome-

dios del 51% a nivel nacional. Este es un valor bajo de extracción, pero cuando hay extracciones del 60 al 65% se obtienen buenos resultados en cantidad y calidad de jugo, miel y panela (Espinoza, 1999).

El jugo obtenido en el molino esta compuesto por materiales en partículas de muy diferente tamaño, hay partículas gruesas de tierra, bagazo y cera.

El subproducto del proceso es el bagazo que es utilizado para generar calor como combustible en las hornillas, para lo cual se requiere sea secado naturalmente bajo techo en bagaceras, hasta que tenga menos del 30% de humedad lo que se consigue en 20 o 30 días lo cual depende de la humedad inicial del bagazo, de la altura de la pila, del clima y de las condiciones de construcción de la bagacera.

- **Limpieza de los jugos. Prelimpiador**

Es el proceso físico de eliminación de las impurezas con que sale el jugo de la caña del trapiche, en casi todos los sitios de molienda los productores acuden a diferentes medios para este propósito, unos tienen el tradicional pozuelo, pudiendo ser un fondo o paila o un tanque ubicado cerca de la hornilla.

Tradicionalmente los productores colocan una malla recibiendo el jugo cuando sale del trapiche con el fin de filtrar impurezas. Pero este método elimina solo las de mayor tamaño y muy poco la mayoría que son pequeñas y favorecen procesos de degradación microbiana causando inversión de la sacarosa, proceso que no es favorable para producir panela.

Este aspecto es muy importante ya que esta labor realizada oportunamente permite junto con los procesos de clarificación la obtención de un producto de muy buena calidad y claridad, lo que permitiría posicionarla competitivamente para su consumo y comercialización.

El CIMPA diseñó los prelimpiadores los cuales hacen que las impurezas dispersas en el jugo como restos del bagazo, bagacillo, caña picada, fibra, tierra disuelta, lodos, material flotante y agentes precursores de calor, por su propio peso y densidad sean retenidos por flotación o sean decantados continuamente saliendo el jugo limpio del prelimpiador a temperatura ambiente (Figura 5).

La separación del material diferente a jugo se efectúa por diferencia de densidades. En el prelimpiador se recibe el jugo quedando el bagacillo flotando, el jugo pasa por debajo de la tabla retenedora de impurezas flotantes, las pesadas se van al fondo.

Los prelimpiadores deben construirse en acero inoxidable (Espinosa, 1999), las dimensiones varían de acuerdo con la capacidad del trapiche recomendado:

- De tracción animal con capacidad de molienda menor a media tonelada caña/hora un solo prelimpiador de:

Largo	0.8 m
Alto	0.35m
Ancho	0.15m

- Trapiches con capacidad entre 0,5 y 1 tonelada caña/hora

Largo	1 m
Alto	0.50 m
Ancho	0.30 m

Pero en el CIMPA recomiendan si viene la caña sucia colocar otro prelimpiador. Las características de este segundo se detallan más adelante.

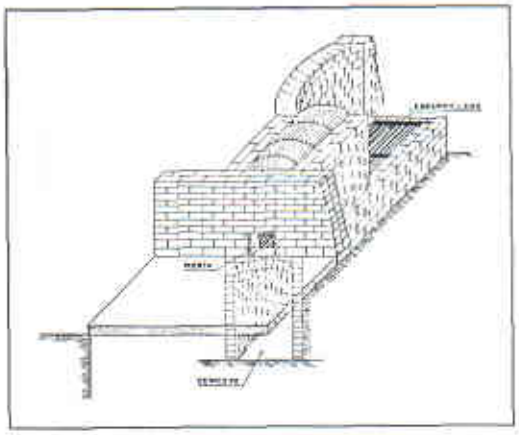


Figura 5. Plano de cámara de combustión

- Trapiches con capacidad de molienda entre una y dos tonelada caña/hora se requieren dos prelimpiadores, el anterior y otro como el siguiente:

Largo	1.75 m
Alto	0.30m
Ancho	0.30m

- Durante la molienda las impurezas retenidas se deben retirar varias veces. Cada vez se pueden añadir dos cucharadas de cal que previenen los riesgos de fermentación de los jugos. Cada 12 horas se deben retiran los tapones y lavar los prelimpiadores; el jugo residual limpio se deposita en un balde limpio para llevarlo a la paila recibidora.

COSECHA Y BENEFICIO DE LA CAÑA

Prensado del tallo

(Limpieza de los jugos) Aglutinantes naturales

Hornilla panelera

Limpiador de jugos - prelimpiador

Ventajas del uso de prelimpiadores

El involucrar este desarrollo tecnológico para la limpieza de los jugos de la caña tiene las siguientes ventajas:

- Sirve para retirar gran cantidad de impurezas.
- Contribuye con la clarificación de los jugos.
- Disminuyen el volumen de aglutinantes vegetales usados.
- Los jugos prelimpiados y clarificados quedan transparentes y brillantes.
- Se evita la formación de costras e incrustaciones en las pailas.
- Eliminan la utilización de aclaradores sintéticos y perjudiciales para la salud.
- Disminuyen los costos de producción y aumentan la rentabilidad.
- Con relación a los beneficios la construcción del prelimpiador es de bajo costo.
- Se obtiene un producto natural de alto valor nutricional sin aditivos.
- Disminuye el trabajo de los operarios en el proceso de limpieza.

8.2 Clarificación, evaporación y concentración de los jugos de caña

Estas etapas de manejo de los jugos para la obtención del producto se llevan a cabo en la hornilla donde mediante el suministro de calor se evapora más del 90% del agua presente.

8.2.1 Clarificación

Tiene como objeto retirar los sólidos en suspensión, las sustancias coloidales y algunos compuestos colorantes en el jugo. Estos son retirados por flotación o sedimentación. La clarificación se realiza en las pailas recibidora y clasificadora mediante el aglutinamiento de las impurezas debido a la temperatura y al tiempo de acción de la adición al jugo de los aglutinantes naturales.

Los aglutinantes naturales son las cortezas machacadas o maceradas de plantas. Los tejidos de las plantas utilizadas para este propósito al contado con el agua desprenden una sustancia babosa – espesa que cambia de color y viscosidad. Es una sustancia mucilaginosa que produce coloides muy poco viscosos. Son productos orgánicos de origen vegetal que se forman en el interior de las plantas durante su desarrollo. Las plantas son guarismo, balso y cadillo.

- **Balso** (*Heliocorpus popayanensis*). Es un árbol muy común en el trópico cálido y clima medio, pertenece al orden Malvales familia sterculiaceae.
- **Guasimo** (Guazuma ulmifolia Lamark). Es un árbol muy frecuente en clima cálido de los Llanos Orientales. Es leguminoso muy apetecido como forraje para el ganado bovino. Cuando su corteza macerada se coloca en agua se desprende el mucílago en coágulos cristalinos. Tiene mayor utilización por debajo de 1200 m.s.n.m. (Espinosa, 1999).
- **Cadillo** (Medicago sativa l. y Triumfétta lappula l.). La primer planta es conocida como cadillo de hierba o alfalfa, tiene frutos espinosos y la mayor parte mucilaginosa está en el fruto. La segunda planta es de la familia Tiliacea y es conocida como pega pega, teniendo la mayor concentración de mucílago en el tallo siendo las más utilizadas en la industria panelera. (Espinoza, 1999).

Cuando sale el jugo del prelimpiador pasa a la paila recibidora a 2-3 °C por encima de la temperatura ambiental donde inicia calentamiento hasta llegar a 50-55 °C. A medida que sube la temperatura del jugo se van formando partículas de mayor densidad y tamaño que incrementan su velocidad de movimiento facilitando su extracción manual.

El mucílago se agrega durante el calentamiento para aglutinar las impurezas en la superficie donde se extraen preaclarando y mejorando el proceso de limpieza de los jugos. Estos mucílagos tienen poder floculante y facilitan el agregamiento de las impurezas contribuyendo con su extracción.

Para preparar los aglutinantes es retirada la corteza del árbol, se macera con un mazo para aumentar su extracción cuando se coloca en agua, donde forma una sustancia babosa – gelatinosa o se coloca un manojo amarrado en el jugo.

La solución se aplica ¾ partes cuando los jugos tienen temperaturas mayores a 50 °C colocando entre 15 y 30 litros de la solución por cada 500 lt de jugo. Es necesario aclarar que cuando se agrega el mucílago y se agita el jugo para su homogenización este se debe dejar en completo reposo evitando que la capa de cachaza se rompa. Cuando se agrega la corteza directamente al jugo hay menor homogenización pero se disminuye el consumo de bagazo en la hornilla. En verano fuerte es necesario agregar agua al jugo sin clarificar para poder sacar toda la cachaza.

Cuando los jugos alcanzan una temperatura de entre 75 y 82 °C la cachaza negra, como se llaman las impurezas flotantes, se retiran manualmente con remellón deposi-

tándose en las cachaceras. Después se agrega el ¼ de mucílago restante y antes de que los jugos ebullan se retira la cachaza blanca, es la segunda capa de impurezas, esta es más liviana. Este proceso efectuado oportunamente garantiza una muy buena claridad y calidad del producto a obtener.

8.2.2 Evaporación

Es la etapa que sigue a la clarificación donde el calor suministrado sirve para evaporar hasta un 90% del agua presente en el jugo concentrando la cantidad de sólidos solubles desde 16 – 25 °Brix, hasta el punto de miel a 100 – 105 °C o 120 hasta el punto de panela en promedio.

8.2.3 Concentración

Es la fase final del proceso, con temperaturas superiores a 100 °C y se efectúa en la paila punteadora o concentradora. Allí se presentan las mayores temperatura (100 – 125 °C) y se incrementa la inversión de azúcares, cuando menos al doble del inicial, por lo tanto es recomendable efectuar esta etapa lo más rápidamente posible. El punto de panela se obtiene entre 118 y 125 °C con azúcares solubles entre 88 y 94 °Brix.

Cuando los jugos ebullan para evitar que se rebosen de la faica de la paila es necesario adicionar un antiespumante lo cual se hace en pailas con brix y temperatura elevada (1ª y 2ª), con el fin de que el aceite aplicado no permita que los niveles de jugo se adhieran a la paila evitando su quema; estos productos se deben aplicar en la paila concentradora entre 100 y 102 °C. Los productos son el aceite de higuerilla, cebo animal, cera de laurel y manteca vegetal. En caso de no tener otro producto se puede utilizar aceite vegetal mezclado con uno de los anteriores.

Es de anotar que para la preparación de los aglutinantes es fundamental ser muy precisos, de acuerdo con la región estos se pueden preparar con agua o jugo; si es con agua se estará causando mayor consumo de bagazo, la preparación con jugo clarificado es una práctica recomendable. Los mucílagos en exceso presentan problemas para el batido de la panela al dar un grano blando y baboso. Cuando la corteza de la planta no produzca ya buena cantidad de baba es necesario cambiarla. (Espinosa, 1999).

El citado autor aclara además, que existen otros productos que son utilizados en diferentes regiones, como la "escoba babosa", el "Juan blanco" y la corteza de cacao.

Pero además manifiesta que existen otros productos que se pueden utilizar como los sintéticos; sin embargo para el caso de la Orinoquía, donde el sistema de obtención de productos de la caña panelera es tradicional, donde la mayoría de productores no le agregan nada a los jugos y que los procesos de Transferencia de Tecnología están dirigidos a la obtención de productos de bajo costo, limpios y orgánicos, esta metodología de agregar aglutinantes vegetales se ajusta con mayor énfasis a los objetivos del sistema y a los usuarios teniendo en cuenta que estas plantas son productos naturales, los agricultores las conocen y se encuentran en toda la región.

- **Obtención de miel**

Dentro del proceso de producción agroindustrial del cultivo de caña en la región cultural y tradicionalmente se obtiene miel como producto último, sin embargo en algunos sitios y microclimas, como en clima medio en el paisaje de montaña de la Cordillera Oriental, el producto final obtenido para su comercialización es la panela y para autoconsumo la miel.

La miel de caña es un producto viscoso y denso que da punto cuando la paila punteadora llega a 100 – 103 °C. Los cañicultores observan el "cazo" y cuando los pequeños chorros de miel que escurren se unen en una sola lámina densa alargada para dar un solo chorro final, determinando ganancia de un nuevo grado de viscosidad, es el punto de miel sacándola inmediatamente de la paila. Este proceso de obtención de miel cuando se realiza lentamente a fuego bajo acelera la inversión de la sacarosa presente e incrementa los azúcares reductores, proporcionando una miel estable de excelente calidad, de color oscuro y muy dulce. Esta miel está compuesta en su mayoría por agua y carbohidratos. Es rica en minerales, calcio y vitaminas como niacina y ácido ascórbico. La miel puede ser utilizada para la obtención de bebidas destiladas y de gaseosas con sabor, olor, color, turbiedad y brillantez, característicos de estas bebidas de excelente calidad.

Aunque con el tiempo la sacarosa de las mieles cristaliza y la miel tiende a separarse en dos fases, una semisólida rica en sacarosa y otra sobrenadante rica en azúcares reductores. Ya existe el proceso para la conservación de las mieles, proceso de alta importancia para fines de comercialización del producto en la Orinoquía. Para este caso se adiciona un agente de inversión a la miel que permite lograr la hidrólisis de la sacarosa contenida. La aplicación del producto garantiza que no haya cristalización de la sacarosa de la miel, generando mayor solubilidad, obteniendo un producto de menor viscosidad con mayor dulce y capacidad de hidrólisis. (Espinosa, 1999).

- **Obtención de panela**

En la fase de evaporación cuando se concentran los sólidos solubles a temperaturas de 120°C, en promedio, la cochada se divide para facilitar su manejo. En la fase de concentración cuando se obtiene el punto de panela, que se determina por la consistencia, debe tenerse bastante cuidado porque si se saca a muy alta temperatura se presenta caramelización y oscurecimiento, o al contrario se dificulta la solidificación.

El punto de panela dentro del proceso agroindustrial de la caña se encuentra cuando sus mieles adquieren unas características que permiten que al retirarlas de la paila con el batido y moldeo tomen tipología de panela.

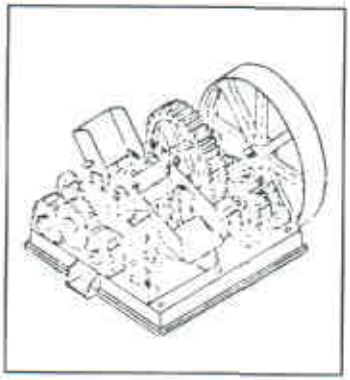
En condiciones de trapiche se recurre a la observación de ciertos cambios físicos en las características de la miel, lo cual depende de una gran experiencia del hornillero y de la región. Existen diferentes maneras de determinar ese punto: una forma se da cuando la muestra de miel presenta una estructura cristalina y de gran fragilidad, lo que se detecta cuando se lanza contra la falca metálica de las pailas o el techo de zinc de la enramada y produce un sonido claro metálico. Igual estructura presenta cuando se deja caer la muestra en agua fría o se toma con los dedos humedecidos directamente de la paila evaluando su limpieza de quebrado y fragilidad. Para determinar esto el hornillero va evaluando a ojo el cambio en la viscosidad y adherencia de las mieles al escurrir éstas del cazo o sobre las falcas.

8.3 Molinos paneleros

El molino panelero es el equipo diseñado para extraer el jugo de la caña cuando ésta se hace pasar por entre sus rodillos o mazas que giran a una velocidad determinada y que están convenientemente ajustados. Cuando la caña pasa entre las mazas es sometida a un aplastamiento efectuándose rompimiento de las células que contienen los jugos, liberando los azúcares y otras sustancias solubles.

En la Orinoquía existen diversos tipos de trapiches, los más tradicionales son molinos de madera, accionados con tracción animal. Son tres mazas verticales adyacentes donde se utilizan dos prenseros simultáneos por donde se pasan hasta cuatro veces los mismos tallos para la extracción del jugo. Son de muy bajo rendimiento. De alto costo por mano de obra, fletes de animales y mucho riesgo para el operario.

Los trapiches de hierro verticales de tres mazas, también accionados con tracción animal utilizados en pequeñas fincas pueden producir entre 1 – 1,5 cargas de panela por molienda.



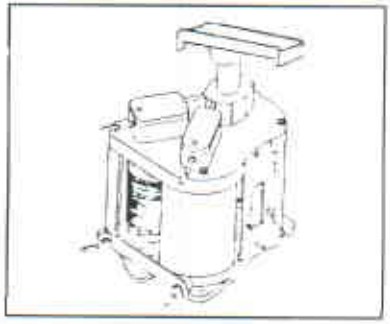
Fuente: García, 1998.

Figura 6. Molino panelero horizontal

Los molinos horizontales tienen así dispuestas sus mazas. Son accionados mecánicamente y tienen capacidad de molienda entre 0,5 – 3 toneladas/hora de caña. Estos molinos utilizan como fuente de energía motores eléctricos que requieren poco mantenimiento, son silenciosos, pero como el voltaje eléctrico en los sectores rurales no es constante y el servicio no tiene garantías de prestarse continuamente, no es recomendable. Los motores de combustión interna como el Diesel, son los más utilizados por ser de baja velocidad y alto torque.

Para la selección del molino una de las características más importantes a tener en cuenta es la capacidad de molienda, la cual debe estar de acuerdo con la caña disponible en el trapiche; la capacidad del molino depende de las dimensiones de las mazas que determinan el tamaño del molino y la potencia del motor. Si se selecciona por la capacidad se podrá operar convenientemente para obtener jugos y consumos de potencia aceptable que permitirá moler la caña producida en el área de influencia del trapiche (Sandoval, 1995).

8.4 Hornillas paneleras



Fuente: García, 1998

Figura 7. Molino panelero vertical

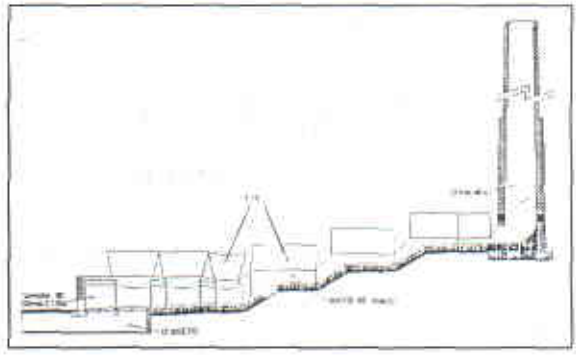
Las hornillas son la infraestructura física del trapiche para el procesamiento agroindustrial de la caña. Está compuesta por un horno recubierto lateralmente y como techo lleva las pailas o fondos aclaradores, evaporadores y concentradores. Allí se transforma la energía biológica del bagazo en energía calórica que hace cambiar de estado físico el agua de los jugos evaporándolos hasta obtener el producto final miel o panela (Sandoval, 1999).

La hornilla se compone de la cámara de combustión, del ducto de humo, de las pailas y la chimenea (Figura 8).

- La **Cámara de Combustión** es el espacio confinado ubicado en la parte anterior de la hornilla, en el que por su puerta de alimentación se introduce el bagazo para su combustión sobre la Parrilla que permite la entrada del aire hacia el Cenicero donde se calienta el aire.

- El **Ducto de Humos** o conducto de gases o camino o buque esta conformado por las **Paredes** o muros de soporte, por el **Piso, Arcos** y **Pailas** y su función es permitir el paso de los gases de combustión, que al pasar pueden hacer contacto con las pailas que contienen los jugos y les transfieren parte de su energía. Los ductos varían en forma, diseño y materiales de construcción, desde los mas tradicionales, los conformados por paredes, muros y arcos, que soportan las pailas, hasta los construidos con materiales refractarios de alta capacidad de difusión térmica a las pailas. Estas pueden ser fabricadas en cobre, aluminio, hierro, o acero inoxidable y pueden tener diferentes formas como semiesféricas, semicilíndricas, trapezoidales, planas y aleteadas, y su tamaño varían de acuerdo con las costumbres y la capacidad de molienda de caña necesaria.

- La **Chimenea** está ubicada al final de la hornilla y está conectada al ducto de humos, pudiendo ser cilíndrica, trapezoidal o cónica. Estará construida en ladrillo o lámina de metal. La función de la chimenea es garantizar suministro continuo de aire para la combustión del vagazo y el transporte de los gases por el ducto. Los gases son un fluido que necesitan para su movilización un vehículo transportador que en este caso es el tiro de la hornilla que trabaja succionando con una fuerza suficiente para vencer las pérdidas de presión a través de la hornilla.



Fuente: Gil, 1995.

Figura 8. Plano de la hornilla.

BIBLIOGRAFÍA

1. **ABARCA, Juan A.** Funcionamiento y selección de los molinos paneleros. En industrialización de la caña. Instituto Colombiano Agropecuario ICA. Compendio Nº 4. Medellín, Agosto 1981. pp. 287-309.

2. **AGUIAR, H., S.B.** Ajuste y validación de tecnología del cultivo de caña y su agroindustria para el Dpto. de Casanare. Informe final. CORPOICA. PRONATTA, Yopal, Casanare, 2001.

3. **ALTIERI, Miguel.** Ciclo de conferencias sobre Agroecología. Grupo Labranza de Conservación – CORPOICA – UNILLANOS. Villavicencio, Diciembre 1995.

4. **AMAYA Estévez, et al.** Biología y mejoramiento genético de la caña de azúcar. En el cultivo de la caña en la zona azucarera de Colombia. CENICAÑA, Cali, Colombia 1995. pp. 31-62.

5. **AYALDE v., G. et al.** Caña de Azúcar. Bogotá, Instituto Colombiano Agropecuario ICA, 1973. Manual De Asistencia Técnica Nº 9. p. 17-32.

6. **ARTSCHWAGER, E. Y Brandes, E.W.** 1958. Sugarcane (sacharum officinarum L.): Origin, classification, characteristics and descriptions of representative clones. U.S. Dep. Agric Handbook 122-307 p. Citado por CENICAÑA. El cultivo de la caña en las zona azucarera de Colombia. Cali-Colombia, 1995.

7. **BLACKBURN, P.** 1991. Sugarcane. Tropical Agricultural Series. Longman Group, Esex, Reino Unido. Citado por CENICAÑA. El cultivo de la caña en las zona azucarera de Colombia. Cali-Colombia, 1995.

8. **BUENAVENTURA O., Carlos.** Factores climáticos que afectan el crecimiento, producción y desarrollo de la caña de azúcar. En industrialización de la caña. Instituto Colombiano Agropecuario ICA. Compendio Nº 4. Medellín, Agosto 1981. pp. 1-9.

9. **CIMPA.** Citado por Rodríguez B.G.A. La panela en Colombia. Un análisis de la cadena agroindustrial. En Memorias Primer Curso Internacional de la Caña. CIMPA, CORPOICA R1 Barbosa, 1998.

10. **CENICAÑA.** Programa de variedades, sección de entomología. En Informe anual 1985. Cali, Colombia. pp. 43-45.

11. **CENICAÑA.** Informe anual. 1998. Cali, 1999. 144 p.

12. **CENICAÑA.** (Centro de investigación de la caña de azúcar en Colombia). 1995. El cultivo de la caña en la zona azucarera de Colombia. Cassalett, Litores, J.; e Isaacs, C. (eds.). Cali, Colombia. p. 412.

13. **ESPINOSA Safar, Alblo E.** Manejo de los jugos de caña y elaboración de la panela de buena calidad. En memorias Segundo Curso Internacional de Caña Panelera. CIMPA, CORPOICA, Regional 7, Barbosa, 1999. pp. 212-222.

14. **GARCÍA B., Hugo R.** Molinos paneleros. En: Memorias Primer Curso Internacional del cultivo de caña, elaboración de panela. CIMPA, CORPOICA Regional Siete. Barbosa (Santander) 1998. Pp. 236-256.

15. **GIL Zapata, Nicolás S.** Manejo de jugos: Limpieza, clarificación, evaporación y concentración. En: Memorias Curso: El cultivo de caña y elaboración de panela. CORPOICA. Regional ocho. Arauca 1995.

16. **GOMEZ, Luis Antonio y Lastra B., Luz Adriana.** Insectos asociados con la caña de azúcar en Colombia. En el cultivo de la caña en la zona azucarera de Colombia. CENICAÑA, Cali, Colombia 1995. pp. 247-263.

17. **GOMEZ Zambrano, Jairo.** Abonos orgánicos. Santiago de Cali, Mayo 2000. p. 16.

18. **GRILLO F., Manuel.** Adecuación y preparación de suelos para caña de azúcar. En industrialización de la caña. Instituto Colombiano Agropecuario ICA. Compendio Nº 4. Medellín, Agosto 1981. pp. 33-56.

19. **HUMBER, R.P.** 1974. El cultivo de la caña de azúcar. Citado por CELEDON, Alfredo. La caña de azúcar. Editora dos mil. Bogotá, Colombia. pp. 11.

20. **MANRIQUE, Roberto.** Suelos, nutrición y fertilización de la caña de azúcar para panela. En Memorias Primer Curso Internacional de la caña y elaboración de panela. CIMPA, CORPOICA, Regional Siete. Barbosa, 1998 p. 93.

21. **MANRIQUE, R. e Insuasty B., O.** Aspectos agronómicos del cultivo de la caña panelera. En Memorias Primer Curso Internacional de la caña y elaboración de panela. CIMPA, CORPOICA, Regional Siete. Barbosa, 1998. p. 204.

22. **MANRIQUE, R.e Insuasty B., Orlando.** Variedades de caña de azúcar para la producción de panela. En Memorias 2º curso internacional de la caña panelera. CIMPA, CORPOICA, Regional Siete. Barbosa, 1999. p. 40.

23. **MUÑOZ A., Rodrigo.** Los abonos orgánicos y su uso en la agricultura. Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo. Fertilidad de suelos. Diagnóstico y control. Santafé de Bogotá. D. C. Colombia, 1994. pp. 293-305.

24. **PORRAS G., Víctor J.** Labores del cultivo. En el cultivo de la caña en la zona azucarera de Colombia. CENICAÑA, Cali, Colombia 1995. pp. 179-189.

25. **RAMOS, Oscar Gerardo.** Solera de la caña de azúcar. En el cultivo de la caña en la zona azucarera de Colombia. CENICAÑA, Cali, Colombia 1995. pp. 3-21.

26. **RENDÓN L., Walter.** Producción eficiente del cultivo de caña y obtención de productos en el departamento de Arauca. CORPOICA, Regional Ocho. Programa de transferencia de tecnología. Boletín Técnico Nº 17. Villavicencio, 1999.

27. **RESTREPO P., Hugo y Navas A., Jaime.** Conservación de suelos de la Orinoquía: la erosión física y química al establecimiento de praderas con diferentes niveles de labranza.

BIBLIOTECA AGROPECUARIA DE COLOMBIA

En suelos ecuatoriales. Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo. Volumen XII Nº 2. Bogotá, Junio 1982. pp. 146-160.

28. **RODRÍGUEZ Borray, Gonzalo A.** La panela en Colombia: un análisis de la cadena agroindustrial. En Memorias 2º curso internacional de la caña panelera. CIMPA, CORPOICA, Regional Siete. Barbosa, 1999. pp. 20-39.

29. **RODRÍGUEZ, Roberto.** Producción y recomendaciones tecnológicas para el cultivo de la caña en el departamento del Guaviare. Boletín Técnico No. 5. CORPOICA-SENA. Villavicencio, Meta, 1997 36 p.

30. **RUSSELL, E.J. y RUSSELL, E.W.** 1968. Las condiciones del suelo y el crecimiento de las plantas. Aguilar, Madrid. 801 p.

31. **SALAMANCA S., C.R. y SILVA H., M. del. R.** Las micorrizas como alternativa para el manejo sostenible de los agroecosistemas tropicales. Programa regional agrícola, CORPOICA Regional Ocho. Boletín Técnico Nº 12. Villavicencio, Meta, Colombia. 1998.

32. **SALDARRIAGA V., Alfredo.** Plagas de la caña de azúcar y métodos de control. En industrialización de la caña. Instituto Colombiano Agropecuario ICA. Compendio Nº 4. Medellín, Agosto 1981. pp. 141-173.

33. **SÁNCHEZ, Pedro A y SALINAS, José G.** Suelos Acidos. Estrategias para su manejo con bajos insumos en América Tropical. S.C.C.S. Bogotá, 1985. pp. 19-20.

34. **SANDOVAL, Gilberto.** Molinos paneleros. En curso "El cultivo de la caña y elaboración de panela". Memorias. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria CORPOICA, Regional 8. CRECED Arauca. Marzo 1995, pp. 79-88.

35. **SANDOVAL, S. Gilberto.** Hornillas paneleras. En: Memorias curso: el cultivo de la caña y elaboración de panela. CORPOICA, Regional ocho. Arauca, 1995.

36. **URPA CASANARE.** Evaluación definitiva año 1996. Yopal, 1996.