

CAÑA DE AZUCAR EN LADERA

PRODUCCIÓN Y ALMACENAMIENTO DE PANELA

DANIEL DÍAZ DELGADO, Químico. Instituto de Investigaciones Tecnológicas.

INTRODUCCIÓN

La Industria Panelera vista en conjunto presenta diversos matices y complejidad en sus problemas, pero en esta disertación sólo se hará referencia a los estudios técnicos adelantados por el Instituto de Investigaciones Tecnológicas.

La importancia de esta industria en Colombia está determinada por los factores siguientes: a) Extensión de los cultivos de caña para panela; b) Volumen de Producción (744.000 toneladas, 1962); c) Significado económico en el mercado nacional (\$650 millones, 1962); d) Fuente de trabajo para personas del campo (59.000 trapiches, 1962); e) Alto valor nutricional en la dieta regular del pueblo colombiano (rica en calcio, hierro y vitaminas),

1. Composición de la caña de azúcar

La composición de una cana de azúcar cultivada en el trópico, tiene los valores promedios siguientes:

<u>Producto</u>	%
Agua	74.5
Cenizas (S10, K2O, Na ₂ O, CaO, MgO, F2O3, P2O5, SO3, Cl ₂)	0.5
Fibra (celulosa, pentosanas, gomas lignina)	10.0

Azúcares (sacarosa, 12.5%, glucosa 0.9%, fructuosa 0.6%)	14,0
Grasas y ceras	0.2
Sustancias nitrogenadas	0.4
Pectina	0.2
Ácidos libres (málico, succínico)	0.08
Ácidos combinados	0.12

2. Producción

El estudio de los problemas fisico-químicos que inciden sobre la industria Panelera, fueron estudiados mediante visitas efectuadas a trapiches localizados en varias zonas del país, de análisis químicos y ensayos a escala de laboratorio y a escala industrial. De las visitas efectuadas a los diversos trapiches paneleros, se comprobó que el sistema fabricación de panela, con pequeñas variaciones, es similar en las rentes regiones colombianas.

2.1 Extracción

El jugo de caña se obtiene por extracción o molienda de la con un contenido de azúcar que oscila entre el 15% para cañas nuevas en el primer corte y de un 20% en cañas de varios cortes. Los análisis de laboratorio establecieron un balance en el contenido de azúcar en la en el jugo, en el bagazo y en la panela. El porcentaje de sacarosa en jugo varió entre un 17 a 21 y el remanente en el bagazo estaba entre hasta 12%; conociendo el contenido de sacarosa en la caña, es posible saber el porcentaje de jugo extraído. Por otra parte determinando de análisis los contenidos de sacarosa en la panela y en la caña se conocer el rendimiento según la expresión:

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Sacarosa panela}}{\text{Sacarosa total}} \cdot 100$$

Sacarosa total

En la práctica se observó que en un mismo trapiche, con una misma variedad de caña, los rendimientos de jugos en varias molindas fluctuaron entre un 50% y un 64%, valores que pueden atribuirse a varios factores, entre ellos el deterioro de la caña antes o después del corte, del ajuste defectuoso de las masas del trapiche, o de una mezcla de ellos.

La caña debe cortarse cuando ha llegado a su estado óptimo de madurez, generalmente esto ocurre pasados los 18 meses. El contenido de sacarosa aumenta con la edad hasta su madurez, de este punto en adelante se inicia su inversión (desdoblamiento de la sacarosa en glucosa y fructosa: azúcares reductores) lo cual hace disminuir el rendimiento. Las canas faltas de madurez y las sobremaduras proporcionan rendimientos menores que las cañas en sazón.

Después del corte, el contenido de sacarosa en la caña decrece y su acción es más rápida cuando se la deja expuesta al sol efectuándose, además de su inversión y fermentación de los productos resaltantes, la deshidratación de la caña. Con el fin de evitar estos daños la práctica aconsejable es moler la caña tan rápido como sea posible después de cortada. En caso de almacenamiento debe disponerse en pequeños montones o pilas, en lugares cubiertos y humedeciéndola con agua periódicamente. Este procedimiento retarda la inversión y la deshidratación de la caña hasta por 8 días o En relación con la abertura de las masas hay disparidad de criterios al respecto. Cuando la abertura entre las masas es excesiva, la extracción es deficiente, se pierde mucho jugo que queda en el bagazo con la consiguiente disminución en el rendimiento; si las masas están muy cerradas se tiene la posibilidad de extraer junto con el jugo ciertos productos como gomas, ceras, y pigmentos existentes en el tallo de la caña, los cuales desmeritan la calidad de la panela producida. En la práctica sería mejor dejar las masas no muy cerradas y pasar nuevamente el bagazo humedecido con agua.

2,2 Clarificación

Se da el nombre de clarificación, al proceso mediante el cual se eliminan los sólidos en suspensión y demás sustancias coloidales presentes en el jugo de caña original. En disolución el Jugo contiene: sacarosa, azúcares reductores, sales, ácidos orgánicos y pectina, y en suspensión productos insolubles como fibra, bagacillo, arena, arcilla y materias colorantes.

La composición química promedio de un jugo de caña es el siguiente:

Componentes	%
"Brix	19.2
Sacarosa	16.5
Azucares reductores	1.9
Cenizas	0.3
Gomas y pectina	0.12
Albúmina	0.03
Ácidos libres	0.05

La clarificación se ha realizado tradicionalmente mediante la adición al jugo de extractos mucilaginosos provenientes de la maceración de cortezas de árboles, como el guásimo (*guasuma ulmifolia*, lañarle), el balso (*Ochroma lopotussw*) y el cadillo (*triumfetta*, *lappula*, 1), Estos agentes clarificantes forman con los sólidos en suspensión y demás impurezas del jugo, un producto aglutinado llamado cachaza, que al flotar permite su separación manual. Estos métodos de tratamientos fueron estandarizados de la manera siguiente: las cortezas citadas se secaron durante 5 horas a 70°C en un secador de bandejas; enseguida el producto seco fue molido en un molino Wiley con malla de 1 mm. de abertura. Para los ensayos de clarificación se utilizaron suspensiones al 10% en agua del producto seco. Los resultados positivos permiten aconsejar este método para el uso industrial de dichos clarificantes vegetales.

En forma experimental se comprobó que los factores determinados para una buena clarificación del jugo de caña, son los siguientes:

1. La acidez inicial del jugo
2. La concentración del fósforo
3. La concentración del hierro

Por los análisis del laboratorio fue posible indicar que la zona de actividad de los clarificantes vegetales, se halla entre los valores de pH 5.2 y 6.2, con un punto óptimo a pH de 5.8.

Se encontraron mejores clarificaciones y calidades superiores panela cuando se fijó el pH del jugo en 5.8 antes de proceder a la clarificación. La acidez inicial de los jugos de caña oscila entre valores de pH 5.2 - 5.4, por tanto es conveniente agregar cal al jugo crudo hasta obtener el pH deseado de 5.8. Para conocer el pH del jugo puede utilizarse papel indicador Universal, al contacto del jugo con el papel, se adquiere una coloración que corresponde a un número, o sea al pH del jugo.

En segundo término, la buena clarificación depende de la eliminación del color verde oscuro del jugo de caña, color que se atribuye a la presencia de los componentes polifenólicos del hierro en el jugo necesario que el jugo contenga el fósforo suficiente para lograr una coloración adecuada. Concentraciones mayores de 200 mg. de fósforo por litro (como P) de jugo proporcionan buena clarificación. Jugos altos en hierro, con concentraciones próximas a 30 mg. por litro y bajas en fósforo, 50 mg. por litro, presentan mala clarificación y producen panela de 3a. clase. En cambio jugos con concentraciones de 200 mg. por litro, dan panela de primera clase independientemente de las concentraciones de hierro. Por tanto, la concentración de fósforo es limitante en el proceso de clarificación del jugo y en la calidad de la panela. Cuando se trabajan jugos bajos en fósforo, en los cuales la clarificación no elimina los colorantes anotados, es preciso una decoloración anterior, etapa que se realiza en dos formas:

1. Mediante la reducción de los componentes férricos a ferrosos con agentes reductores, tales como hidrosulfitos o bisulfitos, procedimiento usado en la actualidad en los trapiches paneleros del país, con pocas excepciones. Dichos agentes no ejercen una permanente acción decolorante, pues el color verde inicialmente eliminado reaparece con la oxidación al contacto con el aire,

2. Elevando la concentración del fósforo en el jugo.

Esta adición de fósforo puede llevarse a cabo en dos formas:

2.1 Añadiendo a los jugos fosfatos de calcio o de sodio, que ayudan a eliminar los colorantes. Los experimentos realizados comprobaron la eficiencia de la adición de fosfatos monocálcicos en dosis de 15 a 20 g. de P por 100 litros de jugo que originalmente presentaba mala clarificación. El nombre comercial de este producto es clarifos, el análisis es el siguiente:

CLARIFOS

Fosfato de calcio	99.4	% (p=26%)
P205 total	55.6	%
P205 soluble	50.6	%
Humedad	0.3	%
Valor neutralizante ("C" Test)	81.0	%
Acido libre	0.1	%
Fosfato de hierro (FeP04)	0.04	%
AS20	30.2	p.p.m.
F	140	ppm
Pb	02	ppm
<u>Malla</u>		
Regular CR + 50	0.03%	
CR + 80 m	0.5%	
S - 200 m	62.07%	

Fórmula: $\text{CaH}_4 (\text{P04}) 2. \text{H}_2\text{O}$

Peso molecular 252.7

Productor: Monsanto Chemical Company

St. Louis, Mo., USA

También fue efectivo el fosfato de sodio para los propósitos clarificación del jugo.

2.2 Fue comprobado experimentalmente que un bajo contenido de ro en el jugo coincidió con una deficiente nutrición de fósforo en la planta cultivada a su vez, en un suelo pobre en dicho elemento. Para esta deficiencia se debe mejorar la nutrición del fósforo en la planta por medio de fertilizantes. Un contenido de fósforo en la hojas de 0.13% - 0.16% en P₂O₅ es bajo, se acepta como bueno 0.50% de tomarse este último nivel como referencia para estimar las necesidades fertilizantes.

2.3 Concentración

Realizada la clarificación del jugo se pasa a la fase de concentración operación por la cual se eleva el contenido de azúcar en el jugo del 20% al 90% (promedio). El procedimiento para efectuarlo incide directamente sobre la textura final de la panela, llamada comúnmente "grano". La presencia de un alto contenido de azúcares reductores en el jugo modifica la consistencia final del producto y puede llegar a impedir la cristalización de la panela. La formación de estos azúcares reductores se debe al desdoblamiento de la sacarosa cuando se calienta y concentra en medio ácido. Esta inversión de la sacarosa se acentúa más en la etapa final de la concentración por encima del 50% de azúcar y está favorecida por el pH bajo. La inversión se detiene por medio del ajuste del pH a valores superiores a 6.0. En la actualidad este ajuste se hace añadiendo cal o carbonato de sodio al jugo cuando se inicia la concentración. Los ensayos experimentales hechos en el laboratorio y luego en los trapiches mostraron que panelas con un contenido superior al 10% en azúcares reductores presentaron un grano defectuoso, en cambio cuando el contenido de tales azúcares era de 4% (promedio) la panela presentó buena consistencia y textura.

3. Calidad de la panela.

Una de las características de la Industria Panelera es la falta de uniformidad en su calidad. Las normas seguidas en el mercado nacional están acondicionadas al criterio de la región, hábitos de los compradores, especialmente en lo referente al color.

Para fijar la calidad desde el punto de vista técnico, se adelantaron trabajos experimentales con los fines siguientes:

3.1 Establecer una relación entre las características fisico-químicas de la panela y su calidad comercial.

3.2 Establecer normas de calidad.

3.3 Diseñar pruebas rápidas para conocer dicha calidad

Los resultados de los análisis físico-químicos hechos a varias panelas, mostraron que la calidad puede definirse por tres factores principales: color, textura e higroscopicidad.

El color depende de la calidad inicial de la cana de azúcar, los métodos de clarificación y de la concentración. Después de efectuar varios estudios espectrofotométricos sobre el color de las diferentes clases de panela, se elaboró una escala que permite una clasificación visual rápida del color de producto en primera, segunda y tercera dad.

La medida de la dureza superficial de la panela proporciona índice para la clasificación comercial según el grano, se basa en la huella que deja la uña del dedo pulgar al rayarla. Para estandarizar esta medida arbitraria, se diseñó un durómetro, cuyo funcionamiento basa en la relación existente entre la dureza de la panela y la circular producida por una esfera de acero sobre su superficie, a presión determinada y en un tiempo dado. Los resultados obtenido con este durómetro sobre diferentes panelas del mercado, presentaron la relación directa con el contenido de azúcares reductores de las De acuerdo a la graduación, el valor mínimo observado en panelas mercado fue de 6 correspondiente a productos de excelente grano y el máximo de 13 para panelas de grano flojo.

El principio de funcionamiento de un durómetro se basa en la relación existente entre la dureza de la panela y la huella circular producida por una esfera de acero sobre su superficie a una presión determinada y en un tiempo dado.

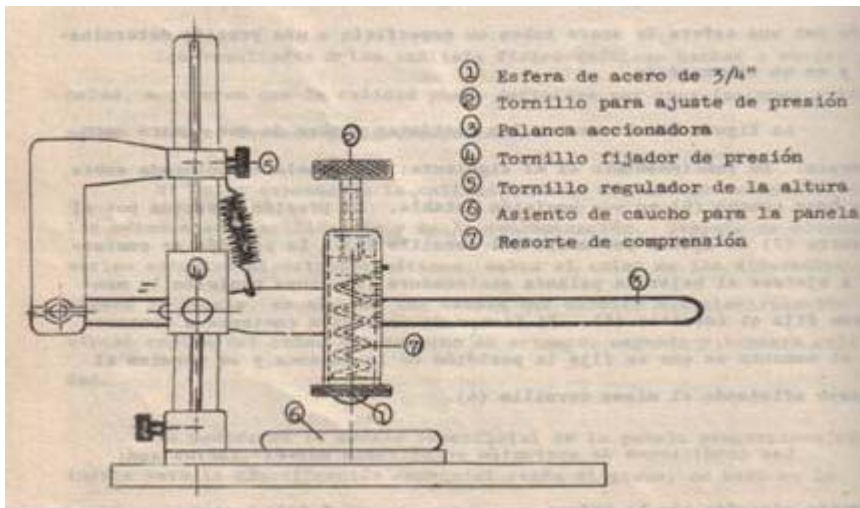
La figura No. 1 muestra las distintas partes de que consta este aparato. Su funcionamiento es el siguiente: la panela es colocada sobre una base caucho (6) en una posición estable. La presión ejercida por el resorte (7) se ajusta por medio del tornillo (5). La presión se comienza a ejercer al bajar la palanca accionadota (3), cuya posición la mantiene fija al tornillo (4). El tiempo de operación comienza a contarse en el momento en que se fija la posición de la palanca y se termina el ensayo aflojando el mismo tornillo (4).

Las condiciones de operación encontradas más favorables son:

Presión ejercida por la esfera 5 kilos

Tiempo durante el cual debe mantenerse 5 minutos

El diámetro de la huella producida sobre la panela, índice de la dureza de su superficie, es medido con la ayuda de una plantilla perforada en 1/32, 1/64 de pulgada, del tipo Rapid Design No. 40 Gírele Témpate, usada en la calibración de este aparato.



La gráfica No. 1 corresponde a la curva de de este aparato bajo las condiciones de operación arriba citadas. Es conveniente efectuar dos o tres lecturas de dureza sobre cada muestra. La reproductibilidad de las lecturas se comprobó en el curso de este estudio.

La higroscopicidad de la panela puede determinarse experimentalmente por tres métodos: de equilibrio, el basado en las características físico químicas del producto y mediante el higrómetro. Los dos

primeros métodos son demorados, el primero toma un tiempo de 15 días y el segundo 12 horas, en cambio el tercero es de sólo 15 minutos.

El primer método se basa en obtener el peso constante de muestras de panela sometidas a humedades relativas determinadas (53, 58, 64, y 75% a 20°C). El método analítico se basa en la relación entre el contenido de humedad de la panela, su contenido de cenizas, de azúcares reductores y su higroscopicidad. Esta relación llamada factor de seguridad se expresa en la forma siguiente:

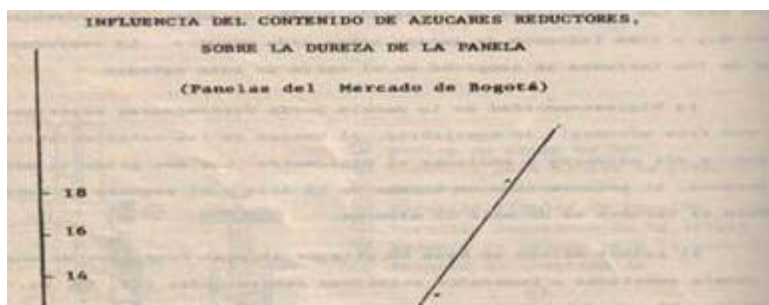
$$FS = \frac{\% \text{ humedad}}{100 - 7. \text{ Sacarosa.}}$$

100 - 7. Sacarosa.

Es necesario hacer inicialmente una gráfica estándar que correlacione la humedad higroscópica de equilibrio con el factor de seguridad.

Mediante el uso de higrómetro, tipo lambrecht, se determina la humedad higroscópica de equilibrio sobre panela previamente triturada.

Primero se calibró el higrómetro en soluciones estándar de humedad relativa 86.4% a 23°C (solución saturada de cromato de potasio K_2CrO_4 y 54.17 a 23°C (solución saturada de dicromato de sodio $Na_2Cr_2O_7$).



La panela triturada se coloca en un tubo de ensayo donde se va a efectuar la lectura con el higrómetro. Se realizan lecturas cada 5 minutos hasta que se obtiene un equilibrio, al que se llega generalmente pasados 15 minutos.

Es recomendable anotar la temperatura del ambiente durante las lecturas para referir la higroscopicidad a esta temperatura. Este método presenta una diferencia máxima de un 1% con respecto al método analítico.

La humedad de equilibrio de las panelas estudiadas, osciló entre 64% y 78% a 20°C.

4. Almacenamiento

En la conservación de la panela por períodos de tiempo prolongados se deben tener en cuenta tres factores: grado de higroscopicidad del producto, temperatura y humedad relativa del ambiente en el cual se deposita.

La humedad higroscópica de las panelas estudiadas, osciló entre 64% y 78% a 20°C, temperaturas superiores a 20°C desplazan el equilibrio hacia valores inferiores. Si la humedad relativa del ambiente es superior a la humedad higroscópica de equilibrio de la panela, el producto almacenado absorbe humedad y sufre deterioro.

Entre los cambios favorables producidos por un almacenamiento inadecuado se citan:

1. Cambio de color. Reaparece el color verde eliminado en el proceso de decoloración por la acción de los productos químicos (clarol). Este fenómeno se debe a la oxidación del complejo ferroso a férrico.
2. Ablandamiento de la superficie, por absorción de una cantidad apreciable de humedad.
3. Desarrollo y crecimiento de hongos. Este ataque como el mencionada en el No. 2 se presentó con panelas colocadas en humedades relativas altas, mayores de 70%. También en panelas con humedad higroscópica de equilibrio superior a 70% empacadas en polietileno, aislada del ambiente.

Los ensayos de laboratorio sobre almacenamiento de panela de calidades la, 2a, y 3a, bajo condiciones de humedad relativa de 53%, y 95% y a temperatura de 20°C y 30°C permitieron concluir:

- 1) La humedad higroscópica de equilibrio no está directamente relacionada con la calidad del producto. Es decir, panelas de inferior cal comercial pueden tener características higroscópicas más aptas para el almacenamiento que las de calidad superior.
- 2) Panelas con humedad higroscópica de equilibrio menor de 70% puede ser almacenadas a 20°C y 70% de humedad relativa, sin que sufran cambios apreciables en su calidad.
- 3) Humedades relativas superiores al 70% no permiten almacenar panelas ni por el término de un mes, sin que ocurran cambios apreciables en calidad, color, dureza y crecimiento de hongos.
- 4) La temperatura de 30°C acelera los cambios de color y de dureza las panelas y favorecen el crecimiento de hongos en productos de higroscopicidad alta.
- 5) Panelas con higroscopicidad no mayor al 70% y empacadas en polietileno se conservaron en buen estado almacenadas a 5°C, 20°C y 30°C por 130 días.

La higroscopicidad límite para el crecimiento de hongos está caña a 72%. Basados en estos experimentos, el almacenamiento de la panela puede llevarse a cabo mediante tres sistemas: bodegas herméticas, recubrimiento del producto con carpas de polietileno y bodega de aire acondicionado.

5. Aplicación práctica en la industria panelera.

Con el objeto de indicar la aplicación de la metodología diseñada por el IIT. para obtener panela de primera calidad se da a continuación un ejemplo real:

Proceso

Antes de aplicar el proceso IIT. se producía panela de 3a. y 4a. calidad.

La caña cultivada pertenece a los tipos POJ 18 - 72 y morada; el primer corte se hace a los 18 meses, el segundo o soca entre los 17 y 18 meses. Pasado el tercer corte la caña es sembrada nuevamente.

La caña la cortan los corteros a ras de tierra, la parten en trozos uniformes llamado al compás; de allí la cargan en muías los arrieros y la traen al trapiche. Cada carga pesa 10 arrobas.

El trapiche marca Amaga de 3 masas es accionado por motor eléctrico de 80 caballos, lo atienden tres personas: a) dos arrimadores que colocan la caña al pie del mismo y b) el tallador, persona encargada de introducir la caña en las masas.

El guarapo cae a dos tanques llamados cajas de guarapo; el bagazo lo recoge el bagacero en un canasto y lo deposita bajo ramadas para cado. Los arrumes de bagazo se hacen hasta una altura de 2 metros forma dispuestos que se permita una libre ventilación entre ellos evitar que se queme, es decir que el bagazo no seca pero se mantiene te. Bien encarrado tarda sólo 15 días para secar completamente. Una vez seco lo transporta el materialero hasta la puerta del horno en donde recibe el atizador, persona encargada de mantener el horno en condiciones viables de trabajo. Esta hornilla sólo utiliza bagazo como combustible el cual es producido en el mismo trapiche en cantidades suficientes su consumo.

Clarificación

De las cajas guarapetas pasa el guarapo (color negro 1.800 una ceba) al primer caldero llamado puerta; también se añade a la guarapo procedente de las cachaceras operación llamada "degüello".

El portero añade al guarapo frío depositado en la puerta primero cuatro litros de lechada de cal, cantidad que corresponde a las medidas de una vasija de barro, para ajustar el pH a 5.8. Enseguida añade medidas y media de polvo blanco No. 1, cantidad equivalente a 1.500 gramos de clarifos. Durante los primeros ensayos se pesaba dicho polvo, ro luego para evitar esta operación se taró un tarro de "hojalata y se determinó que dos medidas y media de ella representaban la cantidad requerida. Se revuelve bien el guarapo para que actúen las sales, se deja en reposo por espacio de 15 minutos, al cabo de loa cuales se ve ciar; la formación de cachaza, fenómeno llamado "floreo". Ya caliente el guarapo se añade infusión de balso, esta debe ser un líquido viscoso o baboso y no meramente agua. Pasados 20 minutos de la adición del polvo No. 1 se ve que el guarapo ha "floreado", es decir, presenta una cachaza negra; esta cachaza la pasa el portero con un remellón a las cachaceras. Eliminada la cachaza negra aparece una cachaza blanca, en este momento se añade más infusión de balso y una infusión de cadillo (e remellones). Se presenta más cachaza blanca y muchas veces al portero tiene que ayudarlo el "contrahornero" para remover toda la cachaza antes de que el guarapo principie a hervir.

La operación de quitar la cachaza con el remellón y depositarla en las cachaceras se llama "recorte". Hecho este trabajo el guarapo aparece con un color amarillo.

Una vez que ha hervido y ha sido limpiado en la puerta, pasa el guarapo al segundo caldero llamado "contrapuerta"; de aquí pasa al tercer caldero y de este a un cuarto llamado "peña".

La pasada del guarapo de la puerta hasta la pena y de ésta a la primera paila son atendidos por un obrero llamado "contrahornero".

El guarapo en la contrapuerta es "aporreado" es decir batido fuertemente con el remellón para que en caso de no estar bien limpio brote más cachaca. Efectivamente sigue apareciendo cachaca, la cual es removida. En el tercer caldero se añade el polvo No. 2 correspondiente a carbonato de sodio, en cantidad de 100 gramos, para ajustar nuevamente el pH a 6. Esta medida la hacen en un tarro previamente tratado. Del tercer caldero para el guarapo a la "peña", llamada así por que es el de melar o concentrar el jugo. Una ceba de 5 peñas.

Puntear

El contrahornero pasa la miel de la peña a la primera paila la entrega al "hornero", persona encargada de continuar la concentración del guarapo, operación que se hace en 5 pailas de cobre y luego le punto a la panela en una paila más, también de cobre, llamada templador o puntero.

El "hornero" añade al templador antes de darle punto a la un pedazo de cebo para evitar que se pegue el líquido concentrado a paredes de la paila y luego un poquito de clarol (5 gramos) disuelto agua para aclarar un poco más la panela. Esta adición de clarol se va haciendo regularmente hasta el día de la visita, fecha en que se hicieron varias cochadas de panela sin ponerles clarol y se constató que el color de la panela resultante no teñí diferencia con la que se sacaba anteriormente con clarol. Ambas clases se catalogaron de primera calidad según la escala hecha por el IIT.

El "hornero" conoce el punto de la panela de tres formas diferentes: a) sobre el remellón, cuando la miel no corre; b) al batir la miel con el remellón, en el aire se forma una bomba y 3) se coge un poco de miel, se hace una bola y se arroja contra el suelo, si al chocar suena ya está el punto.

Obtenido el punto el "hornero" mediante el remellón deposita la miel en una batea de madera, se observa allí una ligera hinchazón de la miel y la formación de una gran cantidad de burbujas de aire.

La batea con la panela líquida es atendida por 2 obreros llamados "batidores", quienes reparten el contenido de esta batea en dos más. Los batidores la agitan constantemente mediante mecederos y se nota que a medida que avanza esta operación la panela va aclarándose, luego parece que fuera a hervir y finalmente se seca.

Una vez seca se reúnen en una sola batea los contenidos de las tres bateas y se bate nuevamente todo el conjunto. Esta acción de batida se llama "remasar" la panela.

La panela remasada pasa al "pesador" persona encargada de moldear (pesarla) mediante recipientes hechos de guadua en forma cónica. Este deposita el contenido de cada molde sobre la mesa y da un ligero golpe en la parte superior de esta masa para que al enfriar adquiriera finalmente la forma redondeada deseada.

Una vez fría la panela, el "empacador" la remueve de las mesas y la deposita en costales de fique en número de 100 por cada costal formando un bulto. Al iniciar el empaque de la panela, el "empacador" pone hojas secas de plátano en la parte inferior del costal y cubre, una vez lleno el costal con las 100 panelas, la parte superior del mismo antes de cocerlo con otra cantidad de hojas de plátano. Cada punto da 60 - 70 panelas y una ceiba da 6 bultos de 100 panelas cada uno, conocido también como de 50 atados, cada atado pesa un kilo y cuarto, o sea que un bulto tiene un peso promedio de 60 kilos.

El balso y el cadillo son machacados por un obrero, llamado el "pato" en Caldas y "píamigo" en el Valle del Cauca, y entregado al "portero" quien prepara la infusión. Además de este oficio el "pato" tiene que retirar la ceniza de la hornilla y reemplazar en un momento cualquier obrero de la ramada.

Paila punteadora

Es común en todos los trapiches colombianos dejar un espacio hasta de dos metros entre el "punteador" y la base de la chimenea» Sin embargo en el trapiche en estudio, se colocó una paila en este sitio y se iniciaron ensayos de punteo en ella.

La temperatura llega en ese lugar hasta los 1.200°C pero la candela pasa rápidamente debido al fuerte tiraje de la chimenea. Se disminuye esa velocidad interponiendo ladrillos refractarios en medio de las dos últimas pailas, dejando un espacio libre de 20 cm. en la te superior. En esta forma la candela choca contra los ladrillos, es obligada a cambiar de ruta y sale por el espacio libre dejado entre ladrillos y la paila. Así se consiguió puntear en la última paila i gran efectividad, pues antes de esta innovación trabajaban 18 horas para sacar 40-45 bultos de panela en cambio ahora en 13 horas elaboran 58-60 bultos.

Rendimiento

El total de trabajadores es de 50-60 normalmente, de los cuales están 13 dedicados al oficio de la ramada.

Una plaza de caña nueva da 70 cargas de panela

Una plaza de caña 2o. corte da 40-45 cargas de panela

1 carga de caña pesa 10 arrobas (125 Kg.)

8 cargas de caña dan una carga de panela

1 ceba equivale a 1.800 kilo de guarapo

1 ceba da 6 bultos de panela de 60 kilos cada uno, es decir, 1.800 kilos de guarapo dan 360 kilos de panela, o sea 100 Kg. de guarapo dan 20 Kg. de panela. 1 tonelada de caña da 120 kilos de panela

Los resultados promedios de los análisis hechos a 3 muestras de panela fueron los siguientes:

Azúcares Reductores %	sacarosa %	Humedad %	Cenizas %	SO ₂ p.p.m.	Calcio mgrCa/100 g	Fósforo mgr/100g	Calidad
8.0	79.2	8.9	0.60	trazas	58	60	1A

6. Ensayo de almacenamiento bajo carpas de polietileno

Se realizó un experimento piloto de almacenamiento de panela recubiertas con carpas de polietileno en la ciudad de Palmira el cual se detalla a continuación.

Basados en los ensayos satisfactorios sobre almacenamiento de panela, cubierta con polietileno, llevados a cabo en los laboratorios del Instituto de Investigaciones Tecnológicas, se almacenaron cincuenta y cuatro (54) cajas de panela, cada una con ochenta (80) unidades, utilizando carpas de polietileno de 0.003 pulgadas de espesor, en los depósitos de las dependencias del INA, situadas en la ciudad de Palmira, Valle.

El presente trabajo se realizó con panelas procesada en el del Cauca, que presentaron diferentes grados de higroscopicidad -25°C y 68 a 27°C , sometidas a las mismas variaciones de temperaturas relativas, las cuales fluctuaron entre 19 a 27°C y de 49% hasta 100% respectivamente, durante los ocho meses de almacenamiento.

Las panelas se empacaron en cajas de madera (Cachimbo) en cantidad de 80 unidades en cada una. Tal madera no estaba seca sino en estado verde, hecho que es corriente en la modalidad de los productores de panela para vender sus productos. Cada lote compuesto por cajas se colocó separadamente sobre trozos de madera seca de 10 cm. espesor. Una manta de polietileno color negro de 0.003" de espesor y de 3.00 por 1.86 metros, aislaba el piso de cemento de la tarima de madera sobre la cual estaban depositadas las cajas de madera, que formaban cada lote; todo el conjunto - tarima de madera y las cajas con la panela- se recubrieron con otra carpa de polietileno, del mismo espesor a la anterior y de dimensiones de 6.00 por 4.90 metros en tal forma puesta, que impidiera el acceso del aire ambiente al interior de la panela. Esto se llevó a cabo recogiendo las extremidades de la carpa a un lado del lote, enrollándola a un lazo que abrazaba el conjunto en su parte inferior.

En cada lote dispuesto en la forma descrita, los testigos correspondientes descansaban sobre pedazos de madera, ofreciendo una ventilación uniforme a las panelas que los constituían.

Una ancha jaula hecha en anjeo y madera, cubría completamente ambos lotes y sus testigos respectivos, amparándolos del ataque de roedores y demás animales.

Un instrumento con termómetros para registrar temperaturas del bulbo húmedo y bulbo seco, marcó continuamente la temperatura ambiental del cuarto de depósito.

Las anotaciones se efectuaron periódicamente a las 8:00 am., 2:00 p.m. y 6:00 p.m. Las temperaturas y humedades relativas promedios durante todo el período de almacenamiento fluctuaron entre los siguientes límites:

Pasados los 8 meses de almacenamiento, se encontraron los resultados siguientes:

De las 2.160 panelas que formaban el lote No. 1 solo veinte sufrieron pérdida de grano o finura. La efectividad del almacenamiento en este lote fue de 96.3% al cabo de ocho meses.

En relación con el lote No. 2 las panelas conservaron su color original o sea de primera calidad; de las 2.150 panelas 120 sufrieron pérdida de textura o grano debido al flujo de aire del exterior al interior de las cajas, motivado por la perforación de la carpa de polietileno, y al estado verde de las cajas que humedeció el producto, La efectividad del almacenamiento se catalogó en un 94.5%.

Los cambios de calidad de las panelas de ambos lotes, se atribuyeron al deterioro sufrido por el polietileno, el cual permitió la entrada del aire al interior de ellos.

La pérdida de la textura en varias unidades de ambos lotes se dio, por parte a la humedad del aire circundante que penetra a través de los huecos hechos en el polietileno por insectos y por otra, al ataque hecho por los insectos y larvas provenientes de la madera de las calas, los cuales perforaron el polietileno, las superficies de las panelas, dejando un residuo de color blanco sobre las mismas.

La madera con la cual se fabricaron las calas estaba en estado verde - húmedo - circunstancia que favoreció el crecimiento y desarrollo de los animales que atacaron la panela, se aconseja seleccionar la madera perfectamente seca y sana.

Los testigos de los lotes No. 1 y No. 2 dejados al aire libre, se dañaron completamente.

En cuanto al cambio de color sufrido por la totalidad del lote No. 1, no es posible enunciar las causas del ennegrecimiento y las reacciones químicas que ocurren, solo se experimentó que temperaturas de 40°C ejercen acción de oscurecimiento sobre un porcentaje alto de la* panelas provenientes del Valle del Cauca,

Teniendo en cuenta los resultados anteriores se puede concluir que es posible el almacenamiento de la panela recubierta con polietileno negro de 0.003"de espesor, previamente empacada en cajas hechas con madera seca.

En la gráfica no. 2 se aprecia una unidad de almacenamiento.

