



DESARROLLO DE LAS PEQUEÑAS INDUSTRIAS RURALES DE LA CAÑA DE AZÚCAR EN IBEROAMERICA: Melaza, Panela y Azúcar Moreno

Fábio Cesar da Silva¹; Marco Antonio Azeredo Cesar² & Carlos Gregório Hernandez Diaz-Ambrona³

INTRODUCCIÓN

El cultivo de caña de azúcar tuvo su inicio en Brasil ya en los primeros años después el descubrimiento. Aunque muchos crean que la caña es una planta nativa del continente americano, fue Martín Afonso de Souza quien en 1532 trajo las primeras cepas oriundas de la Isla de Madeira, y las plantó en la Capitanía de San Vicente, cerca de la ciudad de Santos, y el ingenio recibió el nombre de San Jorge dos Erasmos. Dos años más tarde, Jerônimo de Albuquerque, trajo cepas también de la Isla de Madeira, dando inicio a la agricultura de caña en la Capitanía de Pernambuco, e implantó en Olinda el Ingenio Nuestra Señora de la Ayuda. A partir de esos dos sitios, el cultivo de caña se irradió por todo el litoral brasileño, Alagoas, Sergipe, Bahía y Río de Janeiro. La invasión de los holandeses a Pernambuco en el siglo XVII, trajo un gran desarrollo de la industria azucarera en la Capitanía, superando incluso las Islas de Java, convirtiéndose en una referencia en esa época. En esa época, la Región Noreste tuvo un mayor desarrollo que la Paulista, favorecida por la mayor proximidad con el mercado europeo, y las favorables condiciones de clima y suelo. Con la expulsión de los holandeses en el siglo XVIII, y el establecimiento de su producción azucarera en Suriname y las Antillas, la industria brasileña entró en declive, pero se recobró al final de ese siglo.

La industria azucarera se desarrolló de manera muy semejante en diversos países de América Latina, central y Caribe, entre ellos Bolivia, Perú, México, Panamá, Venezuela y Ecuador. Las etapas de evolución de la Industria azucarera en Bolivia fueron (IBCE/ANF, 2008):

PRIMERA ETAPA (1.942-1.963): Nacimiento, desarrollo y consolidación de la industria azucarera nacional.

SEGUNDA ETAPA (1.964-1.970): Producción de 2 millones de toneladas, autoabastecimiento nacional e inicio de exportaciones con la "Cuota USA".-

TERCERA ETAPA (1.971-1.972): Disminución de la producción y reinicio de nuevas importaciones de azúcar.

CUARTA ETAPA (1.973-1.981): Fomento a la ampliación y/o renovación de cañaverales mediante la otorgación de créditos.

¹ Eng^o. Agr^o, Doutor, Pesquisador da Embrapa/CNPTIA, Professor e coordenador de Graduação e em Tecnologia Sucoalcooleira na FATEP y Pos-graduação Maestria em Gestor y Produção Azucaralcoholera da IAT. Pós-doutorado na LPV/ESALQ-USP e na Universidade Politécnica de Madrid. Email: fcesar@cnptia.embrapa.br

² Eng^o. Agr^o, Doutor, Professor de LAN/ESALQ-USP, Professor em Tecnologia da Produção Sucoalcooleira na Faculdade de Tecnologia de Piracicaba – FATEP y Maestria em Gestão e Produção Azucarera Alcoholera do IAT. Email: maacesar@esalq.usp.br

³ Eng. Agro., PhD, profesor titular Del Departamento de Producción Vegetal: Fitotecnia · Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos, Ciudad Universitaria, E-28040 Madrid, España. carlosgregorio.hernandez@upm.es

QUINTA ETAPA (1.982-1.989): Disminución de la superficie cultivada por excesivas lluvias y bajos precios del azúcar.

SEXTA ETAPA (Año 1.985): Nueva Política Económica (D.S. 21060)

SÉPTIMA ETAPA (1.990-1.991 y 1.992-1.993): Recuperación y caída de la producción azucarera.

OCTAVA ETAPA (1.994-2.005): Nueva recuperación de la producción azucarera y crecimiento de 28% al año en los últimos cuatro años.

La producción anual de azúcar es de alrededor de 400.000 toneladas métricas (Unidades Guabira, La Bélgica, San Aurelio, UNAGRO, Bermejo), con un excedente exportable de por lo menos 150.000 toneladas métricas anuales. Las ventas bolivianas de azúcar refinada y cruda, en conjunto ascendieron 25 millones de dólares en el 2004 (IBCE/ANF, 2008).

El azúcar en el oriente de Bolivia proviene de la caña de azúcar que se cultiva en el Departamento de Santa Cruz y en el Departamento de Tarija, mientras que en el noroeste de Argentina proviene de la Provincia de Tucumán. Esta producción podría expandirse utilizando nuevos cultivares tolerantes a baja temperatura. Igualmente se podría incorporar la región norte del Departamento de La Paz (San Buenaventura, provincia de Iturrealde) y otras regiones de la América Latina, posibilitando un desarrollo socio ambiental rural sustentable para pequeñas agroindustrias azucarera y de aguardiente.

A lo largo del tiempo la industria azucarera tuvo sus períodos de altas y bajas, y para controlar esos desajustes, se pasó a disciplinar la producción y controlar los mercados interno y externo. Actualmente Brasil ostenta la hegemonía en la producción mundial de azúcar blanco, contando con un 45% del mercado (UNICA, 2008). De tal modo que las grandes empresas azucareras, productoras de azúcares especiales, llevaron a la casi desaparición de los pequeños ingenios productores de azúcares brutos.

En los países iberoamericanos, se debe saber que la competitividad depende de ventajas y desventajas en los negocios agroindustriales. Por ejemplo, los fletes de transporte, la mano de obra calificada, las políticas de apoyo a las inversiones, el desarrollo de la investigación. Se debe efectuar un estudio técnico-económico-social y ambiental actualizado, para el desarrollo de una agroindustria diversificada y sostenible. La creciente búsqueda de alimentos naturales y más nutritivos, que pueden también ser orgánicos, hizo resurgir ese nicho de mercado y viene poco a poco ganando importancia y suscitando interés de los pequeños productores de caña, pues, agrega mayor valor a la materia prima. Del punto de vista energético, puede considerarse que la cada 100 g del producto suministra 300 calorías, allende contener también cantidad importante de minerales (Ca, P, Mg, K y Zn) siendo una de las mayores fuentes de hierro para los niños. Su uso en la alimentación humana es diversificado y varía entre las regiones. Es consumido puro y en mezclas con otros alimentos, tales como quesos, harina, bizcochos, pastel, con ñame, mandioca, entre otras opciones. Además, el melado es utilizado también como ingrediente en la industria de confitería, bebidas, caramelos y hasta mismo como sustituto del jarabe en el acondicionamiento de algunos tipos de frutas en conserva (PINTO, 1982; PINTO & COELHO, 1983).

El azúcar moreno y la panela, por su vez, tienen también papel importante en la alimentación infantil en regiones brasileñas más pobres en Latinoamérica, ya que se trata de un fuente de energética óptima y cucaracha por las

concentraciones de sacarosa, frutose y glucosa, pero en su composición posee una expresiva cantidad de minerales y proteínas, calculada en mg por 100 g del producto (según DELGADO & DELGADO, 1999): K (60 a 400); CA (50 a 350); Mg (30 a 80); P (30 a 100); En la (30 a 80); Fe (2 a 10); Mn (1 a 5); Zn (1 al tenor de vitaminas es inexpressível debido a que destrucción por el calor) y proteínas (280). El principal constituyente de la panela es la sacarosa, cuyo contenido varía entre un 75 y un 85%. Posee menos calorías que el azúcar blanco, ya que contiene de 310 a 350 calorías por 100 gramos frente a las 400 calorías del azúcar blanco. Además, presenta cantidades apreciables de diferentes vitaminas y minerales (SILVA *et al.*, 2003).

Aunque la panela no puede considerarse fuente de estos nutrientes, ya que se consume en pequeñas cantidades, puesto que se utiliza como condimento y no como alimento propiamente dicho, por lo que el aporte de sus vitaminas y minerales a la dieta es muy bajo (SILVA *et al.*, 2003; DELGADO & DELGADO, 1999). Tal suplementação nutricional veía los productos azucarados pueden minimizar la severidad de problemas de salud infantil, como raquitismo (deficiencia de CA y P), desarrollo muscular y nervioso limitado (K, Mg).

Otro aspecto, no menos importante es que el productor necesita estar atento para los factores que aportan para la mejoría de su negocio: materia prima (la caña de azúcar), las instalaciones (la fábrica), asepsia en el procesamiento, la calidad del agua utilizada, la calidad de la mano de obra y sobretodo las reacciones e inclinaciones del mercado. Entrenamiento y concienciación de los empleados de la fábrica sobre lo que es y la importancia de la calidad para la empresa y para ellos propios es fundamental. El proceso de fabricación es artesanal, por qué esto es lo que el consumidor desea, pero el fabricante tiene que ser profesional - tiene que saber lo que es calidad sin misticismo y sobretodo saber como conseguir la calidad con tecnología - el productor es artesanal pero no puede ser amator. (PINTO, 1982; PINTO e COELHO, 1983).

Hoy el consumo per capita de azúcar aumenta a razón de 0.2 kg/habitante cada año. En los países importadores netos el consumo per capita es muy alto (0.8-2.0), por tanto una disminución de los precios da lugar a un aumento sustancial del consumo. En los países subdesarrollados es de 6.7 a 14.3 kg/hab, con tendencia al incremento de 0.25 kg/hab cada año (UNICA, 2008). A partir de la década del 70, el consumo exhibe una tendencia a estabilizarse alrededor de 20 kg per capita.

Por ejemplo, en algunas partes del mundo el azúcar tipo moreno ('brown succionar') es comercializado en cubos de azúcar compactado, es usado como dulcificante de mesa, en sustitución al azúcar cristal o refinado blanco. Ésta es una forma atractiva para los servicios de alimentación como restaurantes y cafés, de transporte de pasajeros como en las líneas aéreas, terrestres y marítimas (SILVA *et al.*, 2003).

La pequeña industria rural productora de melaza, panela y azúcar moreno, puede ser implantada prácticamente en todo el territorio brasileño y diversar regiones en Iberoamerica, pues, se trata de un sistema artesanal familiar campesino y de ganos sociales importantes, con cuanto ya existan posibilidad da creación empresas industriales cooperadas de medio portea para azucar blanco de muy competitibilidad. El azucar moreno es también conocido como "azúcar de panela", que es un tipo de azúcar muy consumido en Filipinas, Asia del Sur y

sobre todo América Latina. En estos lugares se utiliza para endulzar zumos, tés, infusiones, refrescos, mermeladas e incluso galletas. En Colombia es producido cerca de 1,4 millones de toneladas por año y es el ingrediente principal de una popular bebida, el agua de panela, elaborada simplemente con agua y panela a la que se le puede añadir zumo de limón o queso tipo mozzarella, obteniendo así una bebida de agradable sabor.

El artículo reúne informaciones técnicas y socio-económicas para orientación del inversionista público en apoyo al sector campesino para desarrollo de la Regiones de Iberoamérica. La capacidad esperada de producción de la unidad es en torno a 900 kg diarios para un total de 149 mil kg total de producto por zafra con duración de 172 días. Desde algunos índices posibles de ser conseguidos con tecnología y manejo adecuados fue hecho el dimensionamiento del cañaveral lográndose un valor de 24,18 ha como siendo la área mínima plantada necesaria para esta producción. Dentre las diversas iniciativas rurales lucrativas más sustentables sociales, la pequeña industria de la caña de azúcar, cuando bien implantada y técnicamente explorada es un de los mejores. El consumidor está interesado en calidad y precio. Para atender la esta demanda y asegurar buen desempeño en el mercado, el productor tiene que buscar calidad y productividad.

CAÑA DE AZÚCAR COMO MATERIA PRIMA

En la planificación de las variedades de caña para atender las pequeñas industrias se pueden seleccionar las utilizadas por las grandes factorías y permitir un flujo continuo de materia prima a ser procesada en la zafra, tomándose en consideración las condiciones específicas de clima y suelo de la región.

El componente del jugo de caña responsable por la producción de azúcar moreno, panela. La mejor materia prima es a que tiene mayor tenor de azúcar (sacarosa). El tenor y la pureza del azúcar (sacarosa) en la caña dependen y varían con diversos factores, tales como: condiciones de clima, fertilidad del suelo, calidad y propiedad de la fertilización, tratos culturales, cultivar de caña y edad del cañaveral, entre otros (SILVEIRA, 2004). De esta forma, para lograr mayor rendimiento, el productor debe buscar plantar. Las variedades son agrupadas en cuanto a la época de maduración en precoces, medias y tardías, para inicio, mitad y fin de zafra; en cuanto a la riqueza en azúcar, en ricas, medias y pobres; y en cuanto al tiempo que permanecen en buenas condiciones de industrialización, PUI (Tiempo útil de Industrialización) largo, medio o corto.

Para la región de Sudeste del Brasil existen algunas variedades que pueden servir de referencia. Son ellas: para inicio de la zafra, mes de mayo la RB 83-5486, medio de la zafra, julio RB-85-5113, final de zafra, septiembre SP 79-1011 y para molinos anticipada en abril, a RB 85-5156. Sin embargo, se puede escoger otras variedades con buenas características, cuyas las decenas existentes (SILVA et al, 2003).

Para que la caña llegue al ingenio en buenas condiciones, no debe ser quemada ni cargada mecánicamente, evitándose así, el transporte de impurezas a la industria. Se debe considerar también el tiempo entre la cosecha y la extracción del jugo, lo cual debe ser el menor posible. Se recomienda que durante el corte de la caña se elimine el puntero o ápice de la planta acrecida o no de su flor, porque disponen de radicales fenólicos que reaccionan con el hierro interfiriendo

con la calidad de los productos obtenidos, ya que tendrán un color oscuro y aspecto desagradable (SILVA *et al.*, 2003).

Antes de realizarse la cosecha es importante que se identifique el estado de maduración de la caña, verificando si está madura. Cuanto mayor sea la riqueza en sacarosa, mayor será la producción por tonelada de caña. Las “cañas verdes” contienen mayor cantidad de azúcares reductores, dando panelas y azúcares que mielan. Sin embargo, en el caso de la melaza, esos azúcares son benéficos, pues, dificultan el azucaramiento del producto. Existen variedades que confieren un sabor amargo, principalmente al melado, lo que puede ser notado al tomar el jugo, sirviendo de indicación en la elección de las mismas.

PROCESAMIENTO Y PRODUCCIÓN

Cuando llega la caña de azúcar al ingenio puede ser descargada manualmente o mecánicamente para la molienda. Las unidades mejor equipadas poseen cuchillos antecediendo la operación de moliendas. En las unidades más simples, la caña entera se coloca alineada para la molienda. En este caso, la cantidad de jugo extraída se queda alrededor de 500 kg/tm de caña, mientras que en el primer caso, siendo dos las unidades de molienda, la cantidad extraída puede llegar a 700 kg/tm de caña. En las prácticas de molienda más sencillas, más eficientes, más del 70% del azúcar contenido en la caña pasa al guarapo. Este porcentaje se conoce como la extracción de sacarosa (o más sencillamente, la extracción). De ése modo se tiene una mejor eficiencia de extracción, lo que resulta en mayor cantidad de productos por tonelada de caña.

Después de la operación de moliendas, se tiene una cantidad de bagazo que se origina en la fibra de la caña que en parte va a ser quemado en las calderas para producción de vapor o en los hornos de los cazos de concentración del jugo. Las sobras pueden ser destinadas a la alimentación bovina, preferiblemente si se hidroliza primero, o para compostaje juntándose con las cenizas, lo que servirá para la fertilización orgánica de la caña, destinada a la obtención de productos orgánicos y un agrosistema más sustentable.

En la Figura 1, se ilustra el proceso de obtención de melaza (melado), panela (rapadura) y azúcar moreno.

El jugo obtenido en las moliendas, pasa por la primera purificación del guarapo que consiste en la filtración para separar la fracción de bagacillo del jugo. La bandeja receptora inferior debe ser rectangular con el fondo inclinado opuesto a la salida de jugo. Tiene la finalidad de retener posibles fracciones de tierra que podrían haber venido en la caña. Esos procedimientos son realizados en el barracón de recepción y moliendas de la caña (Figura 2, parte 1).

El proceso de clarificación de guarapo, diseñado para remover las impurezas tanto solubles como insolubles, emplea en forma general, cal y calor como agentes clarificantes. Ese guarapo va a ser destinado a la fase de purificación química y térmica, donde se hace la remoción de las impurezas por floculación debido al cambio de reacción del medio y al efecto de la temperatura. El local de purificación, concentración y operaciones finales debe poseer todas las aperturas protegidas por telas, para evitar la entrada de insectos (Figura 2, parte 2). El piso debe ser de material que permita el lavado, manteniendo así, la limpieza en el ambiente.

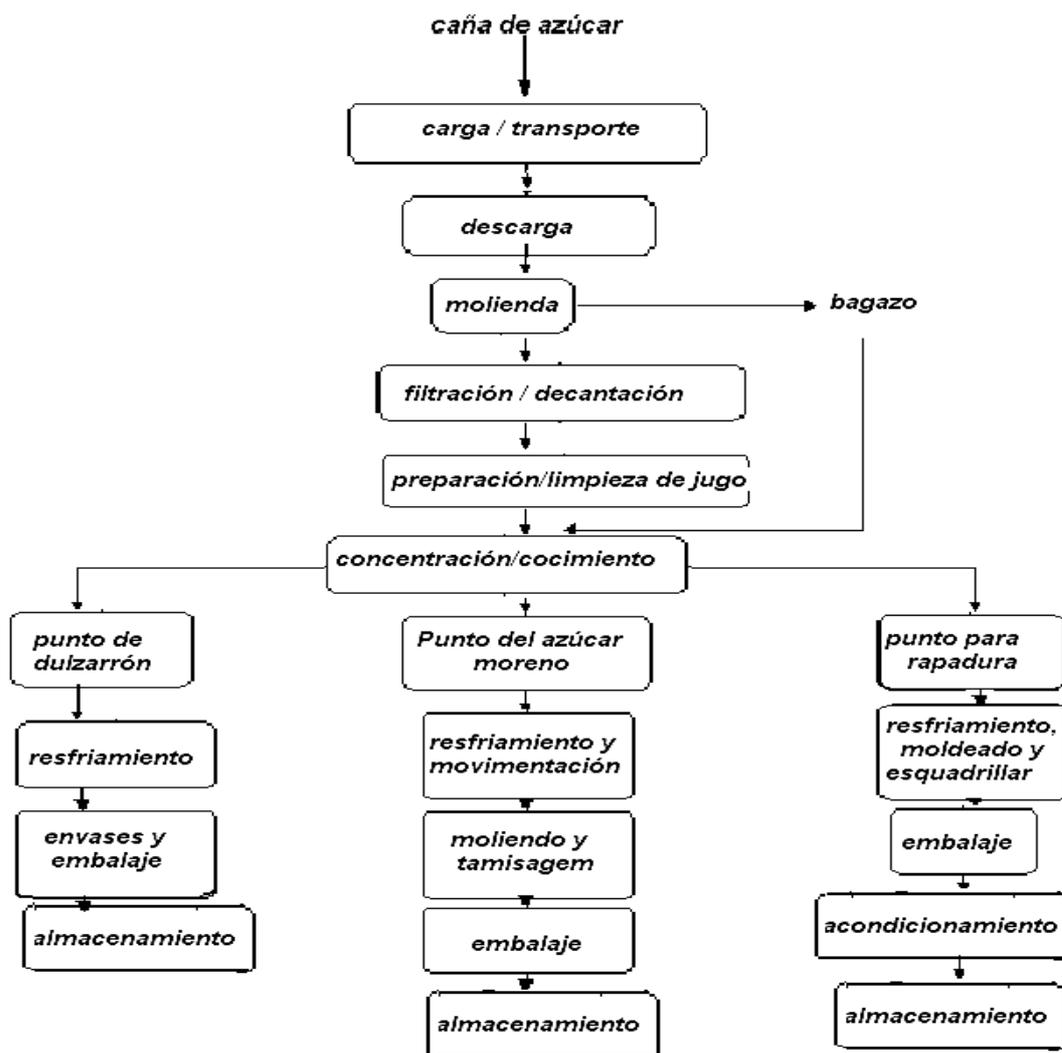


Figura 1. Flujograma de fabricación de los productos azucarados de la caña (adaptación de Silva *et al.*, 2003)

PRODUCCIÓN DE MELAZA O MELADO

La Melaza es el jugo de caña de azúcar concentrado por la evaporación del agua hasta que alcance un tenor de sólidos (Brix) entre 65 y 75%. En la industria, el jugo proveniente de la purificación primaria va a la bandeja de purificación de acero inoxidable, que tiene una serpentina de calentamiento a vapor, o a la caja de calentamiento a fuego directo. En esa fase, debido al calentamiento, las sustancias del caldo se floculan por el efecto del calor y empiezan a emerger, y entonces serán gradualmente removidas. Esto se debe realizar antes de la ebullición.

Para producir melaza que no se azucare, y de mejor conservación, se tiene que utilizar ácido cítrico (grado alimentario), en la proporción de 75 g/100 L de caldo. Antes de agregarlo al jugo, se disuelve en 1,0 litro de agua. El ácido cítrico es orgánico y encontrado en las frutas, el ácido clorhídrico es inorgánico, pero están presentes en el jugo gástrico, así ambos pueden ser utilizados con la finalidad de producir la melaza (Cuadro 1).

Cuadro 1 – Utilización de tratamientos ácidos (orgánico e inorgánico) en la producción de melazo por hidrolización, en estudios conducidos por CESAR & SILVA (según SILVA et al., 2003).

Tratamientos	Parámetros tecnológicos del Producto				
	°Brix	Pol	Azúcares reductores (%)	Pureza (%)	pH
1. jugo puro de caña (JPC)	18,0	16,1	0,3	89,6	5,2
2. melaza testigo	73,0	59,0	6,2	76,7	4,7
3. Melaza + 0,5g Ac. Cítrico/ L de JPV	77,0	52,8	14,3	68,6	4,3
4. Melaza + 0,75g Ac. Cítrico/ L de JPC	74,2	44,6	21,0	60,1	4,1
5. Melaza + 1,0g Ac. Cítrico/ L de JPC	76,0	33,8	24,6	44,5	4,0
6. Melaza + Ac. Clorídrico até pH 3,5	74,0	32,4	28,7	43,8	3,4

La adición puede ser hecha antes de la ebullición del caldo, ya que ésta también producirá floculaciones que deben ser removidas. Esa operación también puede ser realizada, cuando la concentración ésta alrededor de 50 Brix. La adición del ácido causa la inversión de parte de la sacarosa en azúcares reductores, lo que previene que el caldo se azucare (SILVA *et al.*, 2003).

La melaza producida de ese modo tendrá un tenor de reductor alrededor de 20% y pH de 4,0 lo que dará mayor tiempo de conservación a los productos. La melaza obtenida de este modo tendrá un sabor más agradable. Otra técnica es la producción de melaza o melado sin inversión. En ese caso, se agrega al caldo antes de la ebullición leche de cal de calidad (sin dioxina), hasta obtener un pH 6,0, lo que puede ser acompañado con papeles reactivos, adquiridos en firmas que trabajan con productos químicos. La leche de cal se prepara agregando 1 kg de cal a 10 litros de agua. Este producto también es de buena calidad, solamente que tiene un tiempo de duración más corto.

Después de esa operación, el caldo está listo para ser concentrado, hasta que alcance el Brix deseado, entre los 65 y 75%. Para conocer el grado de concentración de la melaza, se utilizan dos técnicas principales. La primera, es observando la concentración del caldo por el escurrimiento en los bordes de la pala de revolver o de la espumadera. A medida que se concentra escurre más lentamente, formando gotas colgantes grandes. Esta técnica requiere práctica. El otro modo consiste en determinar la temperatura de ebullición del material, la cual se eleva con la concentración de la melaza. La temperatura del concentrado, debe ser de aproximadamente 103°C cuando alcance 65° Brix, y 105°C a 72° Brix. Una vez alcanzada la concentración deseada, el caldo se transfiere para su

enfriamiento a estanques de acero inoxidable, hasta que la temperatura baje a aproximadamente 85°C, cuando se procede a su envasado en frascos resistentes. Inmediatamente se cierra el frasco y se invierte, bañándose con agua fría hasta alcanzar temperatura ambiente. De esta manera se mejora su conservación y se evita el desarrollo de microorganismos.

Cuando se quiere una melaza más limpia, transparente y brillante es necesario que permanezca en reposo por lo menos por 24 horas, en decantación en cilíndricos de acero inoxidable. Ese decantador tiene dos salidas, una lateral para retirada de la melaza decantada y otra en el fondo para remoción de materiales ligeros y pesados, que se acumulan durante el retiro de la melaza. La melaza ya fría se coloca en frascos de vidrio o plástico resistentes, pues deberá ser recalentado por lo menos a 80°C, para mayor seguridad de conservación. Después de cerrados los frascos, se invierten y se enfrían con aspersión de agua. El paso siguiente consiste en etiquetar los frascos y llevarlos al almacén.

PRODUCCIÓN DE PANELA

La panela es la melaza o el melado con elevada concentración (82 a 85° Brix), que se solidifica en bloques por enfriamiento.

En la producción de panela se debe resaltar la importancia del despunte de la caña (remoción del cogollo) y de que esté madura, para disminuir la cantidad de azúcares reductores que causará la "mieles"; pudiendo inclusive prevenir su solidificación. La caña verde o vieja de corte puede causar estas irregularidades.

El caldo extraído de la filtración y decantación, fluye para la bandeja de calentamiento y purificación, donde recibe la leche de cal, hasta alcanzar un pH entre 6,5 7,0 y al mismo tiempo, se calienta, causando la floculación de las impurezas. Como en el caso anterior, la remoción de las impurezas es realizada con una espumadera antes que el caldo entre en ebullición, quedando así, un mínimo de impurezas en dispersión. De no retirarse las impurezas, al hervir queda mucho material en dispersión resultando un producto de mala calidad.

Después de la purificación del guarapo, el jugo es enviado a los cazos de concentración, donde debe ser revuelto continuamente, para evitar la caramelización, que no permitiría alcanzar el punto de solidificación. Después de logrado el punto de jarabe, gradualmente aumenta la concentración y se transforma en un material espeso que empieza a ebullición. En ese instante, se debe reducir la intensidad del calentamiento, sea por fuego directo o por vapor. La concentración del punto de panela se sitúa en torno a 70 a 73° Brix en caliente y 82 a 85° Brix en frío (SILVA et al., 2003). Para determinar el punto de modo práctico, se toma una pequeña muestra con una cuchara y se pone en un envase con agua fría. Enseguida, con los dedos se hace una bola que debe tener consistencia firme y maleable, resultando así una panela sabrosa que se deshace en la boca. Cuando el punto es muy elevado, la bola será dura, sucediendo lo mismo con la panela.

Logrado el punto adecuado, la masa se lleva al batidor, con el propósito de enfriar un poco, airear y clarear el producto. Este procedimiento garantiza una panela con estructura fina y homogénea. Con un batido incompleto, el producto se pone manchado y áspero en la boca. Cuando la masa queda espesa y brillante debe ser transferida a las formas de moldeado. Después de esperar de 30 a 60

minutos las panelas ya están firmes, pudiendo retirarse los moldes y despegarlas. Para completar el endurecimiento y poder embalarlas, se deja en reposo por 24 horas en un local seco y aireado. Con este procedimiento, el producto está listo para ir al mercado.

PRODUCCIÓN DE AZÚCAR MORENO

El azúcar mascabado es una masa con elevada concentración de sólidos que por enfriamiento produce un azúcar suelto, que integra en su composición además de la sacarosa, glucosa y frutosa, todas las sales minerales y muchas otras sustancias que forman parte de la composición de la caña de azúcar.

La cristalización tiene lugar en tachas al vacío de efecto simple, donde el jarabe se evapora hasta quedar saturado de azúcar.

El procedimiento para la obtención del azúcar moreno es semejante al de producción de panela, la diferencia ésta en la concentración más elevada, entre 90 y 95° Brix. A medida que la masa cocida se concentra va poco a poco perdiendo transparencia y se pone deslucida. En esta fase, no se puede parar de revolver la masa para que no arda. Al revolver la masa, el fondo del cazo aparece, indicando que está próximo el punto para descargarla al batidor. El reconocimiento práctico del punto final de la concentración puede ser hecho, retirando una porción de la masa y colocándola en un envase con agua fría, que al trabajarla entre los dedos hasta que se enfríe completamente queda dura y astillosa, despedazándose al arrojarla contra una superficie sólida. La otra técnica es observar la temperatura de ebullición que debe ser de 120°C cuando la concentración sea de 90° Brix y 122°C a 95° Brix.

Habiendo alcanzado la concentración deseada, la masa es removida del cazo y se echa en los batidores que pueden ser manuales o mecánicos. En algunos casos se agrega bicarbonato de sodio en el fondo de las batidoras para facilitar la cristalización del azúcar. Esa operación lleva de 15 a 30 minutos, hasta que la masa pasa al estado sólido produciendo un azúcar suelto, con un tenor de humedad entre 3,0 y 5,0% después de enfriar. Mientras mayor sea la humedad, pequeña fracción de la masa puede resultar en grumos de azúcar, los cuales son separados con cedazos. Los grumos deben ser triturados en molidor o triturador y mezclados o no con el azúcar cernido. El azúcar ya frío, puede ser acondicionado en bolsas de kilo, de 25 ó de 50 kilos, para su comercialización.

ALMACENAMIENTO DE LOS PRODUCTOS

El almacén destinado a los productos obtenidos debe ser un local cerrado, con piso de cemento o piedra, ventanas de vidrios fijos, que permitan la entrada de luz. El piso debe ser impermeable, y poseer una estructura de madera para depositar los sacos y cajas de los productos. Para garantizar el mantenimiento de la calidad del azúcar y de la panela, los productos se deben cubrir con material plástico. La puerta del almacén debe permanecer siempre cerrada evitando los cambios de humedad interior.

PRODUCCIONES ESPERADAS

La cantidad de productos logrados depende de la riqueza en sacarosa de la caña, del peso de jugo extraído por tonelada y de la remoción de borras. Los valores esperados de producción pueden estar comprendidos entre

Jugo extraído -----	500 a 600 kg / ton. Caña
Melaza -----	126 a 203 kg / ton. Caña
Panela -----	97 a 155 kg / ton. Caña
Azúcar moreno-----	91 a 138 kg / ton. caña

En la fabricación de panela, melaza y azúcar moreno es importante que el productor conozca el desempeño de su proceso a lo largo de la zafra y entre las zafras. Estas evaluaciones de desempeño del ingenio son importantes para la planificación y control de las operaciones, así como para la composición de los costos de producción.

CALIDAD DE LOS PRODUCTOS

Calidad es un importante aspecto de la producción de alimentos y bebidas y, normalmente, es considerada como grado de excelencia del producto. Desde el punto de vista operacional, de la producción y comercialización, calidad es aquello que el comprador/consumidor quiere y está dispuesto a pagar por ello. Es evidente que la seguridad del usuario del producto tiene que ser una preocupación constante del fabricante y del comerciante, ya que el consumidor siempre asume que el producto es de calidad garantizada. Quien se gana la vida con un producto no quiere causar un problema de salud a su consumidor.

La visión moderna es que la calidad tiene que estar diseminada en todo el ambiente del sistema de producción. Es decir, desde la elección de los cultivares de caña, el área y el suelo para la plantación, corte y transporte de la caña, instalaciones y atenciones durante todas las operaciones de fabricación, seguridad de los operarios y empleados, hasta la colocación del producto en las manos del consumidor. De hecho, además hasta cuando se orienta el consumidor sobre la mejor forma de utilización del producto. Tiene que haber una conciencia y el conocimiento de lo que es calidad por parte de todo el personal envuelto en la producción.

La concepción más aceptada de calidad, es aquélla que considera el conjunto de características que diferencian las unidades individuales de un producto y que tiene importancia en la determinación del grado de aceptabilidad de aquella unidad por el comprador / consumidor.

Entre las características que hacen el producto agradable al consumidor se encuentran: color, viscosidad, sabor, aroma, olor, ausencia de defectos y materiales extraños a la vista, exento de sustancias tóxicas (microbianas, residuos de químicos). Así, la calidad total de un producto puede ser analizada por sus atributos, donde cada uno puede ser medido y controlado independientemente durante la fabricación. Este concepto de calidad permite considerarla como una especificación o un grupo de especificaciones dentro de determinados límites o tolerancias que deben ser alcanzados en calidad "físico-química" de la melaza, panela y azúcar mascabado. La legislación establece para azúcar mascabado o moreno, melaza y panela la ausencia de *salmonela* y *coliformes fecales*, y se

presenten libres de suciedades, de adultos y larvas de insectos, así como sus fragmentos.

ANÁLISIS DE VIABILIDAD ECONOMICA DE LA PEQUEÑA AGROINDUSTRIA

La agroindustria aquí caracterizada, debe estar localizada en la zona rural y dentro de la vocación y aptitud de las tierras (zonificación agroecológica), próxima a la producción de la materia prima, pues en concordancia con las proposiciones del PRONAF ("Programa Nacional de Fortalecimiento da Agricultura Familiar") que es un programa gubernamental brasileño para desarrollar los campesinos con créditos financieros. La agroindustria debe absorber la producción de varios agricultores familiares asociados. El suministro de materia prima es de fundamental importancia para la vitalidad del negocio. En la secuencia se relacionan los principales puntos que deben ser tomados en consideración en la elección del lugar a ser implantada la agroindustria:

- ✓ El potencial de obtención de la materia prima en la región debe ser superior a la demanda de la fábrica proyectada y posibilitar futuras expansiones en la producción;
- ✓ El local apropiado para manejo de los residuos, en caso de que ocurran eventuales problemas que impidan el aprovechamiento de residuos conforme a lo planeado;
- ✓ Suministro de agua confiable y de buena calidad (bebible);
- ✓ Suministro suficiente de energía eléctrica, sin interrupción;
- ✓ Disponibilidad de mano de obra, incluyendo personal de nivel técnico;
- ✓ Ausencia de contaminación de cualquier especie en los alrededores de la agroindustria;
- ✓ Infraestructura vial en condiciones de uso y de fácil acceso;
- ✓ Disponibilidad de área suficiente para implantación de la agroindustria y su futura expansión.

El análisis presentado a continuación refleja el conjunto de datos y premisas básicas consideradas por los autores para una iniciativa con las siguientes características: a) Capacidad Operacional de la Fábrica: 9000 (kg de caña al día); b) días de funcionamiento por año (correspondiente a la zafra): 172 (días) y c) procesamiento anual de caña de azúcar: 1.548.000 (kg/año). Utilizándose el software SAAFI-AGRO de la Universidade Federal de Viçosa. Con base en el conjunto de datos anteriores de la región montana, se puede estimar los indicadores financieros.

Los indicadores revelan que el proyecto presenta viabilidad financiera. La tasa interna de retorno (TRI) es bastante superior a la tasa mínima de atraktividad establecida y el tiempo de recuperación del capital (TRC) es relativamente bajo, en torno a 3 años. Ese software se encuentra disponible gratuitamente en Internet, en: <http://www.mda.gov.br/saf/arquivos/programas/Rapadura.zip>

CONCLUSIONES

Como conclusiones de este artículo se pueden señalar las siguientes:

1. Los niveles de producción de azúcar en los últimos años crecen a un ritmo semejante al crecimiento poblacional.
2. El fabricante debe estar atento a las características de calidad del producto que su mercado o comprador/consumidor exige y la facilidad de transporte al centro consumidor.

3. La legislación debe especificar los requisitos mínimos pero el fabricante debe tener como desafío ofrecer un producto de calidad y reducir los riesgos ambientales en sus cultivos en función de la aptitud de las tierras. No debe conformarse con cumplir las exigencias oficiales, sino conocer lo que su comprador/consumidor quiere.
4. El producto artesanal presenta gran aceptación en el mercado y es más nutritivo para la población (más vitaminas). Así que hay la necesidad de aprovechar estas ventajas para su afirmación en el mercado.
5. El producto debe ser artesanal, pero el fabricante tiene que ser profesional para sobrevivir en la actividad y tener apoyo de técnicos del Gobierno o Universidades.

BIBLIOGRAFIA

- DELGADO, A. A. & CESAR, M. A. A. Elementos de tecnologia e engenharia do açúcar de cana. ESALQ/Depto de Tecnologia Rural: Piracicaba, 1977. 3v.1140p.
- DELGADO, A. A.; DELGADO, A. P. Produção do açúcar mascavo, rapadura e melado. Piracicaba/SP, 1999. 154p.
- Instituto Boliviano de Comercio Exterior – IBCE/ANF. Entrevista realizada al Lic. Gary Antonio Rodríguez Álvarez, Gerente General del IBCE en relación a proyecto de azúcar de Bolivia. Disponible em: <<http://www.ibce.org.bo/documentos/anf.htm>>. Acesso em: 10 março 2008.
- PINTO, G.L. & COELHO, D.T. 1983. **Produção de melado no meio rural**. Conselho de Extensão. Universidade Federal de Viçosa, Informe Técnico no. 34. 1983. 8p.
- PINTO, G.L. 1990. **Fabricação de rapadura e açúcar batido**. Conselho de Extensão. Universidade Federal de Viçosa, Informe Técnico no. 65. 9p.
- SILVA, F. C. da; CESAR, M. A. A.; SILVA, C. A. B. Pequenas Indústrias Rurais de Cana de açúcar: melado, rapadura e açúcar Mascavo. Embrapa Informação Tecnológica, Brasília, 2003. 155 p.
- SILVEIRA, A. H. **Produtos da cana**. 3ª Ed, São Paulo, Melhoramentos, s.d. 31p. 2004.
- SOUZA, M. 1997. **Rapadura na cesta básica deve estimular produtores da Bahia**. A tarde de Salvador, Sábado, 20 de dezembro de 1997. Seção local.
- União da Indústria de Cana-de-açúcar – UNICA. Produção de álcool, açúcar e cana do Brasil das safras 1990/91 a 2005/06. **Informativo UNICA, no. 74**. Disponible em: <<http://www.unica.org.br>>. Acesso em: 18 março 2008.

ALGUNAS DEFINICIONES GENERALES DE LA CAÑA DE AZÚCAR:

Caña: es la materia prima normalmente suministrada a la fábrica y que comprende la caña propiamente dicha, la paja, el agua y otras materias extrañas,

Paja: es la materia seca, insoluble en agua, de la caña

Jugo Absoluto: son todas las materias disueltas en la caña, más el agua total.

Bagazo: es el residuo después de la extracción del jugo de la caña por cualquier medio, molino o presa.

Jugo Residual: es la fracción de jugo que no ha podido ser extraída y que queda en el bagazo.

Brix: el Brix de una solución es la concentración (expresada en g de concentrado en 100 g de solución) de una solución de sacarosa pura en agua.

Pol: es la concentración expresada en g de solución en 100 g de solución de una solución de sacarosa pura en agua.

Figura 2. Ejemplo de fotografías de una unidad moderna típica de producción de azúcar moreno: recepción y descarga (1) y en cozimiento del jarope até azúcar (2).



(1)



(2)

FOTOS: Nelson Campos – EMME Fotos (cedido por Embrapa – SILVA *et al.*, 2003)