

## Apéndice 4.1 Aspectos Técnicos del Cultivo

- **Clasificación botánica de la caña panelera**

<b>Tipo</b>	FANERÚGAMAS
<b>Subtipo</b>	ANGIOSPERMAS
<b>Clase</b>	MONOCOTILEDÓNEAS
<b>Orden</b>	GLUMALES
<b>Familia</b>	GRAMÍNEAS
<b>Tribu</b>	ANDROPOGÓNES
<b>Genero</b>	SACCHARUM
<b>Especies</b>	S. BARBERI, S. OFFICINARUM, S. ROBUSTUM, S. SINENSE, S. SPONTANEUM

- **Especificidades de la caña panelera.**

La forma de la caña panelera es erecta con tallos cilíndricos que miden de 2 a 5 metros de altura, su diámetro es variable, puede ser de 2 a 4 cm y tiene nudos pronunciados sobre los cuales se insertan alternadamente las hojas delgadas. Consta de una parte exterior formada por la corteza, comúnmente cubierta de una capa de cera de grosor variable que contiene el material colorante, una porción interna constituida por el parénquima y paquetes fibrovasculares dispuestos longitudinalmente, terminando en hojas o yemas. Su crecimiento y desarrollo dependen de ciertos factores como luminosidad, temperatura, precipitación de lluvias, vientos y variedades.

- **Composición Química de la Caña**

La caña panelera está compuesta principalmente por agua y una parte sólida de fibra, azúcares (sacarosa, glucosa y fructuosa) y otros compuestos como minerales, proteínas, grasas y ácidos.

- **Composición química promedio de la caña panelera**

<b>Componentes de la caña de azúcar</b>	<b>Cantidad (%)</b>
Agua	73 - 76
Parte sólida	24 - 27
Fibra seca	11 - 16
Sólido soluble	10 - 16
Azúcares	75 - 92
Sacarosa	70 - 88
Glucosa	2 - 4
Fructuosa	2 - 4

## • Exigencias en clima y suelo

- Altura: El cultivo de la caña panelera se desarrolla entre los 500 y 2000 metros sobre el nivel del mar.
- Temperatura: La caña gusta del clima templado, y logra buena producción entre 15 y 28 grados centígrados.
- Luminosidad: La caña necesita mucho sol para crecer robusta. Cuando las plantas crecen bajo condiciones de escaso brillo solar tienen tallos largos y delgados, hojas angostas y de color amarillento. En los días 'cortos' —en época lluviosa—, cuando hay baja intensidad de luz, favorece la floración, pero afecta el rendimiento, principalmente cuando la caña es joven, ya que su crecimiento se detiene. La cantidad de sol más adecuada para las plantas fluctúa entre 5 y 7 horas diarias.
- Precipitación: Una precipitación anual de 1500 a 1750 milímetros es suficiente para el normal desarrollo del cultivo, siempre y cuando el suelo no sea muy suelto. La caña necesita buena humedad durante el período de crecimiento; posteriormente, en su etapa de maduración, requiere tiempo seco que le permita concentrar y retener la sacarosa, es decir, el azúcar para obtener la panela.
- Vientos: Los vientos fuertes pueden tumbar las plantas. Cuando son cálidos y secos hacen que la planta sude, ocasionando pérdida de agua y sequedad del suelo, lo cual significa que la planta debe consumir mayor cantidad de agua.
- Suelos: Los mejores suelos son los franco-arcillosos, con buen drenaje, es decir, que no se encharquen, y con un pH (acidez) entre 5.5 y 7.5.

## • Selección del suelo

Los mejores suelos para la caña panelera son los franco-arcillosos, con buen drenaje, es decir, que no se encharquen, y con un pH (grado de acidez) entre 5.5 y 7.5. Cuando el pH es ácido (es decir, por debajo de 7.0), los suelos requieren de cal dolomítica (extraída de la piedra caliza) y la cantidad depende del grado de acidez.

Si se va a sembrar en terrenos de ladera, la preparación se debe realizar con un mínimo movimiento del suelo, desmontar el lote, trazar los surcos en sentido contrario a la pendiente (para evitar la erosión) y seguir las curvas a nivel. Es suficiente con picar y repicar los surcos en los cuales se sembrará la semilla. Si las condiciones del terreno lo permiten, se puede arar con bueyes o en forma manual, con azadón y pica.

- **Información Técnica para Fertilizar Suelos**

La caña es un cultivo permanente, es decir, que permanece durante muchos años en el terreno. Cuando está madura y lista para el corte (cosecha) ha extraído del suelo grandes cantidades de nutrientes, los cuales tienen que devolverse en forma adecuada y oportuna, mediante la aplicación de abonos, o de lo contrario, el suelo se agotará. Parte de ese abono es la misma hojarasca de la planta, la cual se debe incorporar permanentemente al suelo, ya que al descomponerse aporta nutrientes.

En suelos de ladera o pendientes, el abono se aplica en el momento de la siembra y en el fondo del surco, tapándolo con una pequeña capa de tierra para que no quede en contacto con la semilla. En socas, el abono se aplica en bandas, sobre la parte superior, una vez realizado el encalle y cepillado de las socas.

Para determinar la cantidad de abono que se debe aplicar al cultivo, se recomienda hacer un análisis del suelo; éste nos dirá el estado nutricional del mismo y la cantidad de fertilizante que requiere.

A continuación se presenta una caracterización de suelos para el manejo y la fertilización de la caña panelera y algunas recomendaciones de fertilización en kg/ha.

- **Caracterización de suelos**

<b>Características</b>	<b>Rangos</b>	<b>Calificación</b>
ph	6.5-7.2 5.5-6.5 4.5-5.5 >7.2 y <4.5	Excelente Bueno Regular Inadecuado
Calcio (meq/100 g)	>3.0 1.5-3.0 <1.5	Alto Medio Bajo
Magnesio (meq/100 g)	>1.5 0.5-1.5 <0.5	Alto Medio Bajo
Materia orgánica (%)	>5.0 3.0-5.0 <3.0	Alto Medio Bajo
Fósforo P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (ppm)	>10 5.0-10 <5.0	Alto Medio Bajo
Potasio (meq/100 g)	>0.6 0.3-0.6 <0.3	Alto Medio Bajo

Fuente: CIMPA, 1999.

- **Recomendaciones de fertilización en kg/ha.**

Fertilización Tipo de Suelo	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Alto	0-50	0-50	0-75
Medio	50-100	50-80	75-100
Bajo	100-150	80-150	100-150

Fuente: CIMPA, 1999.

La anterior tabla se elaboró con base en el análisis de suelos y ensayos exploratorios calibrados y ajustados en diferentes suelos de zonas paneleras de Colombia. En N se exploró desde 0 hasta 150 kg/ha; en P, de 0 a 200 kg/ha y en K, entre 0 y 200 kg/ha

- **Selección y desinfección de de semillas**

De una buena semilla dependerá el éxito del cultivo. Por lo tanto, al seleccionar la semilla tenga en cuenta las siguientes recomendaciones:

- escoja semilla de una sola variedad (sin mezcla), adaptada a la región.
- escoja tallos de buen grosor, provenientes de plantas vigorosas y libres de enfermedades y plagas.
- Edad de corte adecuada.
- Fíjese que las yemas no tengan daños.

Antes de la siembra es conveniente desinfectar las estacas de semilla. Sumérlas durante 20 minutos en agua caliente, a una temperatura de 52 grados centígrados; eso controlará enfermedades como la roya y el carbón.

Otro método es aplicar a la semilla, en el sitio de siembra, una mezcla de insecticida y fungicida de tipo protector, en dosis recomendadas comercialmente para 20 litros de agua.

- **Sistemas de siembra**

El momento más adecuado para sembrar, en caso de no poseer sistema de riego, es al inicio de las lluvias. Pero previamente es importante saber cómo va a sembrar. En muchas regiones colombianas se utilizan diferentes sistemas para ello. Los más conocidos son el chorrillo, el mateado y en cajuelas.



- **Sistema a chorrillo** Es de los métodos más utilizados y el que ha presentado los mejores resultados. Consiste en colocar la semilla acostada en el fondo del surco, y de acuerdo con su calidad, se sembrará empleando el sistema de chorrillo sencillo, chorro medio o chorro doble. El chorro sencillo y el medio se utilizan cuando la semilla es de muy buena calidad, la cual da densidades de 7 a 10 yemas por metro lineal. El chorro doble se utiliza cuando la semilla no proviene de semilleros o es de regular calidad, correspondiendo una densidad de 10 a 12 yemas por metro lineal. Las distancias de siembra van de 1 a 1,30 metros entre los surcos. Este sistema proporciona más uniformidad en el crecimiento de los tallos (maduran a la misma edad) y menos riesgo de vuelco.
  
- **Sistema mateado** En el sistema mateado se utilizan dos o tres esquejes de tres yemas por hoyo, pasando por dos y un esqueje, según el método empleado. Generalmente se usa semilla de cogollo. Las distancias de siembra utilizadas van de 1 a 1,30 metros entre los surcos y con distancias entre plantas de 25-50 centímetros hasta 1 metro. En este sistema, la falta de agua en época de siembra, la desigualdad en el crecimiento de los tallos y el mayor riesgo de vuelco, hacen que sea menos eficaz que el chorrillo.
  
- **Sistema en cajuelas** Recomendado para terrenos con pendientes pronunciadas. Es una variación del sistema mateado y consiste en la elaboración de cajuelas rectangulares de aproximadamente 40 centímetros de largo, con un ancho un poco mayor al del azadón y con una profundidad de 20 centímetros. Las distancias de siembra van desde 1.20 hasta 1.50 metros entre surcos y 40 a 60 centímetros entre cajuelas, en el surco. Este sistema suministra mejores condiciones de aireación al suelo, mayor capacidad de retención de humedad y buen desarrollo de la raíz.

- **Escoja la Variedad que le Sirva**

Para iniciar la siembra de caña panelera es muy importante seleccionar variedades que se adapten a las condiciones de la región donde se va a sembrar.

Tenga en cuenta que existen muchas variedades y cada una se comporta de manera diferente en cada región. Eso significa que si una variedad da buenos resultados en un lugar, en otro sitio no necesariamente tendrá esos mismos resultados.

No mezcle variedades en un mismo lote, porque las plantas dan jugos de mala calidad y, por consiguiente, se obtiene panela con mala textura y color, debido a que todas las variedades no maduran al mismo tiempo.

La asesoría de un técnico le ayudara a identificar la variedad que se adaptada a las condiciones de su suelo.

- **Varietad POJ 2878** (Maravilla o Común).- Presenta tallos largos, de color amarillo verdoso, con entrenudos cubiertos por cera (cerosina). Tiene muy buen rebrote o macollamiento, bastante pelusa, se deshoja fácilmente y se adapta bien a diferentes suelos. La maduración es tardía, de muy buena germinación y resistente al pisoteo. Son cañas blandas que producen jugos de excelente calidad.



- **Aspectos agronómicos de la caña POJ**

CARACTERÍSTICAS		
aspectos agronómicos		
Deshoje parcial	Crecimiento cm./mes	13.1
Resistente al volcamiento	Crecimiento entrenudos/mes	1.4
No florece	Tallos molibles al corte	79.167
No presenta rajadura de corteza	Toneladas caña /ha	88.4
Ausencia de lalas	Toneladas panela/ha	8.9
Contenido abundante de pelusa	Rendimiento panela	10.07
Altura promedia de la planta 2.62 m	Toneladas cachaza/ha	2.24
Altura promedia de corte 2.14 m	Toneladas melote/ha	1.04
Diámetro del tallo 2.3 m	Toneladas bagazo fresco/ha	44.7
Longitud entrenudo 9.7 cm	Calidad panela: muy buena	

- **Control de plagas y enfermedades**

Existen varios enemigos de la caña panelera. Hay plagas y enfermedades que atacan el cultivo, y si no se los identifica y se los controla a tiempo, pueden acabar con su inversión.

- **Las plagas**

Mencionaremos dos plagas importantes, el perforador o barrenador de tallo y el cucarrón de invierno o cornudo.

El perforador o barrenador del tallo (*Diatraea saccharalis*).

Los huevos son puestos por una mariposa y el daño lo ocasiona la larva que ataca el cogollo, causando el denominado "corazón muerto". Esta plaga perfora los nudos y entrenudos de la planta y provoca el quiebre de la caña; además, por

los agujeros entran otros insectos o enfermedades, lo cual origina disminución de azúcar o sacarosa, baja el rendimiento del cultivo y afecta la calidad de la panela.

#### *Medidas de control*

Para controlar esta plaga siga las siguientes prácticas:

- Use semilla sana
- Realice buenas desyerbas
- Destruya o recolecte los residuos de cosecha
- También existe un método llamado control biológico —considerado él más antiguo y efectivo—, que consiste en liberar enemigos naturales del insecto (como algunas avispas y moscas) en los cultivos atacados. En la actualidad, estos insectos benéficos se consiguen comercialmente.

#### Cucarrón de invierno o cornudo

Es un cucarrón grande de color caoba, que se alimenta de los tallos y cogollos de la caña, formando túneles entre los entrenudos. Puede causar, al igual que el barrenador, el quiebre de la planta y su caída.

#### *Medidas de control*

El método manual es el más efectivo y consiste en golpear los tallos para que salga el insecto. Otro sistema es utilizar trampas de guadua en forma de canoa, cargadas con bagazo fresco; se recomiendan distribuir ocho trampas por hectárea.

#### - **Las enfermedades**

Son tres las enfermedades significativamente importantes para la caña panelera: la pudrición roja o muermo rojo, la roya y el carbón.

#### Pudrición roja o muermo rojo

Se presenta una pudrición de color rojo al interior del tallo, en la parte del entrenudo. El frío y la humedad favorecen el desarrollo de esta enfermedad, que es causada por un hongo que invade el tallo, aprovechando los agujeros hechos por el barrenador, o a través de una quebradura. Ocasiona reducciones en la producción y afecta la calidad de la panela.

#### La roya

Ataca las hojas, principalmente entre las 6 semanas y los 6 meses de edad de la planta. Se identifica por unas pequeñas manchas de color amarillo, en ambos lados de la hoja. A medida que las manchas aumentan de tamaño, se tornan de color marrón y se rodean de un círculo amarillo pálido. En la parte inferior de la hoja forma unas pústulas o llagas, aunque también pueden aparecer en la parte

superior. El mejor control de esta enfermedad es la siembra de variedades resistentes y la utilización de semilla sana.

### El carbón

La enfermedad se detecta por la formación de una estructura semejante a un látigo en la parte terminal de los tallos infectados. Esta enfermedad puede reducir drásticamente los rendimientos del cultivo. Para su control se deben sembrar variedades resistentes y utilizar semilla sana.

#### • **Llegada la Madurez viene la Cosecha**

A medida que la caña va creciendo, aumenta el contenido de azúcares —desde abajo del tallo (parte basal) hasta arriba (parte terminal)—, hasta alcanzar la madurez, que es cuando se debe cosecharla.

La época de la cosecha depende de varios factores que hacen que la recolección de caña se retarde o acelere. Esos factores son la altura sobre el nivel del mar, la precipitación (lluvias) y la floración.

A mayor altura, por ejemplo, disminuye la temperatura y el período vegetativo de la caña se hace más largo. De acuerdo con ello, entre los 0 a 1200 metros, la caña madura a los 12 meses. De 1200 a 1500 metros, madura a los 15 meses y de los 1500 metros en adelante, la caña tarda 18 meses en madurar.

#### - **Identifique algunas señales de maduración**

Algunos síntomas de maduración son propios de la variedad sembrada; sin embargo, muchas variedades tienen algunas características comunes:

- Los entrenudos disminuyen su crecimiento
- Las hojas adquieren un color claro amarillento
- Las variedades de tallo oscuro toman un color más claro
- Las variedades con tallos recubiertos de cerosina dejan de desprender parte de esa cera.

#### - **El corte tiene su técnica**

Existen dos modalidades para cosechar la caña: el corte por parejo y el corte por entresaque o desguíe.

**Corte por parejo** Esta modalidad se asocia con un sistema de producción tecnificado, manejado por lotes, y se espera que la plantación esté madura (sazonada) para cortarla totalmente. Se practica principalmente en terrenos planos y en algunas zonas de ladera.



La ventaja de este corte radica es que las cañas se cortan todas a una misma edad, y eso permite obtener jugos con concentraciones de azúcares más homogéneos. De esta manera, obtenemos panela de mejor calidad.

Para aplicar este sistema de corte por parejo debemos planificar siembras y lotes, de tal manera, que tengamos pequeñas áreas que nos permitan cosechar continuamente.

**Corte por entesaque o desguíe** Es la práctica más generalizada entre los pequeños productores que utilizan el sistema de siembra mateado, generalmente en zonas de ladera. Consiste en cortar las cañas maduras, dejando en pie las inmaduras para su posterior recolección.

Si bien este sistema permite cortar caña continuamente para producir panela, requiere invertir más tiempo, ya que se deben seleccionar sólo las cañas maduras. Cuando se cortan cañas inmaduras o sobremaduras, afectan la calidad de la panela.

- **Manejo adecuado de socas**

En cualquiera de los dos sistemas de corte se deben realizar las siguientes prácticas:

- Cortes a ras del suelo para evitar que queden tocones, es decir parte de tallos cortados que sobresalen algunos centímetros, cuyos jugos se fermentan y ocasionan daños en la cepa.
- Después del corte y antes de ocho días, se debe quitar la hojarasca que queda sobre el surco (despaje) y acomodarla en las calles (encalle). Así se garantiza el rebrote vigoroso de la soca y evita la pérdida de las plantas.
- Recorrer el lote y cortar a ras del suelo los tocones que hayan quedado (cepillado).

Una mala soca se da cuando no se siguen las prácticas mencionadas, o sea que ha habido excesivo pisoteo del terreno, encharcamiento, corte irregular de las cañas o el despaje fue tardío.

## Apéndice 4.2 Hornillas Ecológicas Para Fabricar Panela

La hornilla es el implemento del trapiche encargado de transformar la energía del bagazo en energía calórica. Evapora el agua contenida en los jugos hasta obtener la panela.

La eficiencia térmica de la hornilla debe ir a la par con la disminución de la contaminación, por lo cual, es importante reemplazar cierto tipo de combustibles (como leña y llanta), por el uso exclusivo del bagazo que lo proporciona la misma caña, con el fin de conservar el recurso maderable y reducir costos.



- **Partes principales de la hornilla panelera**

La hornilla panelera consta de una cámara de combustión, el ducto de humos, la chimenea y las pailas.

- **Cámara de combustión** Es el espacio donde se realiza la combustión del bagazo. Consta de cenicero, boca de alimentación y parrilla.
- **Cenicero** Está ubicado debajo de la parrilla. Su función es almacenar las cenizas y precalentar el aire necesario para la combustión.
- **Boca de alimentación** Es la abertura por donde se introduce el bagazo. Se construye generalmente en hierro gris fundido, que soporta temperaturas altas sin deformarse.
- **La parrilla** Sirve de lecho para el bagazo, permite la entrada de aire para la combustión y el paso de cenizas hacia el cenicero. Al igual que la boca de alimentación, se fabrica en hierro gris fundido.
- **Ducto de humos** También es conocido como buque, conducto de gases y camino. Su función es guiar los gases de la combustión y ponerlos en contacto con las pailas para calentar los jugos.

- **Chimenea** Es un conducto vertical esencial en toda hornilla. Además de sacar el humo, succiona y suministra el aire necesario para la combustión del bagazo y el transporte de los gases a lo largo del ducto.
- **Pailas o fondos** Son los recipientes dispuestos en línea en donde se depositan los jugos que reciben el calor producido por la combustión del bagazo. Estas se fabrican generalmente en cobre o en aluminio. Existen pailas semiesféricas, semicilíndricas, planas, planas aleteadas. El tamaño y la forma varían de acuerdo con la capacidad de la hornilla y las costumbres regionales.

- **Recomendaciones para una buena combustión**

Para obtener una buena combustión, es decir, alta temperatura y baja pérdida en combustión, es importante tener en cuenta:

- Introducir el bagazo en pequeñas cantidades pero continuamente
- Limpiar la parrilla para garantizar una correcta entrada de aire
- Evitar las "áreas frías" (pailas) sobre la cámara de combustión
- La cantidad de bagazo introducido debe responder al tamaño y características de diseño de la hornilla.

- **Mantenimiento de las hornillas paneleras**

Después de cada molienda se deben realizar cuatro labores de mantenimiento esenciales para garantizar un buen funcionamiento de la hornilla:

- Retirar la ceniza del cenicero y del ducto
- Retirar el hollín formado en la superficie de las pailas
- Raspar la capa de mieles pegada en el fondo de las pailas y en las falcas. Posteriormente, aplicar una lechada de cal para evitar la corrosión.
- Lavar de manera general los pasillos de trabajo de los operarios.

- **Experiencia Caucana con Hornillas Mejoradas**

Desde 1998, en el norte del departamento del Cauca (Colombia) se iniciaron procesos participativos de desarrollo tecnológico que han llevado al ajuste y validación de tecnología para hornillas paneleras mejoradas.

Este trabajo ha contado con la asesoría de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica), a través del Programa Nacional de Procesos Agroindustriales y el Centro de Investigación para el Mejoramiento de la Agroindustria Panelera (CIMPA).

El Ministerio de Agricultura de Colombia, a través de sus diferentes programas como el Pademer y el Pronatta, se han vinculado al desarrollo de esta importante

agroindustria, mediante la cofinanciación de proyectos de fortalecimiento integral.

Es así como organizaciones no gubernamentales como la Corporación para el Desarrollo de Tunía (Corpotunía), El Centro Internacional de Agricultura Tropical CIAT (Proyecto Desarrollo Agroempresarial Rural), la Fundación Smurfit Cartón de Colombia, entre otros, han realizado alianzas institucionales que han permitido en la actualidad, contar con un gran número de hornillas mejoradas, con capacidades que va desde los 45 hasta los 150 kilos de panela/hora en los municipios de Santander de Quilichao, Suárez, Caldono y Cajibío, principalmente.

#### • **Hornillas tradicionales**

Las hornillas tradicionales en promedio suman el 80% de las existentes en el departamento del Cauca. Son denominadas así por la escasa o nula tecnología utilizada en el trapiche panelero: molinos verticales accionados por animales, y hornos cuya construcción es realizada sin criterios técnicos.



Este nivel tecnológico se caracteriza por:

- Baja capacidad de producción. Según diversos reportes institucionales, la capacidad promedio es de 20 kilos de panela/hora.
- Alto consumo de combustible: hasta 3 kilos de leña por kilo de panela y de 0.5 a 1.0 kilo de llanta/kilo de panela.
- Subutilización del bagazo obtenido para la combustión
- Altos impactos ambientales negativos: tala de árboles para la consecución de leña y contaminación ambiental por la quema de llantas
- Grandes esfuerzos físicos y altos costos de producción.

#### • **Hornillas mejoradas tipo CIMPA**

El uso de las hornillas llamadas tipo CIMPA (porque fueron desarrolladas por el Centro de Investigación para el Mejoramiento de la Agroindustria Panelera (CIMPA), se viene incrementando en el Cauca en los últimos años. Estas hornillas fundamentan su tecnología en diseños que cubren las capacidades deseadas y altas eficiencias térmicas, de modo que alcanzan la autosuficiencia energética en el trapiche



(se trabaja solamente con el bagazo producido) y se disminuye el esfuerzo físico de los operarios.

En términos generales, los criterios de mejoramiento se basan en:

- **La cámara de combustión** Su mejoramiento contempla el diseño del área de la puerta y parrilla, de manera que disminuye la entrada de aire falso para obtener mayores temperaturas de combustión, y ubica las pailas de modo que se alejen del lecho del bagazo. Así se tiene una combustión más completa, que disminuye los porcentajes de CO en los gases de chimenea.
- **El ducto** Su dimensión depende de la capacidad de la hornilla, el tipo y el número de pailas. El ducto de las hornillas mejoradas viene diseñado con un área semiesférica (senos), lo cual permite que toda el área de la paila penetre en el ducto y que reciba el calor suministrado.
- **La chimenea** Está diseñada de acuerdo con la dimensión del ducto. En las hornillas tradicionales, los jugos inician el proceso en la primera paila y terminan en la última o antepenúltima. La hornilla tipo CIMPA permitió diseñar un modelo en el cual se inicia el proceso de clarificación en la última paila. Una vez se descachaza, se pasan los jugos por tubería a la primera paila, siguiendo el proceso como se realiza tradicionalmente en la región.

Esta modificación permite descachazar los jugos a temperaturas adecuadas, además, permite realizar esta labor sin tener que "apagar" la hornilla para evitar que se hiervan los jugos y se afecte la calidad de la panela. Este procedimiento hizo que se incorporara en la última parte de la hornilla una caldera para realizar el descachazado de jugos.

Actualmente se cuenta con 2 tipos de calderos:

- **Caldero pirotubular** Los gases de combustión penetran por unos tubos que la caldera posee en la base. Su diseño permite aprovechar de mejor manera los gases de la combustión. Es construido en acero inoxidable.
- **Caldero aleteado** Los gases de combustión pasan por unas aletas que la caldera posee en la base. De esta manera, los gases se retienen logrando una temperatura adecuada para la limpieza de los jugos y, además, se aprovecha la temperatura a la salida del ducto.

Este nivel tecnológico se caracteriza por:

- Utilizar en un 95% el bagazo obtenido en la molienda para la combustión. De esta manera, no se deforestan los bosques, pues no es necesario utilizar leña como combustible
- Incrementar la producción (kilo de panela/hora)
- Disminuir los costos de producción
- Aliviar el trabajo de operarios en el trapiche
- Disminuir notablemente la cantidad de CO que se arroja a la atmósfera, pues dejan de utilizarse las llantas.