

INNOVACIONES EN EL TRAPICHE PANELERO: LA PRODUCCIÓN DE PANELA GRANULADA

INNOVATIONS IN THE RAW CANE SUGAR MILL: PRODUCTION OF GRANULATED RAW CANE SUGAR

Morales-Ramos, V.¹; Osorio-Mirón, A.²; Rodríguez-Campos, J.^{3*}

¹Colegio de Postgraduados Campus Córdoba. Carretera Federal Córdoba-Veracruz km 348, Congregación Manuel León, Amatlán de los Reyes, Veracruz, México. C. P. 94946. ²Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Veracruzana. Región Córdoba-Orizaba. Prolongación de Avenida Oriente 6 No. 1009, Col. Rafael Alvarado, Orizaba, Veracruz, México. C. P. 94340. ³Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco. Av. Normalistas No. 800, Col. Colinas de la Normal, Guadalajara, Jalisco, México. C.P. 44270.

*Autor de correspondencia: jarodriguez@ciatej.mx

RESUMEN

Entrar en algunos trapiches de la Huasteca Potosina (México) es como regresarse en el tiempo y ser testigos del uso de tracción animal para mover molinos y extraer el jugo de la caña de azúcar (*Saccharum* spp.). Ver cómo ese jugo es concentrado en pailas (contenedores) a cielo abierto y en el momento correcto, retirar la paila del fuego para batir la meladura con palas de madera, hasta obtener la panela granulada. En el otro extremo, en algunos trapiches en Huatusco, Veracruz, México se emplean molinos con motor eléctrico, pailas de acero inoxidable, y se siguen recomendaciones de Buenas Prácticas de Manufactura para elaborar panela granulada. En ambos casos los retos de innovación y eficiencia en procesos son significativos entre ellos; aumentar el porcentaje de recuperación de sacarosa de la caña, cambiar el sistema de evaporación a cielo abierto, así como asegurar inocuidad del producto y estandarizar la calidad.

Palabras clave: panela granulada, azúcar no centrifugado, caña de azúcar, piloncillo.

ABSTRACT

Entering some sugar mills in the Huasteca Potosina region (México) is like going back in time and being witness to the use of animal traction to move mills and extract the sugar cane juice (*Saccharum* spp.). Watching how this juice is concentrated into pailas (containers) outdoors and at the right time, withdrawing the paila from the fire to beat the cane syrup with wooden spatulas, until obtaining the granulated raw cane sugar. On the other hand, in some mills in the Huatusco, Veracruz, México, electric motor grinders are used, stainless steel pailas, and recommendations are followed of Good Manufacture Practices to elaborate granulated raw cane sugar. In both cases, the challenges of innovation and efficiency in processes are significant, among them: increasing the percentage of recuperation of sugar cane sucrose, changing the outdoor evaporation system, as well as ensuring innocuousness of the product and standardizing the quality.

Keywords: granulated raw cane sugar, non-centrifuged sugar, sugar cane, unrefined brown sugar.

Agroproductividad: Vol. 10, Núm. 11, noviembre. 2017. pp: 41-47.

Recibido: mayo, 2017. **Aceptado:** octubre, 2017.

INTRODUCCIÓN

También conocida como azúcar no centrifugada, la panela es el producto obtenido de la deshidratación del guarapo o jugo de la caña de azúcar (*Saccharum spp.*). El proceso de elaboración se desarrolla en pequeñas factorías rurales denominadas “trapiches”. La producción de panela en México ha existido desde la época colonial, por lo que se considera una agroindustria tradicional que ha cambiado muy poco. El cambio más notable es la sustitución de los molinos de madera o de piedra de dos mazas verticales movidos por tracción animal, por molinos metálicos de tres mazas verticales, movidos por tracción animal (Figura 1 A) o por molinos de tres mazas horizontales movidos por motores de combustión interna o eléctricos (Figura 1 B). Los primeros están generalizados en los trapiches de la Huasteca Potosina (México), donde laboran generalmente el dueño y familiares cercanos (tres personas). En este tipo de trapiches se elabora panela en forma de conos truncados mediante el uso de moldes de barro o madera de mango (*Mangifera indica*), y también panela granulada mediante un batido manual en la misma paila de cocimiento. Los segundos se han generalizado en los trapiches de la Región Montañosa de Veracruz y en Quintana Roo, México. En ellos participan “cuadrillas” de cinco a 20 personas y general-

mente elaboran panela en forma de cono truncado con diferentes pesos (250-300 g), panela pirinola, y actualmente empiezan a producir de forma mecánica la panela granulada (Figura 2).

A diferencia del azúcar blanca que contiene principalmente sacarosa (Romo *et al.*, 2004), la panela granulada contiene además glucosa, fructosa, minerales, grasas, compuestos proteicos y vitaminas (Cuadro 1, Figura 3), que dan un color de café claro a oscuro, dependiendo del nivel de eliminación de impurezas (cachaza) durante el cocimiento del guarapo (Guerra y Mujica, 2010).

En cuanto a las características de calidad para la panela granulada, no existe en México normativa al respecto, aunque hay una Comisión del Codex Alimentarius (Programa conjunto FAO/OMS) trabajando en el proyecto de norma CL 2015/19-CS para este producto (Codex Alimentarius Commission, 2015), donde se recomienda un color claro y uniforme, con el mayor porcentaje posible de sacarosa (menor porcentaje posible de azúcares reductores), contenido de humedad de 2.5 % a 5.0 %, pH tendiente al neutro, tamaño de partícula fina y uniforme, libre de material insoluble y materias extrañas, libre de patógenos y otros contaminantes, olor y sabor agradables y característicos (libre de sabores y olores desagradables o extraños).

Proceso productivo

Las etapas básicas en un trapiche panelero son la recepción de la caña de azúcar, la molienda y extracción del

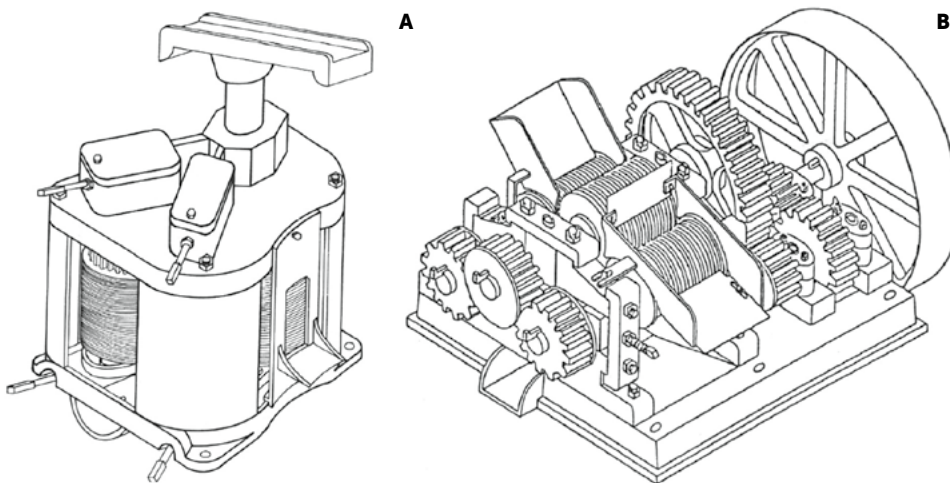


Figura 1. A: Molino vertical de tres mazas. B: Molino horizontal de tres mazas.



Figura 2. Presentaciones comunes de la panela en México.

guarapo, concentración del jugo y enfriamiento o solidificación de la masa cocida. En cada una de estas etapas existen desafíos de innovación tecnológica y uso eficiente de la energía. Durante la extracción, la caña pasa entera una sola vez por el molino, quedando con una cantidad considerable de jugo residual (aproximadamente 50 % de humedad en el bagazo). El bagazo se pone a secar al sol y luego se quema en la hornilla para generar el calor necesario que evapore el agua del jugo en una tina de cocimiento a cielo abierto (Prada *et al.*, 2015), aunque el reto más importante está en garantizar la inocuidad del producto (Castellanos *et al.*, 2010). De 2000 a la fecha la agroindustria panelera en México ha comenzado a introducir mecanismos que ayudan a clarificar el jugo, tales como cribas, filtros y decantadores. Asimismo, se inició el cambio de lámina negra en el sistema de evaporación por acero inoxidable grado alimenticio, garantizando la obtención de un producto libre de partículas de óxido de hierro, en seguimiento a las recomendaciones de la Guía de Buenas Prácticas de Manufactura para la Panela (Saltarén y Rivera, 2011; Codex Alimentarius Commission, 2006). A continuación se describe el proceso de producción de panela granulada que se lleva en el trapiche del Colegio de Postgraduados Campus Córdoba (Figura 4).

Cosecha de caña

La caña se cosecha cuando ha alcanzado su madurez tecnológica (Figura 5); esto es, cuando presenta una concentración de sólidos solubles entre 20 y 22 °Brix. Se recomienda fertilizar a las cañas paneleras con menos nitrógeno que a las cañas para ingenio, pues se ha observado que a mayor cantidad de este elemento aumenta también la cantidad

Cuadro 1. Composición de la panela granulada.		
Grupo	Compuesto	Contenido en 100 g
Carbohidratos (g)	Sacarosa	84.0
	Fructuosa	4.8
	Glucosa	6.1
Minerales (mg)	Potasio	128.0
	Calcio	150.0
	Magnesio	50.8
	Fósforo	3.2
	Hierro	50.8
	Zinc	1.5
	Flúor	0.2
	Cobre	1.0
	Vitaminas (mg)	A
B1		5.0
B2		1.5
C		3.0
D2		1.0
E		1.0
Proteínas (mg)		670
Grasa (%)		0.2
Energía (calorías)		362.0
Humedad (%)		2.4

Fuente: Análisis de Laboratorio del Instituto Costarricense de Investigación y Enseñanza en Nutrición y Salud (INCIENSA), No. Registro M-23968 May 30, 1994.

de azúcares reductores (por ejemplo, glucosa y fructosa) en la meladura. Cuando estos se encuentran en más de 15 % se afecta la estabilidad del producto final, generando panela con menor vida de anaquel.

La cosecha de caña consiste en cortar el tallo y separarlo de hojas, inflorescencia y uno o dos entrenudos de la parte superior. Con los tallos se forman bultos (rollos) con un peso de 20 a 40 kg. Para una buena elaboración de la panela el corte de la caña se debe realizar en verde (sin quemar) (Figura 5).

Recepción de caña

La caña es abastecida a los trapiches en camiones (Figura 6 A y B) que se pesan para llevar un control de la cantidad de caña procesada. Esto es importante para obtener los rendimientos (kg de panela por 100 kg de caña), que no deben ser menores a 10 %.

Molienda

La caña pasa a una mesa de alimentación (Figura 7A) donde se introduce al molino de forma manual, aunque en algunos casos se cuenta con un transportador para alimentarlo. La molienda consiste en la extracción del jugo (guarapo) mediante la compresión de la caña entre cilindros llamados "mazas". De esta operación se obtiene como coproducto la parte fibrosa de la caña (Figura 7B), el bagazo (fibra más jugo residual), el cual se seca al sol para utilizarlo como combustible.



Figura 3. Panela granulada.

Después de obtener el guarapo por prensado de las cañas en el molino, pasa a una serie de filtros y decantadores donde es clarificado mediante la adición de lechada de cal Ca(OH)_2 para neutralizar el pH e inducir la precipitación de impurezas (clarificación).

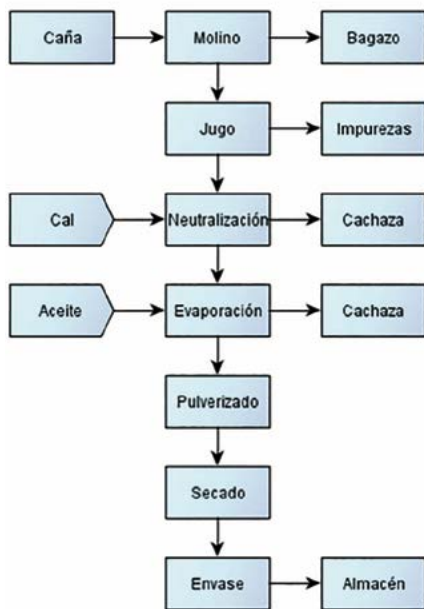


Figura 4. Diagrama del proceso de elaboración de panela granulada en el trapiche establecido en el Colegio de Postgraduados Campus Córdoba.

Clarificación

La clarificación es una de las operaciones más importantes si se quiere obtener panela de buena calidad en cuanto a impurezas y color (Quezada *et al.*, 2016). Esta operación de limpieza de los jugos consiste en retirar todas aquellas impurezas gruesas y de carácter no nutricional que se pueden separar de los jugos por medios físicos, como la filtración, decantación (precipitación) y flotación (diferencia de densidades), así como por medios térmicos.

Decantación en frío

En el Colegio de Postgraduados Campus Córdoba se han desarrollado dos decantadores manufacturados en acero inoxidable de forma rectangular con fondo en V



Figura 5. Corte de caña de azúcar en verde.



Figura 6. A: Transporte de caña. B: Recepción de caña en el batey.



Figura 7. A: Molienda en molino de 20 pulgadas. B: Bagaço seco para hornilla.

(Figura 8 A y B), cuyas dimensiones dependen de la capacidad de molienda que se tenga.

Decantador 1. Al salir el jugo del molino pasa por una criba para separar las impurezas más gruesas, como bagazo, hojas, etcétera. Esta es parte de un sistema de decantación natural que se logra por efecto de la gravedad. Este dispositivo retiene por precipitación una importante proporción de los sólidos contenidos en el jugo de caña, tales como las partículas de suelo. Simultáneamente, por diferencia de densidad se logran separar las partículas livianas como el bagacillo, impureza flotante que se debe retirar varias veces al día durante la molienda. En el decantador 2 el jugo es tomado de la parte central del 1 y es transportado por gravedad al 2. En este tanque continúa la separación de impurezas pesadas y livianas, y es aquí cuando se agrega lechada de cal, la cual cumple dos funciones en el proceso: regular el pH del jugo e inducir la precipitación de impurezas.

Control de pH

El guarapo presenta un pH que va de 4.5 a 5.5, dependiendo de la madurez fisiológica de las cañas. Para neutralizar parcialmente este pH (llevarlo a un valor cercano a 6.0) se utiliza lechada de cal. Con el control

del pH se logra reducir la inversión de sacarosa, proceso mediante el cual este azúcar cristizable se desdobra generando fructuosa y glucosa, que son azúcares reductores e incristalizables. La cal usada debe ser grado alimenticio para que no contamine la panela con sustancias indeseables y la cantidad adicionada es importante, pues el sobre encalado de los jugos deriva en la formación de panela con colores oscuros de poca aceptación en el mercado. Por el contrario, una deficiente adición de lechada de cal favorece el incremento de azúcares reductores en el producto final, lo que estimula su contaminación por hongos y reduce la vida de anaquel. El pH óptimo de los jugos para panela granulada es de 5.8 (García *et al.*, 1997). El jugo neutralizado es enviado al primer tanque del sistema de evaporación (tanque recibidor).

Tratamiento térmico

El jugo en el primer tanque del sistema de evaporación recibe un tratamiento térmico de 85 °C a 90 °C y posteriormente es pasado a un tanque clarificador (corta venda). El jugo no debe hervir en el clarificador, ya que si hierve se mezclará con el sobrenadante que se separa por el efecto de la temperatura y la cal. Esta nata de impurezas (cachaza) es eliminada por diferencia de densidad mediante un utensilio de-

nominado bomba (palo de madera con un recipiente en uno de sus extremos), el cual puede estar perforado o no. La adecuada separación de cachaza garantiza un producto de color más claro. La cachaza puede utilizarse en la producción de aguardiente como alimento para la engorda de cerdos o abono para el suelo, mezclando las cenizas que se obtienen de la combustión del bagazo en la hornilla.

Evaporación y concentración

La evaporación del guarapo se realiza a presión atmosférica y a fuego directo, alcanzando temperaturas que varían de 60 °C a 120 °C. La evaporación y concentración consisten en eliminar la mayor cantidad de agua del jugo y elevar el contenido de sacarosa en el mismo de 20 % a 90 % (85-89 °Brix). La manera como se lleva a cabo este proceso incide directamente en la calidad final del producto granulada. En la última tina, o tanque tachero del evaporador, se adiciona aceite vegetal para evitar que la meladura se incruste en las paredes de la tina y se quemé el producto en el fondo.

Pulverizado

Una vez obtenida la meladura a punto de panela y una temperatura de 100 °C a 110 °C se envía a un pulverizador (Figura 9) para el granulada. El tiempo de batido o pulverizado varía

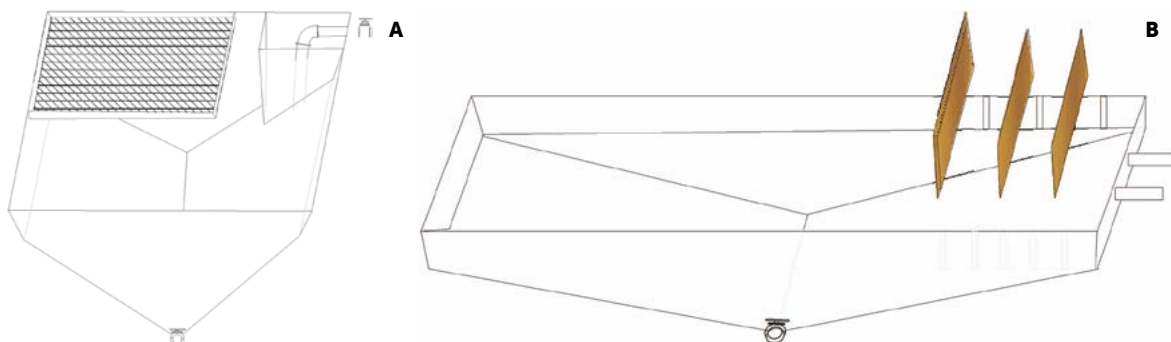


Figura 8. A: Decantador Tipo 1. B: Decantador Tipo 2.



Figura 9. Batidora para granulado.

de 15 a 25 minutos. Esta etapa del proceso persigue el enfriamiento de la meladura a alrededor de 50 °C y la formación de partículas sólidas solubles, que se generan en dos tamaños (finos y gruesos). Esta etapa incluye un tamizado del producto granulado, donde se regula la cantidad de finos y gruesos que se desea producir.

Secado

En algunos trapiches el producto pulverizado pasa a un secador rotatorio hecho de acero inoxidable donde reduce su humedad hasta 2.5 %. El secador tiene una longitud de ocho metros y puede funcionar con aire caliente o frío sin humedad.

Envasado

Después del secado se deja enfriar el polvo granulado hasta igualar la temperatura ambiente, recomendándose en este caso el uso de cuartos especiales para el envasa-

do, provistos de un sistema de refrigeración, que mantenga la humedad del aire en niveles de 30 %. Enfriado el producto granulado se pasa a la envasadora adecuada (Figura 10), según las presentaciones deseadas.

Almacenamiento

La panela granulada es un producto altamente higroscópico, lo cual significa que absorbe o pierde humedad por su exposición al ambiente, y depende de las condiciones climáticas del medio y de la composición del producto. La panela granulada es propensa a sufrir alteraciones cuando presenta altas concentraciones de azúcares reductores, bajos contenidos de sacarosa y alta humedad. A medida que aumenta la absorción de humedad, la panela granulada se apelmaza, cambia de color, aumentan los azúcares reductores y disminuye el contenido de sacarosa. Estas condiciones son óptimas para la contaminación por microorganismos, especialmente hongos. Si la panela granulada posee entre 7 % y 10% de humedad es necesario consumirla con rapidez o transportarla a un clima más seco, ya que en estas condiciones un almacenamiento prolongado deteriora su calidad. Para conservar la panela granulada en almacenamiento es necesario tener en cuenta las siguientes precauciones: Debe envasarse o empacarse en recipientes herméticamente cerrados. Las paredes y los pisos del almacén deben ser lo más aislantes posible para evitar el intercambio ambiental del interior con el exterior. Los recipientes con panela granulada no deben estar en contacto directo con el piso, ni con las paredes del almacén para evitar el enfriamiento y calentamiento por contacto.



Figura 10. Envasado mecánico y manual de la panela granulada.

Comercialización

A diferencia de la panela comercial en forma de cono truncado que se utiliza para consumo directo (doméstico) e industrial (en la producción de alcohol), la panela granulada se destina principalmente para el consumo humano, ya sea en uso directo o como ingrediente en la preparación de bebidas y otros alimentos, por lo que es muy importante garantizar la calidad e inocuidad del producto. La heterogeneidad en el tamaño, forma y color (Figura 11) de la partícula disponible en el mercado nacional hace complejo conformar un lote de volumen aceptable y de calidad homogénea para satisfacer la demanda de este producto natural.

CONCLUSIONES

La panela granulada es un producto que puede tener gran demanda en una sociedad cada vez más consiente del beneficio de consumir productos naturales, con bajo nivel de procesamiento. Sin embargo, la agroindustria de los trapiches en México requiere la implementación de innovaciones tecnológicas que la hagan más eficiente y que aseguren la producción de panela granulada inocua y de una calidad estandarizada, principalmente en los parámetros de color y tamaño de partícula.

LITERATURA CITADA

- Castellanos D.O.F., Torres P.L.M., Flores M.D.H. 2010. Agenda Prospectiva de Investigación y Desarrollo Tecnológico para la Cadena Productiva de la Panela y su Agroindustria en Colombia. Bogotá: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. 258 p.
- Codex Alimentarius Commission. 2006. Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) de la panela como industria de alimentos. Roma, Italia. Accesible en: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/a1525s/a1525s06.pdf>.
- Codex Alimentarius Commission. 2015. Proyecto de Norma para el Jugo de Caña de Azúcar Deshidratado No Centrifugado (Normas Alimentarias No. CL 2015/19-CS). Roma, Italia. Accesible en: ftp://ftp.fao.org/codex/Circular_Letters/CxCL2015/cl15_19s.pdf.
- Guerra M.J., Mujica M.V. 2010. Physical and chemical properties of granulated cane sugar "panelas". *Ciência e Tecnologia de Alimentos* 30: 250-257.
- Prada F.L.E., García B.H.R., Chaves G.A. 2015. Efecto de las variables de evaporación: presión y flujo calórico en la calidad de la panela. *CORPOICA Ciencia y Tecnología Agropecuaria*. 16: 7-23.
- Quezada M.W., Gallardo I., Torres M. 2016. El color en la calidad de los edulcorantes de la agroindustria panelera. *Afinidad* 73: 26-30.
- Romo P.A.Y., Jiménez G.A.X., García B.H.R. 2004. Caracterización nutricional de la panela granulada. *CORPOICA Revista de Innovación y Cambio Tecnológico* 4: 34-42.
- Salterén L., Rivera C.E.F. 2011. Guía de Buenas Prácticas de Manufactura para Trapiches Paneleros. Bogotá, Colombia: Casa de Libros Editores. 172 p.



Figura 11. Heterogeneidad de color y tamaño de partícula en panela granulada.