

1.170
3.000

LA TECNOLOGÍA DEL CULTIVO DE CAÑA PANELERA

PROGRAMA REGIONAL AGRÍCOLA

FLORENCIA, ABRIL DE 1999



ASCPAZSUR
Asociación de Productores
y Cultivadores de Caña Panelera
Zona Sur Caquetá



C O N T E N I D O

INTRODUCCIÓN	5
LA TECNOLOGÍA DEL CULTIVO DE CAÑA PANELERA	
AGROECOLOGÍA DEL CULTIVO	7
Altura	7
Temperatura	7
Luminosidad	7
Precipitación	7
Suelos	8
MANEJO AGRONÓMICO	8
Variedades de panela	8
Variedad POJ 2878	8
Variedad PR 61632	9
Variedad My 5465	9
Variedad RD 7511	9
Variedad Co 421	9
LABORES CULTURALES	9
Labores de preparación del suelo	9
Selección de semillas	10
Desinfección de semillas	10
Semilleros	10
Sistemas de siembra	10
Siembra a chorrillo	10
Siembra de mateado	11
Fertilización	11
Control de malezas	11
Plagas de la caña	12
Manejo y control	12
Control físico	12
Control cultural	12
Control químico	12
Control biológico	12

CONTROL DE MADURACIÓN DE LA COSECHA	13
BENEFICIO DE LA CAÑA PANELERA	13
Apronte	13
Molienda o extracción del jugo	14
Prelimpieza de los jugos de caña	15
Clarificación de los jugos	16
Evaporación de los jugos de caña	18
Concentración de los jugos de la caña de azúcar	18
Punteo en la elaboración de la panela	18
Batido y enfriamiento	19
Moldeo	19
Empaque	20
Almacenamiento	20
COMERCIALIZACIÓN	20
USOS DE LOS SUBPRODUCTOS DE LA CAÑA PANELERA	21
Bagazo	21
Hojas y cogollos	21
Bloque multinutricional	21
Mieles	22
Aprovechamiento de la cachaza	22
Miel virgen	22
Mieles invertidas	22
CONCLUSIONES	23
BIBLIOGRAFÍA	23

INTRODUCCIÓN

La caña de azúcar, y en especial la utilizada en la agroindustria panelera, cobra cada día mayor importancia en el contexto regional y nacional debido a su valor alimenticio y a su gran generación de empleo en el sector rural, con más de 350.000 personas ocupadas en este renglón productivo en el país.

En consecuencia con lo anterior, el mejoramiento del sistema productivo y del proceso de elaboración de la panela, mediante introducción de nuevas tecnologías en los departamentos del Caquetá y Putumayo es un factor clave para el desarrollo y sostenimiento de este producto. En la zona se presenta una problemática bien definida, con un inadecuado control en el proceso de elaboración de la panela, la utilización de equipos obsoletos (hornillas) que generan consumos exagerados de combustible, como leña y caucho, el desaprovechamiento de los subproductos de la caña (cogollo, cachaza, melote, entre otros), el uso de productos químicos que afectan la salud humana (clarol y anilinas); además de una deficiente asistencia técnica a los productores, reflejándose esto en la calidad del producto final.

Los cambios de hábitos en el consumo hacen que la presentación se modifique en consonancia con las nuevas preferencias, entre ellas: higiene, fácil preparación y calidad en el producto, para lograr aceptación en el mercado. Por ello la cartilla que presentan a ustedes Corpoica, Ascpazsur y Pronatta tiene como fin compilar los conceptos tecnológicos básicos, producto del trabajo de largos años por parte de investigadores nacionales, que nos sirvan como guía en el mejoramiento del proceso de elaboración de la panela en la región, y lograr así competitividad y sostenibilidad del sector panelero, aprovechando la disposición e interés mostrado por los productores para la innovación y cambio expresada a través de asociaciones como Ascpazsur (Asociación de Cultivadores y Productores de Caña Panelera Zona Sur Caquetá) con sede en San José del Fragua, gestores del Proyecto Panelero de Capacitación que financia esta publicación.

JAIRO ROJAS MOLINA
Investigador CORPOICA



LA TECNOLOGÍA DEL CULTIVO DE CAÑA PANELERA

AGROECOLOGÍA DEL CULTIVO

El cultivo de caña panelera requiere condiciones climáticas adecuadas para un buen desarrollo (Foto 1).

ALTURA

El cultivo se desarrolla de una manera adecuada en el rango del nivel del mar hasta 1500 msnm.

TEMPERATURA

La temperatura media mensual de la llanura amazónica se sitúa alrededor de 26 °C (Escobar *et al*, 1993), apropiada para una buena producción del cultivo. Las oscilaciones de temperatura (diferencias de temperatura entre el día y la noche) de alrededor de 7 a 15 °C presentes en la zona, favorecen la retención y formación de sacarosa en la caña. Por esto es recomendable hacer el corte de la caña cuando se presentan las más altas fluctuaciones, pues en esta época la planta tiene una mayor cantidad de azúcares acumulados.

LUMINOSIDAD

El brillo solar en la región amazónica varía entre 1533 y 1833 horas/año, siendo una limitante para el desarrollo normal del cultivo y de su eficiencia fotosintética (Escobar *et al*, 1993), por cuanto

este es un factor importante en la formación y porcentaje de acumulación de almidón en las hojas. En ensayos realizados con caña se demostró que las plantas que reciben más luz, es decir, que se desarrollan en zonas con días más largos y bastante brillo solar, producen mayor cantidad de sacarosa, con mayor Brix y un alto porcentaje de pureza. En términos de rendimientos, la producción se reduce de 25% a 35% cuando se cultiva en zonas con alta nubosidad (Mejía y Manrique 1998).



Foto 1. Cultivo de caña en el municipio de San José del Fragua.

PRECIPITACIÓN

Según registros de la estación meteorológica del Centro de Investigación Macagual, la precipitación promedio para la zona amazónica se

encuentra alrededor de 3500 mm/año (Escobar *et al*,1993), siendo los meses de abril a julio los de mayores precipitaciones, excesivos para el cultivo; por ello la necesidad de realizar drenajes. La caña necesita buena humedad durante su etapa de crecimiento, pero posteriormente requiere un periodo seco para concentrar y retener la sacarosa durante la etapa de la maduración. De allí que la caña

necesite de 8 a 9 mm de agua/ha/día durante la época de verano y entre 3 y 4 mm en la época lluviosa.

SUELOS

Los mejores suelos para la caña son los franco-arcillosos, con buen drenaje y con pH entre 5.5 y 7.5.

MANEJO AGRONÓMICO

Al ser la caña de azúcar la principal materia prima para la elaboración de la panela, el desarrollo del cultivo es importante; por eso desde el inicio se deben tener en cuenta ciertas condiciones, como: selección de las variedades que se adapten a la zona del cultivo para obtener mejores rendimientos por hectárea y realización de prácticas adecuadas al cultivo, para que se vean reflejadas en la cantidad de biomasa producida y el grado de conversión a panela.

debe iniciar por la introducción de variedades y selección de las mismas, teniendo en cuenta su adaptación a las condiciones climáticas y la presencia de buenas características industriales (Tabla 1).

Dentro de las variedades que pueden introducirse para su utilización en la elaboración de panela en el Caquetá y Putumayo (Insuasty y Manrique, 1998), se encuentran:

VARIEDADES DE PANELA

Aunque la zona no posea una variedad cultivada como tal sino mezclas de variedades, para realizar un proceso de mejoramiento tecnológico se

VARIEDAD POJ 2878

Este material fue obtenido en la isla de Java e introducido en Colombia en 1929. Tiene tallos largos, diámetro de mediano a grueso, color amarillo verdoso, entrenudos de longitud media y cubiertos con cerosina; su hábito de crecimiento

Tabla 1. Características industriales de variedades de caña panelera en cuanto a jugo y panela.

VARIEDADES	POJ 2878		PR 61632		My 5465		RD 7511		Co 421	
	Jugo	Panela	Jugo	Panela	Jugo	Panela	Jugo	Panela	Jugo	Panela
Brix (%)	19,8	88,8	20,3	88,0	21,8	91,2	21,4	90,8	19,0	88,8
pH	5,38	5,88	5,38	5,92	5,37	5,76	5,46	5,85	5,3	5,72
Azúcares reductores	1,1	7,8	01,3	6,0	1,1	9,6	1,1	6,0	1,0	6,7
Sacarosa (%)	18,3	79,7	18,9	81,8	20,6	79,0	20,1	82,2	17,5	81,3
Pureza (%)	92,4	89,7	93,1	92,9	94,4	86,6	93,9	90,5	92,1	91,5
Fósforo (ppm)	209,0	455,3	243,0	534,0	417,0	1133,0	84,0	278,0	202,0	398,0
Humedad		11,2		12,0		8,8		9,2		11,2



es semierecto y sus hojas abiertas; contiene bastante pelusa y se deshoja fácilmente. La maduración es tardía, la floración es escasa y genera jugos de buena calidad. Es resistente al carbón, a la roya y al mosaico; susceptible a la raya clorótica y al raquitismo de las socas.

VARIEDAD PR 61632

Originaria de Puerto Rico. Tiene tallos erectos, porte alto y color morado, con entrenudos largos, gruesos y cubiertos de cerosina. Sus hojas tienen puntas erectas y son de color verde natural que se torna amarillento a medida que envejecen. Presenta buena germinación, crecimiento lento en sus primeros estadios de desarrollo y floración temprana en algunas zonas paneleras. Presenta resistencia al carbón, la roya y el mosaico.

VARIEDAD My 5465

Nativa de Cuba. Esta variedad tiene un periodo vegetativo corto, porte alto, tallos erectos, color morado, entrenudos largos y medianamente gruesos. El deshoje es total con presencia de cerosina. Se adapta a diferentes condiciones ecológicas y es exigente en fertilización. Resiste bien el ataque de enfermedades como el mosaico, el carbón y otros complejos fungosos.

VARIEDAD RD 7511

Originaria de república Dominicana. Se caracteriza por presentar tallos largos, reclinados y curvados, de color amarillo verdoso y recubiertos



Foto 2. Variedad RD7511. promisorio para la producción de panela.

con cerosina. Posee hojas largas y angostas con las puntas dobladas. No tiene un buen deshoje natural y la pelusa es ausente o ligeramente escasa y rala. Presenta la tendencia a ser atacada por *Diatraea* spp. con un índice de infestación superior al 10% y resistente a enfermedades como carbón, roya, mosaico, mancha de ojo y mancha de anillo (Foto 2).

VARIEDAD Co 421

Esta variedad es originaria de Coimbatore y se caracteriza por su tendencia al volcamiento en 10% de los tallos; no presenta floración y su deshoje natural es parcial. Los tallos son erectos, sin rajadura de corteza, ausencia de lalas o chulquines y con contenido abundante de pelusa en las yaguas de las hojas. Es susceptible a enfermedades como la mancha de hoja, mancha de anillo y resistente al carbón, la roya y el mosaico de la caña.

LABORES CULTURALES

PREPARACIÓN DEL SUELO

Según García *et al.* (1997) la recomendación en el laboreo del suelo consiste en el surcado y la siembra en chorrillo del cultivo para terrenos pla-

nos o con pendientes suaves; y para aquellos terrenos con pendiente se utiliza el sistema de ahoyado en tresbolillo o mateado. En esta etapa de establecimiento del cultivo se debe aplicar un fertilizante orgánico como el compost, que pue-

de suplir al suelo deficiencias en materia orgánica y en especial de nitrógeno; si es necesario los correctivos aplicar cal agrícola, la roca fosfórica (que aportan calcio y fosfatos, respectivamente) y aprovechar las cenizas del trapiche que aporta potasio.

SELECCIÓN DE SEMILLAS

La caña es un planta que en condiciones normales no produce semilla verdadera o sexual, por lo cual se debe propagar mediante trozos de tallo o estacas, desde una yema hasta el tallo entero (semilla). Las características que deben reunir las semillas son las siguientes (Gallego *et al*, 1996):

- Que los tallos provengan de cañas libres de plagas y enfermedades.
- Tallos vigorosos y con buen estado nutricional
- Cañas entre siete y ocho meses de edad.
- Semilla de una misma variedad con yemas sanas y funcionales. Las semillas para la siembra se pueden conseguir de cogollo, de plantilla, de primeras socas y de semilleros.

DESINFECCIÓN DE SEMILLAS

De acuerdo con Rodríguez (1997), esta labor es indispensable para controlar plagas y enfermedades desde el mismo momento de establecimiento del cultivo. Para no sufrir intoxicaciones por parte de los operarios, la semilla se ubica en el surco y allí con bomba de espalda se aplican los productos químicos. Para una bomba

de espalda de 20 litros se recomienda mezclar 10 gramos de benlate como fungicida y 50 cc de furadan como insecticida.

SEMILLEROS

Para zonas donde se realice el corte de caña por entresaque y se presenten algunos "claros" dentro del cultivo, la solución a este problema es la construcción de semilleros. Este método consiste en la siembra de una o dos yemas de caña por bolsa de polietileno (de kg.), las cuales se llenan con una mezcla de tres partes de tierra, dos partes de ceniza y una de gallinaza. Deben sembrarse con las yemas hacia arriba y regarse todos los días el semillero para mantener el nivel de humedad. El material sembrado se traslada al sitio de siembra luego de 45 días, cuando es capaz de competir con las otras cañas.

SISTEMAS DE SIEMBRA

SIEMBRA A CHORRILLO

En este sistema se coloca la semilla acostada en el fondo del surco, y de acuerdo con la calidad de la semilla se emplean tres modalidades de siembra: el sistema de chorrillo sencillo (Foto 3), sistema de chorrillo medio y el chorro doble. Los dos pri-

meros se utilizan para semillas de buena calidad y se presentan densidades de 10 yemas por metro lineal. El último se utiliza para semilleros de regular calidad, correspondiendo a densidades de 10 a 12 yemas por metro lineal (Manrique e In-suasty, 1998).



Foto 3. Cultivo de RD 7511 sembrado a chorrillo.



SISTEMA DE MATEADO

El sistema de mateado consiste en la siembra de 2 ó 3 estacas en una cajuela , utilizando distancias de siembra de 1.0 a 1.3 m entre surcos y con una distancia entre plantas de 0.25 a 0.50 m. A los tres meses el cultivo cierra en forma similar como si fuera chorrillo.

FERTILIZACIÓN

Las deficiencias en los componentes minerales del suelo se manifiestan en la concentración de dicho elemento en la planta de caña y repercute en la calidad de la panela. Por ello previamente se debe realizar un análisis de suelos que nos de información sobre el contenido mineral y de mate-

ria orgánica; a partir del cual se puede establecer las deficiencias minerales (García *et al*, 1997). La relación entre el contenido mineral del suelo y la planta de caña es evidente en muchos aspectos como nos lo muestra la Tabla 2.

CONTROL DE MALEZAS

La práctica de control de malezas se puede realizar mediante una adecuada preparación del suelo antes de la siembra; una densidad de siembra alta con la menor distancia posible entre plantas, que le permita a el cultivo competir con las malezas y la siembra en la época de lluvias con una selección de una variedad precoz, permiten el desarrollo del cultivo con un mínimo de malezas. (García *et al*, 1997).

Tabla 2. Efectos de la fertilización en el desarrollo del cultivo de caña

Promedio por Ha Kg.	Acción benéfica	Efectos de su exceso	Efectos de su carencia
N 95	Abonamiento básico con aprovisionamiento asegurado de agua. Muy importante suministrarlo durante los primeros cinco meses del periodo vegetativo.	Deprime la calidad del jugo disminuyendo su pureza, aumentando el contenido de nitrógeno en el jugo.	Amarilleamiento de las hojas, ahijamiento y crecimiento reducidos.
P ₂ O ₅ 320	Fomenta el ahijamiento y la formación de raíces. Proporciona una buena clarificación a los jugos durante el descachazado.	Altera el color del producto final.	Disminuye la acción durante la etapa de clarificación.
K ₂ O 120	Asimilación del carbono, fotosíntesis, formación de proteína y almidón, traslado de los azúcares, asimilación de agua.	Ataque químico de las raíces y los tallos.	Desecación de las hojas en sus puntas y bordes, coloración rojiza de las nervaduras.
Ca 500	Constitución de las membranas de las células y antitóxico de Mg y Mn. Corrige acidez del suelo, mejora suelos arcillosos, favorece formación de microflora útil, mejora materia orgánica.	Obstaculiza la asimilación de K y de los oligoelementos. Descenso en la calidad del jugo.	Su carencia es perjudicial.
Mg	Elemento clave en la fotosíntesis.		
Oligoelementos Fe, Mn, Cu, Zn, Bo, Mo.	Se encuentra en cantidades suficientes en los suelos.		La carencia de Fe provoca clorosis. Puede haber deficiencia en Cu, Zn, y Mo.

Tomado de: La panela biológica: recomendaciones para su obtención.

PLAGAS DE LA CAÑA

Dentro de las plagas del cultivo de la caña, la de mayor impacto económico en la región es el Barrenador de los tallos (*Diatraea saccharalis* F.), por ello incluimos en este texto algunas recomendaciones para su control. El barrenador de los tallos de caña causa tres tipos de daño (Insuasty y Pinto, 1998):

- Cogollos muertos, por lesión y destrucción de sus puntos de crecimiento, reduciendo el número de tallos/ha y produciendo atraso de las plantillas (cañas que se siembran por primera vez), preferiblemente las cañas en los primeros seis meses de edad (Foto 4).
- Daño en la yema asexual, al perforar y destruir las yemas en el material de siembra, en estado de semillero.
- Perforaciones circulares en los nudos o entrenudos, con ataques a partir de los seis meses de edad del cultivo hasta el corte, causando la reducción en el contenido de sacarosa y facilitando la entrada de otras plagas



Foto 4. Larva de *Diatraea saccharalis* F. presente en retoño de caña.

como el *Metamasius* y el *Rhynchophorus*, o de enfermedades como el *Phyalospora tucumanensis* y el hongo de la pudrición roja o muermo rojo, reduciendo la cantidad de fibra de la caña.

MANEJO Y CONTROL

Control físico

Las trampas de luz facilitan su captura. La mayor población de la plaga coincide con épocas de intenso verano.

Control cultural

Este control se realiza utilizando semilla sana, controlando malezas hospederas, realizando labores agrícolas adecuadas y destruyendo los residuos de cosecha. Es recomendable recolectar las larvas de *Diatraea* en "corazones muertos", con el fin de hacer limpieza manual.

Control químico

Carece de efectividad la utilización de este tipo de medida, debido a las características de vida del insecto plaga.

Control biológico

Este método consiste en la utilización de enemigos naturales, entre ellos predadores y parasitoides, útiles por la estabilidad de los resultados y la disminución de los riesgos ecológicos. Por eso para el control de este insecto se utilizan: para huevos, *Trichogramma* sp; para larvas se utiliza los dípteros como *Paratheresia claripalpis* y *Apanteles flavipes*.

La utilización de estas medidas tiene el fin de manejar integralmente la plaga con el objetivo de reducir el impacto ecológico en el cultivo.



CONTROL DE MADURACIÓN DE LA COSECHA

Los máximos rendimientos de la caña se obtienen cuando ésta se encuentra en su punto de madurez fisiológico. Este estado se alcanza cuando los tallos detienen su velocidad de crecimiento al final del período vegetativo (Rodríguez, 1997). Diversos factores influyen en la maduración, entre estos se encuentran: la edad del cultivo, la altura sobre el nivel del mar y la temperatura de la zona; éstos influyen en el contenido de sacarosa del cultivo. Por ello para nuestra región la caña madura entre los 11 y 12 meses.

Los métodos técnicos para determinar el punto de madurez se basan en la uniformidad de la concentración de los sólidos solubles o Brix a lo largo del tallo de la caña, o mediante la determinación del contenido de humedad en ciertos puntos específicos del tallo. En el primero método el

índice de madurez se halla en campo con el uso de refractómetro, tomando muestras en el sexto o séptimo entrenudo del tercio superior (B) y del tercio inferior (A), si:

$0.95 < B/A < 1.0$ Caña madura

$B/A > 1.0$ Caña sobremadura

$B/A < 0.95$ Caña Inmadura

Cuando se encuentre madura, el corte se puede realizar de dos formas: por parejo, donde se corta la caña toda al mismo tiempo, utilizado en los cultivos tecnificados de Santander; por entresaque y desguíe, donde solo se cortan los tallos que estén maduros (dos o tres veces al año por lote). Este último realizado en la totalidad de cultivos del Caquetá y Putumayo.

BENEFICIO DE LA CAÑA PANELERA

Las operaciones tecnológicas posteriores al proceso de corte de la caña que conducen a la elaboración de la panela se conocen con el nombre de "beneficio". El diagrama del proceso se ilustra en la Figura 1.

APRONTE

La operación conocida como "apronte" se refiere a las acciones de corte y recolección de la caña, y transporte desde el sitio de cultivo hasta el trapiche y su almacenamiento en el depósito del trapiche, previo a la extracción de los jugos en el molino. La caña se transporta del lote al trapiche empleando mulas, camiones o carros cañeros halados con tractor, aunque generalmente se utilizan las mulas por la topografía del terreno.



Foto 5. Trapiche panelero utilizado en la extracción del jugo de la caña

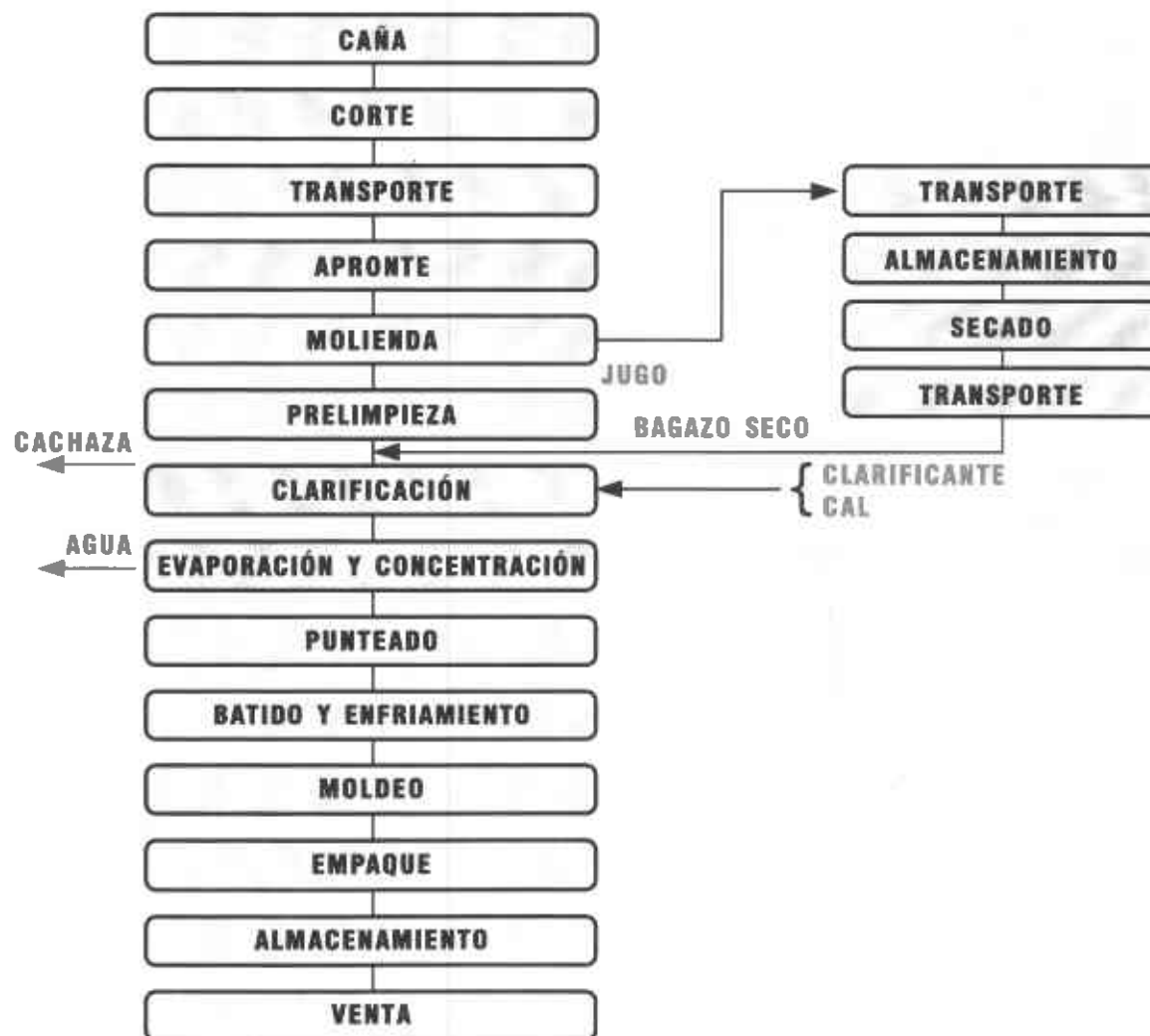


Figura 1. Diagrama de bloques del proceso de panela

El tiempo de apronte depende del estado de madurez de la caña: si ésta se corta en el punto óptimo de madurez, puede ser almacenada en el trapiche entre dos y tres días antes de ser molida; pero si se corta inmadura, el tiempo de almacenamiento se puede extender hasta cinco días (García *et al.*, 1997).

La caña no debe estar mucho tiempo almacenada ya que influye tanto en la cantidad como en la calidad de la panela recuperada, por la dificultad de limpieza y la aceleración de la inversión de la sacarosa (hidrólisis o rompimiento de la molécula de sacarosa en dos moléculas: fructuosa y glucosa).

MOLIENDA O EXTRACCIÓN DEL JUGO

Se realiza utilizando molinos (Foto 5) los cuales pasan la caña entre unos rodillos o mazas, generalmente tres, que por presión física extraen el jugo o guarapo además del bagazo verde (Castillo, 1998). Para tener una idea de la eficiencia de este proceso de extracción se calcula el porcentaje que resulta de dividir el peso del jugo extraído y el peso de la caña molida. Se consideran buenos las que estén entre 58% y 63%, es decir cuando se obtiene de 580 a 630 kg. de jugo por tonelada de caña (García *et al.*, 1997). El jugo obtenido tiene un contenido de azúcar entre 13%

para cañas nuevas de primer corte y 20 % para cañas de varios cortes; además de otros componentes (Tabla 3).

Tabla 3. Composición físico química del jugo de una mezcla de variedades de caña sin clasificar.

Parámetros	Valor
Sólidos solubles (°Brix)	21.65
Sacarosa (Pol)	18.36
Azúcares reductores °Brix)	2.06
pH	5.36
Fosfatos P_2O_5 (ppm)	459.00
Índice de atenuación	18855.00
Turbiedad	2.60

Del molino también sale el bagazo verde que en la mayoría de los trapiches se usa como combustible y requiere un proceso de secado, el cual generalmente se realiza en forma natural almacenándolo en cobertizos llamados bagaceras. El tiempo requerido para que el bagazo sea óptimo (30 % de humedad) para el uso en hornillas tradicionales está entre 20 y 40 días, dependiendo de la altura de arrume, condiciones climáticas del sitio, humedad con que sale el bagazo del molino y características de la construcción de la bagacera.

La humedad del bagazo suministrado a la hornilla es un factor importante en la eficiencia de la misma.

PRELIMPIEZA DE LOS JUGOS DE CAÑA

Según Castillo (1998), esta práctica consiste en la eliminación por medios físicos de las impurezas con que sale el jugo de caña del molino. Algunos trapiches usan el pozuelo, que es un tanque de tamaño variable ubicado a la salida del molino. Los pozuelos eliminan pocas impurezas, favorecen la degradación microbiana causando pérdidas de sacarosa y disminuyendo la calidad de la panela.



Foto 6. Pozuelo utilizado en algunas molindas como prelimpiador.

El CIMPA (Centro de Investigación para el Mejoramiento de la Panela) diseñó unos prelimpiadores que retienen las impurezas dispersas en el jugo, constituidas principalmente por restos de bagazo, bagacillo, tierra, material flotante, lodos y agentes precursores de color (Foto 6).

Su funcionamiento se basa en la separación de material extraño del jugo, por la diferencia de la densidad existente entre las impurezas y el mismo. Al separarlas antes de empezar el proceso, se evita que las sustancias precursoras de color se liberen en la presencia de calor dando un mal aspecto a la panela.

Los prelimpiadores se deben colocar a la salida del molino, reemplazando el pozuelo tradicional y conduciendo los jugos a la paila recibidora de la hornilla o tanque de almacenamiento. Las impurezas que flotan se deben retirar varias veces al día. Este material se debe pasar nuevamente por el molino, para recuperar parte del jugo retenido. Cuando se realice esta operación se le deben añadir 2 cucharadas de cal, para disminuir riesgos de fermentación de los jugos.

Cada 12 horas se deben lavar los prelimpiadores, retirando primero el tapón del jugo residual y el jugo se recibe en un balde limpio y se deposita en la paila recibidora.

Los prelimpiadores se lavan con agua limpia para que salga el lodo, la arena y los residuos de la molienda. Luego se rocían las paredes internas con una lechada de cal para evitar deterioro por la fermentación de los residuos.

Las fases de clarificación, evaporación, concentración y punteo se llevan a cabo en la hornilla panelera. Como resultado del trabajo se ha instalado una hornilla tipo CIMPA Cundinamarca en el municipio de San José del Fragua. (Figura 2).

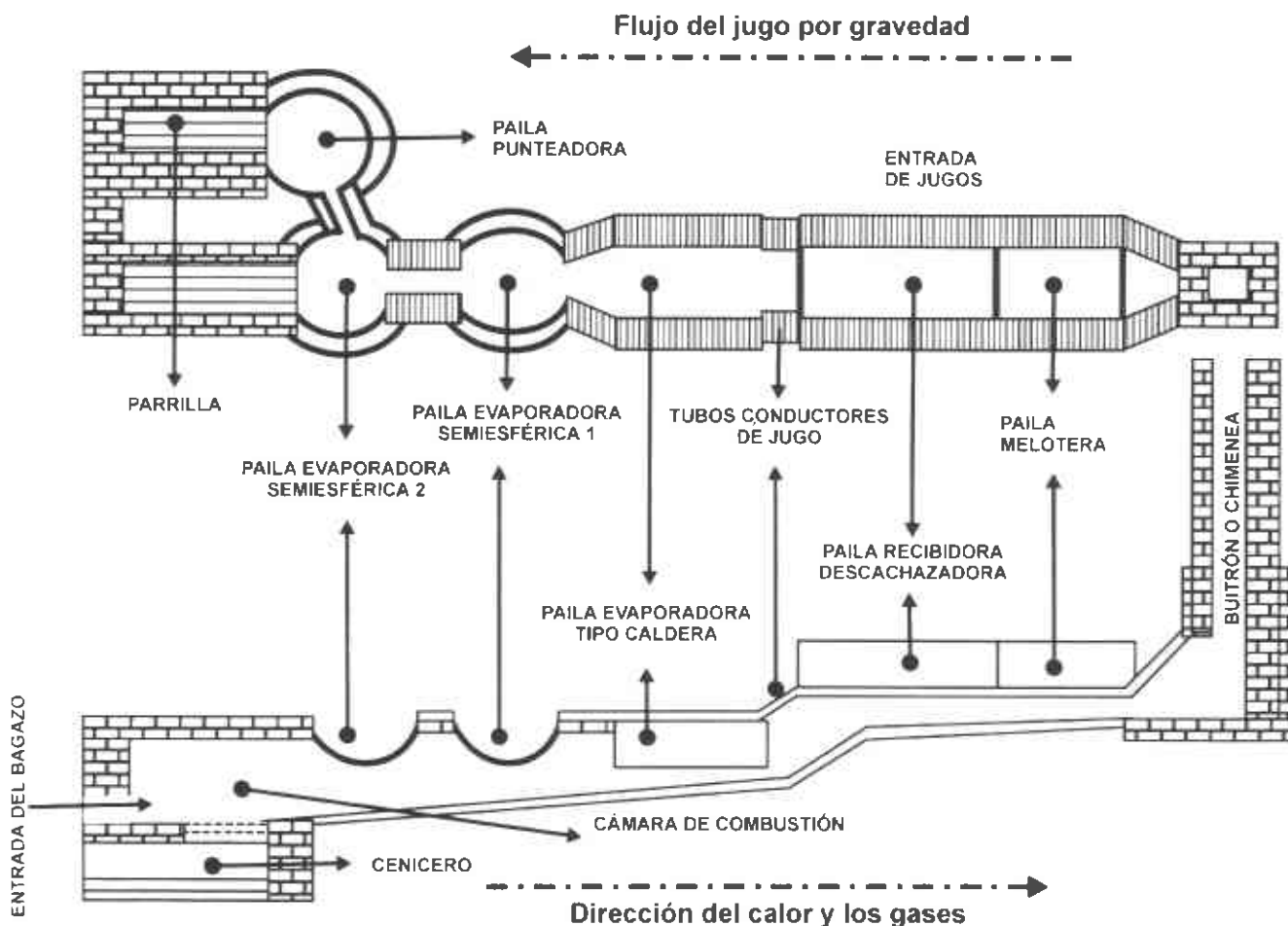


Figura 2. Hornilla tipo CIMPA, Cundinamarca.

CLARIFICACIÓN DE LOS JUGOS

Esta fase tiene lugar en la paila recibidora o "descachazadora"; la limpieza de los jugos se lleva a cabo gracias a la acción combinada del calentamiento suministrado por la hornilla y la acción aglutinante de ciertos compuestos naturales (García *et al.*, 1997).

El objetivo de la clarificación es el de eliminar los sólidos en suspensión, las sustancias coloidales y algunos compuestos colorantes presentes en los jugos. Este proceso se lleva a cabo por flotación, pues es imposible por sedimentación ya que las pailsas se encuentran a ebullición. Dichos sólidos se agregan entre sí formando una masa homogénea que se conoce como "cachaza", la cual



Foto 7. *Balso (Heliotropus papayanensis) mucílago natural utilizado en el descachazado de los jugos.*

flota sobre el jugo y permite su separación manual. En esta fase se adicionan los agentes clarificantes para aglutinar las impurezas que están presentes en la solución. Generalmente se utilizan mucílagos vegetales, que se obtienen de las cortezas del balso (*Heliocarpus popayanensis*), (Foto 7), cadillo (*Triumfeta lappula*) o guásimo (*Guazuma ulmifolia* Lamarck), las cuales se maceran y se depositan en un recipiente con agua, para que se forme una baba gelatinosa (Hoya del río Suárez) para luego adicionarla al jugo, o en otras regiones se adiciona el mucílago directamente en la paila clarificadora.

Cuando los jugos tengan una temperatura entre 75 y 82°C se retiran las impurezas que flotan (cachaza negra) y se agrega el mucílago restante, (Foto 8). Antes de que los jugos lleguen a ebullición se remueve la segunda capa de impurezas o cachaza blanca (más liviana que la anterior).

Esta cachaza al flotar permite su separación mediante un cucharón operado manualmente y almacenada en un tanque o filtro llamado cachacera, donde se le da un tiempo de residencia o reposo para la formación de tres capas; una superior de cachaza, una media de jugo clarificado y una infe-

rior de lodos precipitados. El jugo separado se recircula a la paila recibidora.

En la última fase de limpieza se adiciona cal con el fin de regular el pH de los jugos. Un pH de 5.8 es bueno, pues reduce la formación de azúcares reductores (glucosa y fructosa) y ayuda a la clarificación de los jugos porque hace flotar la materia orgánica.

La cal utilizada debe ser grado alimenticio para no contaminar la panela (Sandoval, 1998). Para obtener una buena clarificación se deben tener en cuenta los siguientes factores:

- **Concentración de fósforo:** los jugos deben tener una cantidad de fósforo superior a 250 miligramos por cada litro de jugo, para eliminar los compuestos polifenólicos de hierro que producen la coloración oscura del jugo.
- **Concentración de hierro:** altas concentraciones de hierro producen en la panela coloraciones oscuras. Esto depende del tipo de suelos y la variedad de la caña.
- **Gradiente de temperatura con respecto al tiempo:** es recomendable que la temperatura se eleve entre 1 y 1.5 °C por minuto durante la etapa de clarificación para que se pueda efectuar la aglutinación de impurezas.

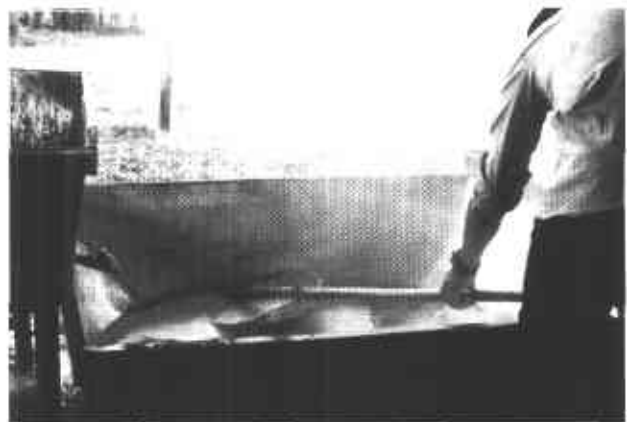


Foto 8. *Separación de la cachaza negra utilizando el remellón.*

- **Grado de acidez del jugo:** el pH es un factor importante a controlar pues cuando le falta cal produce panela "falta de grano" (blanda y melcochuda) y en el caso en que el pH sea superior a 6.5 oscurece el producto.

Los jugos no se deben almacenar por periodos de tiempos superiores a seis horas porque se presentan fermentaciones por la inversión de la sacarosa.

EVAPORACIÓN DE LOS JUGOS DE CAÑA

En esta etapa el calor es aprovechado básicamente en el cambio de fase del agua (líquido a vapor), eliminándose cerca de 90% del agua presente, lo cual aumenta el contenido inicial de sólidos solubles entre 16 y 21°Brix hasta los 65 °Brix.

El proceso se realiza generalmente en tres pailas, dos consecutivas que le siguen a la paila clarificadora y la última paila de la hornilla; en esta etapa se eleva el contenido de azúcar (sacarosa) en el jugo de 20 hasta 86% en promedio. Este procedimiento es muy importante porque incide sobre la textura final de la panela, llamada "grano". Si hay alto contenido de azúcares reductores, afectan la consistencia final de la panela hasta impedir su cristalización (Castillo, 1998) .

En esta etapa se adicionan blanqueadores, tales como el clarol, para retirar sustancias que le proporcionan al jugo coloraciones oscuras. Pero este agente es nocivo para la salud; por tanto debe restringirse su uso.

CONCENTRACIÓN DE LOS JUGOS DE LA CAÑA DE AZÚCAR

Fase final del proceso, se presenta a temperaturas superiores de 100°C y se realiza en la paila concentradora o punteadora, que tiene una posi-



Foto 9. Mieles a temperaturas de más de 100 °C

ción anterior a la última paila evaporadora para evitar temperaturas demasiado elevadas que pueden hasta quemar la panela (Foto 9).

Esta etapa es crítica pues a temperaturas entre 100 y 125 °C se acelera la inversión de forma que los azúcares reductores se duplican; por ésto la concentración se debe realizar lo más rápido posible y se debe revisar que las mieles tengan un pH de 5.8.

En este punto se adiciona un agente antiespumante y lubricante como el cebo animal, el aceite de higuera, la cera de laurel y la manteca vegetal, para evitar que los jugos durante la ebullición rebosen la altura de la falca de la paila y que las mieles se adhieran a sus paredes produciéndose la caramelización y el quemado. Cuando se producen jugos oscuros se adicionan algunos colorantes como tintas o anilinas altamente tóxicas como la denominada "El indio", o naranja L. El uso de este producto se puede evitar utilizando los prelimpiadores.

PUNTEO EN LA ELABORACIÓN DE LA PANELA

El punto de panela se da cuando las mieles adquieren una serie de características que permiten retirarlas de la hornilla (Foto 10). Este punto depende principalmente de la concentración



Foto 10. *Panela en su punto para pasarla a la batea.*

de los sólidos solubles (Brix) y de la pureza de las mieles (contenido de sacarosa). El hornero opera la paila punteadora, en donde se da el punto de panela y lo determina de tres maneras:

- Sobre el remellón, cuando la miel no corre y parece que hierve.
- Al batir la miel con el remellón en el aire se forma una bomba o "pañuelo".
- Se hace una bola con la miel, se arroja contra el suelo y si al chocar produce un sonido seco, ya está el punto.

En ocasiones se evalúan propiedades como la viscosidad y adherencia de las mieles mediante la velocidad de escurrimiento de éstas sobre la falca de la paila.

El punto de la panela se obtiene entre 118 - 125°C con un porcentaje de sólidos solubles entre 88 y 94 °Brix determinándose por la consistencia, el color y la densidad de las mieles. Obtenido el punto, el hornero, deposita con el remellón la miel en una batea, donde se observa una ligera hinchazón de la miel y la formación de una gran cantidad de burbujas de aire.

BATIDO Y ENFRIAMIENTO

La batea es un recipiente donde se agitan las mieles cuando se ha alcanzado el punto de panela y han sido sacadas de la hornilla, para cambiar la

textura y estructura haciéndoles perder su capacidad de adherencia (Foto 11).

La batea con la panela en estado líquido es atendida por dos obreros llamados batidores, quienes la agitan constantemente mediante una especie de grandes espátulas llamadas "mecedores" y con el tiempo el producto se va aclarando, luego parece que fuera a hervir y finalmente se seca. La miel se agita, intensa e intermitentemente durante unos 10 a 15 minutos y es llamado también "remasar" la panela.

En la mayoría de los trapiches se le agrega agua a las mieles para acabar de "apagarlas", con un tiempo de batido aproximado de cinco minutos; si no se les agrega agua, el tiempo de batido es aproximadamente de quince minutos y algunos trapiches frenarían su proceso. El tiempo de batido y la altura alcanzada por las mieles están relacionados con el Brix y la pureza de las mieles.



Foto 11. *Proceso de batido y enfriamiento de las mieles previo al moldeo.*

MOLDEO

La panela "remasada" la recibe un obrero llamado "pesador", quien es el encargado de moldearla. Los moldes más populares son divisiones hechas en madera y llamadas "gaveras" (Foto 12), que se presentan en diferentes formas: cuadrada, rectangular, redonda, pastilla con cresta redonda,



Foto 12. Panela moldeada en gaveras de madera de libra.

pastilla con cresta triangular y panela pulverizada. La panela remasada se deposita sobre las gaveras y el pesador se encarga de distribuir las a lo largo de ellas, para que tengan igual altura.

EMPAQUE

La panela se deja enfriar en las gaveras o sobre la mesa en caso de ser redonda y luego el empacador quita la armazón de las gaveras y la empaca. Los tipos de empaques utilizados generalmente son: cajas de madera, cajas de cartón, hojas de caña o de plátano para la panela cuadrada ; la panela de forma redonda se empaca en costal de fique. (Foto 13), bolsas de polietileno transparentes para empacar varias panelas o panela molida ; envolturas de celofán para una panela rectangular, colocadas a su vez en cajas de cartón.



Foto 13. Bulto de panela de 60 Kg. empacado en hojas de caña y costales de fique.

ALMACENAMIENTO

Cuando la panela se conserva por periodos de tiempo largos se deben tener en cuenta tres factores: grado de higroscopicidad del producto, temperatura y humedad relativa del ambiente en el cual se deposita.

Si la panela se va a almacenar por periodos inferiores a un mes, ésta se puede guardar en cajas de cartón corrientes a una humedad relativa de 70%, a cualquier temperatura si el contenido de humedad inicial de la panela es inferior a 7%. Si el almacenamiento es superior a los tres meses, la humedad relativa de la bodega debe ser de 65% y entre más alta sea la temperatura (inferior a 30 °C), mejor se conserva la panela, se procura que la humedad de la panela sea de 5%. (Castillo, 1998).

COMERCIALIZACIÓN

La panela en el departamento del Caquetá se vende preferencialmente en los mercados locales de cada municipio productor (San José del fragua, Doncello, Puerto Rico, Paujil, Albania) y el excedente se lleva al mercado de Florencia o a los municipios que no la producen, comercializándose en plazas de mercado y en supermercados.

La presentación del producto es panela cuadrada con peso aproximado de 480 g y panelón de 2000g, empacados en hojas de caña y costales ralos, en bultos o en cargas de 60 y 120 Kg, respectivamente.

El precio de venta por parte del productor oscila, dependiendo de la época en que se realice



la comercialización, subiendo el precio en las temporadas de invierno en los meses de abril a julio y con menores precios de diciembre a enero. Variando estos de \$110.000 a \$140.000 por carga de panela (Precios de 1999). De los ingresos totales generados por este producto la gran mayoría de ésta se queda en manos del productor, con 57%, siendo en este caso bueno debido a los pocos intermediarios que participan en la cadena, (Figura 3).

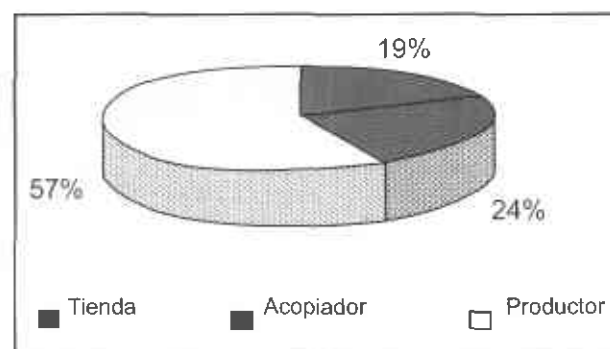


Figura 3. Márgenes de comercialización de la panela.

USOS DE LOS SUBPRODUCTOS DE LA CAÑA PANELERA

Además de la producción de panela, la caña ofrece subproductos de valor, que pueden ser utilizados tanto en la alimentación animal, (Tabares y Jaramillo, 1999) como en otras actividades económicas.

BAGAZO

Es el residuo fibroso de la caña azucarera una vez realizado el proceso de fabricación del azúcar y de la panela, después de extraer el jugo azucarado por molinos o trapiches. El uso tradicional y más difundido del bagazo es el de servir como fuente energética al ser incinerado, bien para aprovechar directamente su calor o producir vapor en calderas. El valor calórico del bagazo seco es de 4600 Cal / Kg. Además, por su alto contenido de fibra es un subproducto que se puede ser utilizado en la alimentación de rumiantes puesto que estos pueden descomponer la estructura del bagazo. (Tabares y Jaramillo, 1999)

HOJAS Y COGOLLOS

Las mejores perspectivas para este producto es su utilización en la alimentación animal (Foto 14), generación de electricidad, combustible di-



Foto 14. Cogollos de caña utilizados en la alimentación animal

recto o en la gasificación y aplicación industrial: producción de furfural, tableros, divisiones y otros derivados, (Espinosa, 1998).

BLOQUE MULTINUTRICIONAL

Es un complemento que permite suministrar al ganado proteínas, minerales, fibra, energía y otros compuestos necesarios para el animal en épocas de baja calidad de pasto y poca disponibilidad de forrajes. (Tabares y Jaramillo, 1999).

Existen diferentes mezclas para realizar este tipo de bloques, en la Tabla 4 citamos los componentes necesarios para preparar 100 Kg de mezcla.

Tabla 4. Componentes en la mezcla para realizar Bloques Multinutricionales.

Componentes	Kg
Melote o cachaza cocida	45
Urea	10
Cal	15
Azufre	0.2
Gallinaza	13
Bagazo o cogollo de caña + hojas molidas	10
Sal mineralizada	1.8

MIELES

La miel de la caña es un producto denso y viscoso que se separa de la masa cocida final cuando no es posible cristalizar más el azúcar, o cuando se dé un grado inferior de concentración en la elaboración de la panela. Los usos fundamentales de la miel son: alimentación animal, producción de alcohol etílico, y producción de levadura. También sirve para la obtención de ácido cítrico, glutamato, monosódico, lisina y otros derivados, (Espinosa, 1998)

APROVECHAMIENTO DE LA CACHAZA

La cachaza es el residuo que se obtiene como consecuencia de la filtración o limpieza superficial del jugo en la producción de azúcar y panela. La cachaza se usa principalmente en la alimentación animal, ya sea suministrándola directamente o para producir melote (Tabla 5). La cachaza en promedio corresponde a 2.5% en peso de la caña molida y se utiliza en forma fresca como alimento para animales. En algunos trapiches se lleva a una paila denominada melotera con el fin de concentrarla hasta 40 o 50 °Brix, punto de melote,

es decir cachaza concentrada que debido a su menor humedad permite un periodo prolongado de almacenamiento.

Tabla 5. Composición química de la cachaza y del melote

Componente	Cachaza	Melote
Sacarosa (Pol %)	21.02	41.00
Azúcar red (%)	17.09	30.00
Humedad (%)	74.84	46.44
Fósforo (ppm)	338.00	460.00
Densidad (g/cc)	1.10	1.21
pH	4.98	6.30
Cenizas*	5.99	5.33
Proteína*	7.32	5.57
Hierro (ppm)	35.75	95.20

* Base seca

MIEL VIRGEN

Producto que resulta de la concentración del jugo clarificado de la caña de azúcar durante el proceso de elaboración de la panela. Es una sustancia viscosa, de color oscuro y muy dulce. Se ha encontrado que esta miel puede ser utilizada para la elaboración de gaseosas sin alterar en forma significativa el sabor, olor, color, turbiedad, y brillantez, características que determinan la calidad de este tipo de bebidas. La miel virgen tiene la tendencia con el tiempo a separarse en dos fases, una semisólida constituida principalmente por sacarosa, y otro sobrenadante rica en azúcares reductores, lo cual es un inconveniente cuando se desea almacenar o comercializar mieles con un porcentaje elevado de azúcares reductores.

MIELES INVERTIDAS

Se denomina miel invertida al producto obtenido por el tratamiento térmico de los jugos de la caña o al adicionar un agente de inversión a la miel virgen para lograr la hidrólisis de la sacarosa. La



no inversión asegura la no cristalización de la sacarosa presente en la miel, confiriéndole mayor solubilidad debido a la elevada solubilidad de la fructosa y a la dificultad de cristalización de la glucosa; además se obtiene un producto menos viscoso, con un aumento en el grado de dulzor y con capacidad de retención de humedad.

Este tipo de miel presenta las siguientes ventajas: no favorece el desarrollo de la caries, facilita el proceso de asimilación de nutrientes por parte del organismo y es resistente al ataque y desarrollo de microorganismos. Es utilizada en la industria de alimentos y en la industria farmacéutica.

CONCLUSIONES

La cadena productiva de la panela tiene una oferta tecnológica bastante amplia y que puede ser

adaptada a la realidad regional, con la publicación de esta cartilla se pretende mostrar los aspectos básicos e incentiva el proceso de escalonamiento tecnológico que se inicie desde el cultivo con la introducción de nuevas variedades hasta la presentación del producto con formas de empaque y embalaje más acordes a los cambios de hábitos del consumidor. Además del aprovechamiento de los subproductos de la caña panelera como lo son el melote, las hojas, los cogollos, el bagazo, los bloques multinutricionales, las mieles, etc. Esperamos que el esfuerzo interinstitucional de CORPOICA, y de la Asociación de productores (ASCPAZSUR), haya servido para posicionar aún más la producción de panela y crear un ambiente propicio al producto para recibir apoyo económico y tecnológico de otras instituciones agropecuarias de la región en concordancia a la importancia económica y social que posee.

BIBLIOGRAFÍA

- CASTILLO, E F. 1998. *Perfil tecnológico ambiental de la industria de la panela en Colombia*. En: Memorias III Curso Internacional de la agroindustria de la panela. Barbosa (Santander)
- ESCOBAR A, C J; VELÁSQUEZ R, J E; GARCÍA, J. 1993. *Diagnóstico integral Amazonia colombiana*. Florencia- Centro de Investigaciones Macagual
- ESPINOSA S., ALBIO E. 1998. *Uso de la caña y sus subproductos*. En Memorias Primera capacitación a nivel regional sobre manejo y postcosecha de la caña panelera.
- GALLEGO D, J L ; RÍOS G, G ; GIRALDO C, M J. 1996. *El cultivo de caña panelera en zona cafetera*. Boletín divulgativo. CORPOICA-ASOPANELA-PRONATTA. Manizales.
- GARCÍA, H R; QUIROGA, M C; BAQUERO, W; GUERRERO, J C. 1997. *La panela biológica: recomendaciones para su obtención*. CORPOICA
- INSUASTY B, O ; MANRIQUE E,R.1998 . *Variedades de caña de azúcar para la producción de panela*. En: Manual de caña de azúcar para producción de panela. CORPOICA-SENA
- INSUASTY B, O: PINTO, J. L. 1998. *Plagas de la caña de azúcar para panela*. En: Manual de caña de azúcar para producción de panela. CORPOICA-SENA
- MANRIQUE E, R ; INSUASTY B,O. 1998. *Aspectos agronómicos del cultivo de caña panelera*. En: Manual del cultivo de caña de azúcar para la producción de panela.
- MEJÍA F, L A; MANRIQUE E,R. 1998. *Aspectos ecológicos y fisiológicos relacionados con el cultivo de caña en zonas paneleras*. En: Manual de caña de azúcar para producción de panela.
- RODRÍGUEZ, R. 1997. *Producción y recomendaciones tecnológicas para el cultivo de caña en el departamento del Guaviare*. Boletín técnico. CORPOICA-SENA.
- SANDOVAL S, G. 1998. *Beneficio de la caña panelera*. En: Manual de caña de azúcar para la producción de panela.
- TABARES, M.C.; JARAMILLO, L.F. 1999. *Uso de subproductos de la caña panelera en la meseta de Popayán - Cauca*. CORPOICA - PRONATTA.