

# AZUCARES, MILES



# FRUTOS SECOS

Autor

**JOSÉ ABERLAIN ARANDA RODRÍGUEZ**

Editor

**JUAN SEBASTIÁN RAMÍREZ NAVAS**  
Ingeniero Químico

Manejo de Sólidos y Fluidos

UNIVERSIDAD DEL VALLE  
TECNOLOGÍA EN ALIMENTOS  
2007

Para consultas o comentarios, ponerse en contacto con:

**José Aberlain Aranda Rodríguez**

e-mail: [joselitojax@hotmail.com](mailto:joselitojax@hotmail.com)

**IQ. Juan Sebastián Ramírez Navas**

e-mail: [juansebastian\\_r@hotmail.com](mailto:juansebastian_r@hotmail.com)

Las opiniones expresadas no son necesariamente opiniones de la Universidad del Valle de sus órganos o de sus funcionarios.

Edición:

2007 © Manejo de Sólidos y Fluidos.

Cali – Valle – Colombia

e-mail: [juansebastian\\_r@hotmail.com](mailto:juansebastian_r@hotmail.com)

## TABLA DE CONTENIDO

<b>PREFACIO</b>	<b>5</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>7</b>
<b>PANELA</b>	<b>9</b>
<b>1 ANTECEDENTES</b>	<b>9</b>
1.1 REVISIÓN HISTÓRICA	9
<b>2 COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DE LA PANELA</b>	<b>9</b>
2.1 LOS AZÚCARES	9
2.2 LAS VITAMINAS	10
2.3 LOS MINERALES	10
<b>3 PROCESO TECNOLÓGICO</b>	<b>11</b>
3.1 OBTENCIÓN DE PANELA	11
3.2 COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA CAÑA	11
3.3 MATERIA PRIMA EN LA ELABORACIÓN DE PANELA	11
3.4 ARRUME DE CAÑA PANELERA LISTA PARA EXTRACCIÓN DEL JUGO	12
3.5 EXTRACCIÓN DEL JUGO.	12
3.5.1 El color de la panela	13
3.6 LIMPIEZA DE LOS JUGOS	14
3.7 EVAPORACIÓN Y CONCENTRACIÓN LOS JUGOS DE CAÑA	14
3.8 BATIDO, MOLDEO, SECADO Y EMPAQUE	15
3.9 ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN	16
3.10 DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO PRODUCTIVO DE LA PANELA	16
<b>AZÚCAR DE CAÑA</b>	<b>17</b>
<b>1 INTRODUCCIÓN</b>	<b>17</b>
<b>2 ANTECEDENTES</b>	<b>17</b>
2.1 REVISIÓN HISTÓRICA	17
<b>3 PROCESO TECNOLÓGICO</b>	<b>18</b>
3.1 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO.	19
3.1.1 Molienda.	19
3.1.2 Clarificación.	19
3.1.3 Evaporación.	19
3.1.4 Cristalización.	20
3.1.5 Filtrado y empaquetado.	21
<b>MIEL DE CAÑA</b>	<b>23</b>
<b>1 INTRODUCCIÓN</b>	<b>23</b>
1.1 ELABORACIÓN	23
1.2 UTILIZACIÓN	24
<b>MIEL DE ABEJA</b>	<b>25</b>

<b>1</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>25</b>
<b>2</b>	<b>ANTECEDENTES</b>	<b>26</b>
2.1	REVISIÓN HISTÓRICA	26
2.2	ESQUEMA ACTUAL DE LA APICULTURA	26
2.3	GASTRONOMÍA	27
2.4	USO TERAPÉUTICO	28
2.4.1	Precauciones	28
2.5	COMPOSICIÓN	28
<b>3</b>	<b>PROCESO TECNOLÓGICO</b>	<b>29</b>
3.1	EXTRACCIÓN DE LA MIEL	29
3.1.1	Extractor de miel	29
3.1.2	Decantador	29
3.1.3	Bombas de paletas	30
3.1.4	Cuchillo desoperculador	30
3.1.5	Centrífuga de cera de opérculos	30
3.1.6	Batea de escurrimiento	31
3.1.7	Sala de extracción de miel	31
	<b>FRUTOS DESHIDRATADOS POR INMERSIÓN</b>	<b>33</b>
<b>1</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>33</b>
1.1	EMPLEO EN LA DESHIDRATACION OSMOTICA EN FRUTAS.	34
<b>2</b>	<b>ANTECEDENTES</b>	<b>34</b>
2.1	VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LA OSMOSIS.	34
<b>3</b>	<b>PROCESO TECNOLÓGICO</b>	<b>36</b>
3.1	DIAGRAMA DE FLUJO	36
3.2	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	37
3.2.1	Preparación de la fruta	37
3.2.2	Deshidratación osmótica	37
3.3	FACTORES QUE INFLUYEN EN LA VELOCIDAD DE DESHIDRATACIÓN.	38
3.4	CARACTERÍSTICAS Y USOS DE LAS FRUTAS OBTENIDAS	39
3.5	BALANCE DE MATERIA	40
	<b>CONCLUSIONES</b>	<b>41</b>
	<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>43</b>
<b>1</b>	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>43</b>
1.1	TEXTOS CITADOS	43
1.2	URL'S CITADAS	43

## **PREFACIO**

La producción de azúcar en Colombia presenta múltiples ventajas, así mismo la producción de caña de azúcar se constituye en una de sus principales fortalezas, lo cual debe seguirse explotando para consolidarse como una de las agroindustrias más eficientes en el uso de sus recursos.

En cuanto al eslabón industrial, la industria azucarera colombiana se caracteriza por ser uno de los sectores más organizados a nivel gremial y más avanzado en cuanto al uso de tecnología de vanguardia en los procesos productivos tanto en el campo como en la fábrica, manteniendo así excelentes estándares de calidad y eficiencia. En los últimos años la productividad de la industria se ha incrementado como resultado de la concentración de la producción en un número menor de ingenios, generando de esta manera economías de escala que le han permitido obtener una mayor productividad laboral

Por otra parte Colombia presenta una riqueza invaluable en términos de sus recursos productivos, tal es el caso de la producción frutícola exótica que aunque ignorada por muchos representa una fortaleza bastante significativa frente a los mercados internacionales.

Aunque los productos exóticos colombianos se encuentran dentro de las nuevas preferencias por productos novedosos, convenientes, inocuos y con altas calidades nutricionales, el desempeño de los frutales promisorios ha sido lento, difícil y muy fluctuante, con bajos volúmenes y poca continuidad, insuficiente para posicionar el país y lograr el desarrollo de una verdadera diversificación exportadora del sector frutícola. La alta dispersión de la producción exportable, revela la falta de núcleos productivos regionales que permitan el desarrollo de economías de escala y el aprovechamiento de los recursos.



## **INTRODUCCIÓN**

Las cadenas de producción industrial con enfoque alimenticio que hoy forman parte de nuestro mundo moderno han evolucionado pues con el transcurrir de los años convirtiéndose finalmente en sistemas productivos conformados por un sinnúmero de procesos fundamentados en la aplicación de las nuevas practicas de manufactura y la tecnología disponibles que descarga sus efectos en la transformación productos de alta competitividad en el mercado.

Las empresas que forman parte del vinculo alimentario y que incesantemente buscan nuevas líneas de productos promisorios para incluirlos en los estándares de la demanda comercial pueden encontrar una luz de apoyo en insumos producidos por gremios muy bien cimentados, es allí donde la creatividad y la visión asociada con efectivos sistemas de investigación y desarrollo forman un papel importantísimo en la creación de nuevas oportunidades ante las exigencias mercantiles.



# PANELA

## 1 ANTECEDENTES

### 1.1 REVISIÓN HISTÓRICA



Fig. 1. Caña Panelera

La caña panelera (*Saccharum Robustum*), es una especie botánica originaria de Nueva Guinea e islas vecinas, pasando por Filipinas, Hawai, Las Molucas, Borneo, Sumatra, malaya, Indochina, Birmania, La India, Las Islas Salomón, Las Nuevas Hébridas, Fiji, Raiatea, Tahití, Persia, Egipto, España y Colombia (1570 aprox.)

Se dice que Alejandro Magno cuando con sus tropas conquistaron La India en 327 a.C probaron por primera vez la caña, para llevarla posteriormente de regreso a Persia. Asia y América son los continentes de LA PANELA.

## 2 COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DE LA PANELA

Los principales componentes nutricionales de la panela son los azúcares (sacarosa, glucosa y fructosa), las vitaminas (A, algunas del complejo B, C, D y E), y los minerales (potasio, calcio, fósforo, magnesio, hierro, cobre, zinc y manganeso, entre otros).

### 2.1 LOS AZÚCARES

Entre los carbohidratos, el azúcar sacarosa es el principal constituyente de la panela, con un contenido que varía entre 75 y 85% del peso seco. Por su parte, los azúcares reductores (entre 6 y 15%), poseen una disponibilidad de uso inmediato para el organismo, lo cual

representa una gran ventaja energética, "estos son fácilmente metabolizados por el cuerpo, transformándose en energía necesaria requerida por nuestro cuerpo".

Desde el punto de vista nutricional, el aporte energético de la panela oscila entre 310 y 350 calorías por cada 100 gramos. Adulto que ingiera 70 gramos diarios de panela (que es consumo diario por habitante a nivel nacional), obtendrá un aporte energético equivalente al 9% de sus necesidades.

La inversión de la sacarosa es un proceso natural de partición de esta sustancia, del cual se origina la glucosa y la fructosa (que también se conoce como "azúcares reductores").

## 2.2 LAS VITAMINAS

Las vitaminas son sustancias muy importantes para el funcionamiento diario y el crecimiento del organismo, el cual no es capaz de sintetizarlas y, por tanto, debe ingerirlas de manera regular y balanceada en los alimentos. La panela aporta un conjunto de vitaminas esenciales que complementan el balance nutricional de otros alimentos.

## 2.3 LOS MINERALES

Los minerales que necesita el organismo juegan un importante rol en la conformación de la estructura de los huesos, de otros tejidos y de algunas secreciones del organismo como la leche. Por lo tanto, se trata de compuestos irremplazables durante el crecimiento del cuerpo. Los minerales intervienen en múltiples actividades metabólicas: activan importantes sistemas enzimáticos, controlan el pH, la neutralidad eléctrica y los gradientes de potencial electroquímico. También participan en la conformación bioquímica de algunos compuestos de gran importancia fisiológica: el cloro del ácido clorhídrico propio de la secreción gástrica, el yodo de las hormonas tiroideas, el hierro de la hemoglobina, entre otros.

<b>Carbohidratos en mg</b>		<b>Vitaminas en mg</b>	
Sacarosa	72 a 78	Pro vitamina	2.00
Fructosa	1.5 a 7	Vitamina A	3.80
Glucosa	1.5 a 7	Vitamina B1	0.01
Minerales en mg		Vitamina B2	0.06
Calcio	40 a 100	Vitamina B5	0.01
Magnesio	70 a 90	Vitamina B6	0.01
Fósforo	20 a 90	Vitamina C	7.00
Sodio	19 a 30	Vitamina D2	6.50
Hierro	10 a 13	Vitamina E	111.30
Manganeso	0.2 a 0.5	Vitamina PP	7.00
Zinc	0.2 a 0.4	Proteínas	280mg
Flúor	5.3 a 6.0	Agua	1.5 a 7.0 g
Cobre	0.1 a 0.9	Calorías	312

Fuente: Instituto Anboisse de Francia.

### 3 PROCESO TECNOLÓGICO

#### 3.1 OBTENCIÓN DE PANELA

LA PANELA es un producto obtenido de la evaporación de los jugos de la caña y la consiguiente cristalización de la sacarosa que contiene minerales y vitaminas. Esta se puede utilizar para la industria alimenticia en la fabricación de productos alimenticios, además como proveedora de insumos para otras industrias y para la industria farmacéutica

Se hace indispensable tener en cuenta tanto la elaboración misma de los productos como el origen y composición de las materias primas que van a ser empleadas en la elaboración de los mismos.

#### 3.2 COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA CAÑA.

Está compuesta principalmente por agua, y una parte sólida la cual a su vez está compuesta principalmente de fibra y sólidos solubles. Entre los sólidos solubles de la caña sobresalen los azúcares como sacarosa, glucosa y fructuosa y otros compuestos menores como minerales, proteínas, ceras, grasas y ácidos que pueden estar en forma libre o combinada. La proporción en la que se encuentran cada uno de estos compuestos está dada por la variedad, tipo de suelo, manejo agronómico, edad, factores climáticos, etc. y estos a su vez son alterados durante el proceso de tal forma que se dificulta obtener un producto totalmente homogéneo.

Tabla 2. Composición química promedio de la caña de azúcar			
COMPONENTES DE LA CAÑA DE AZÚCAR		CANTIDAD	PORCENTAJE (%)
Agua		73-76	
Parte Sólida		24-27	
	Fibra seca		11-16
	Sólido soluble		10-16

#### 3.3 MATERIA PRIMA EN LA ELABORACIÓN DE PANELA.



Fig. 2. Caña Panelera, cosecha

La caña es una gramínea del género *Saccharum*, originaria de Nueva Guinea, cultivada en zonas tropicales y subtropicales, su reproducción es agámica y sus raíces muy ramificadas. Su forma es erecta con tallos cilíndricos de 2 a 5 metros de altura, diámetro variable de 2 a 4 cm. y 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.

Entre otros compuestos tenemos que la caña de azúcar contiene gran cantidad de celulosas, pentosanas y algunas cantidades de cenizas y ácidos orgánicos, peptonas, aminoácidos y algunos compuestos solubles que pueden dificultar la clarificación final del producto. Corte y almacenamiento de la caña.

### 3.4 ARRUME DE CAÑA PANELERA LISTA PARA EXTRACCIÓN DEL JUGO



Fig. 3. Extracción de jugos

El corte de la caña se debe realizar cuando la caña alcanza el sazonado adecuado, ósea cuando tiene la mayor concentración de sólidos solubles, y alcanza la madurez en sacarosa. Las cañas inmaduras y sobremaduras dan rendimientos menores y poseen mayor cantidad de reductores lo cual influyen negativamente en la dureza y el color de la panela.

Una vez cortada la caña debe almacenarse máximo por tres días, después del cuarto día la inversión es alta, aumentando el porcentaje de reductores, lo cual implicaría costos adicionales debido a la implementación de nuevas practicas de manejo con el fin de lograr un producto final en optimas condiciones de calidad

### 3.5 EXTRACCIÓN DEL JUGO.

Es el proceso básico mediante el cual la caña es pasada por un trapiche (molino extractor de jugo) con el fin de separar el extracto líquido de la parte sólida o bagazo.

En esta operación se obtienen dos productos: el jugo crudo como producto principal y el bagazo húmedo. El nivel de extracción y la concentración de sólidos solubles de los jugos afectan directamente el rendimiento en la producción. El porcentaje de extracción (peso del jugo\*100/peso de la caña) depende de las condiciones de operación del molino y tiene efectos marcados sobre la calidad y cantidad de jugo que se obtiene. En términos generales para molinos de 3 mazas una extracción óptima está en 58-60% y para molinos de 6 mazas uno detrás de otro hasta el 68%, para extracciones mayores hasta 75% debe usarse una lixiviación o adicionar un solvente, al bagazo para remover azúcares.

El jugo obtenido directamente del molino, físico - químicamente es un dispersoide compuesto por materiales en todos los tamaños, desde partículas gruesas hasta iones y coloides. El material grueso consiste principalmente de tierra, partículas de bagazo y cera. Los coloides en el jugo incluyen tanto los derivados del suelo como los de la caña y están constituidos principalmente por partículas de tierra, ceras, grasas, proteínas, vitaminas, gomas, pectinas, taninos y material colorante. Su porcentaje es pequeño y fluctúa entre 0.05 a 0.3%. Las dispersiones iónicas y moleculares, corresponden básicamente a azúcares y constituyentes minerales.

**Tabla 3. Composición química promedio de la caña de azúcar**

Componentes del jugo de caña	Cantidad %
<b>Azúcares</b>	75-92
Sacarosa	70-88
Glucosa	2-4
Fructuosa	2-4
<b>Sales</b>	3.0-4.5
<b>Acidos orgánicos libres</b>	1.5-5.5
Carboxílicos	1.1-3.0
Aminoácidos	0.5-2.5
<b>Componentes orgánicos menores</b>	
Proteínas	0.5-0.6
Almidón	0.001-0.05
Gomas	0.3-0.6
Cera, grasas fosfátidos	0.05-0.15
Otros	3.0-5.0

### 3.5.1 El color de la panela

La panela posee un color sui generis muy propio de cada variedad de caña y que no se justifica modificar por medios artificiales que le hace perder su carácter de producto natural, teniendo en cuenta que se puede obtener un buen color de panela con una apropiada limpieza de los jugos. Si durante el proceso se presenta incremento de los azúcares reductores o una limpieza deficiente el color natural de la variedad se oscurece. Otra de las causas de las coloraciones oscuras de la panela es la deficiencia de fósforo en los jugos, la cual no se presenta con un buen manejo agronómico.

Pero cuando los jugos presentan deficiencia de fósforo, se le adiciona durante el proceso de producción de panela de Fosfato Monocálcico usando dosis de 250 a 300 p.p.m. o ácido fosfórico de 50- 100 p.p.m. Desde el punto de vista técnico los dos productos funcionan bien pero económicamente resulta más conveniente el ácido fosfórico por sus menores costos. Es

muy común el uso de decolorantes con el fin de darle una coloración naranja pues se considera que es el tono de mayor aceptación en el mercado.

Del mismo modo algunos productores suelen utilizar colorantes con el fin de satisfacer las exigencias del cliente

### 3.6 LIMPIEZA DE LOS JUGOS

La limpieza de los jugos es indispensable para obtener panelas libres de sólidos insolubles e impurezas y menor color. La limpieza de los jugos se divide en dos etapas la prelimpieza y la clarificación.

La prelimpieza de los jugos en el proceso de producción de panela, consiste en eliminar por medios físicos y a temperatura ambiente el material grueso con el que sale el jugo de caña del molino. Este material consiste principalmente en tierra, partículas de bagazo y cera, para su separación se usa el pozuelo, las mallas y generalmente se hace uso de mucílagos de origen vegetal los cuales se forman en el interior de las plantas durante su crecimiento. Se asocia en ocasiones con otras sustancias como los taninos. Se cree que almacena agua, facilita la dispersión y germinación de las semillas, espesa las membranas y sirve de reserva alimenticia. En el país los mucílagos más empleados son los obtenidos del balso, cadillo y el guásimo.

En algunos casos pueden utilizarse polímeros químicos que surten el mismo efecto pero que a su vez pueden originar residuos que al largo plazo pueden ser perjudiciales.

Esta limpieza permite una mejor clarificación del producto que finalmente le otorgara una buena aceptación en el mercado.

### 3.7 EVAPORACIÓN Y CONCENTRACIÓN LOS JUGOS DE CAÑA

La evaporación: es la etapa que sigue a la clarificación, el calor suministrado es aprovechado básicamente en el cambio de fase del agua (de líquido a vapor), se elimina cerca del 90% del agua presente, durante esta etapa los jugos permanecen a la temperatura de ebullición del agua. En esta etapa se adiciona parte del agente antiespumante para evitar derramamiento del jugo.



Fig. 4. Panela a Punto de Granular

El agente antiespumante y antiadherente es un aceite vegetal con punto de fusión superior a los 128° C.

La concentración: es la fase final del proceso, se presentan temperaturas superiores a las de ebullición, se debe adicionar el agente antiadherente con el propósito de evitar que se queme en las paredes de la paila la jalea. La inversión de la sacarosa es función de la temperatura, el pH y el tiempo de residencia de los jugos en la hornilla. A partir de los 100°C la inversión se acelera notablemente, por lo que se debe procurar mantener los jugos el menor tiempo posible en esta etapa y a un pH cercano a 5,8, para evitar el aumento de los reductores.

El "Punto" de panela se obtiene dependiendo de la altura sobre el nivel del mar entre 118 - 125°C, la cual corresponde a un porcentaje de sólidos solubles entre 88°- 94°Brix, para panela en bloque y 122ª 128 °C para panela granulada.

La velocidad de respuesta de los aparatos que determinen el punto de la panela debe ser alta, porque los cambios de las características ocurren rápidamente en las mieles en su punto final y éstas se pueden caramelizar fácilmente y en caso contrario se dificultará la solidificación. Por este motivo la determinación del Brix, a la temperatura de las mieles en las pailas, es un poco complicada y como la determinación de la pureza llevaría demasiado tiempo y es imposible realizarla cuando no se tiene un laboratorio químico. La temperatura de ebullición de las mieles se relaciona con de la presión atmosférica del lugar, del Brix y de la pureza de las mieles, nos da una lectura rápida del punto de panela. En general las propiedades físicas valoradas para la panela moldeada son la viscosidad y adherencia de las mieles, que el operario evalúa a "ojo" mediante la velocidad de escurrimiento de éstas sobre la falca de la paila o en el mismo remellón o cazo.

### 3.8 BATIDO, MOLDEO, SECADO Y EMPAQUE



Fig. 5. Preparación de los bloques de panela

En esta etapa es importante tener en consideración que el producto obtenido durante el punteo está libre de contaminación microbiológica. Se debe aislar de las anteriores y mantener el máximo de cuidado para no contaminar el producto y con ello disminuir su vida útil.

El personal, equipos y utensilios deben estar limpios y libres de contaminación, en todo momento, al igual que el cuarto de batido y moldeo. Este debe estar libre de la presencia de

insectos y animales. El agua donde se lavan los utensilios debe cambiarse mínimo cada cuatro horas y adicionársele cal para disminuir la fermentación causada por los residuos orgánicos. La temperatura de secado no debe ser muy alta.

El producto no se debe empacar en caliente, ni colocarse para su enfriamiento o empaque en un sitio desaseado. El empaque no solo debe proteger el producto sino identificar la industria alimenticia que lo produce, el producto y propiedades nutricionales y hacerlo atractivo al consumidor. El polietileno biorientado de 300 micras ofrece una buena presentación y preserva la panela de la humedad

Las etapas de clarificación, evaporación y concentración se llevan a cabo en la hornilla u horno, donde se suministra el calor necesario para evaporar más del 90% del agua presente en el jugo y así obtener el producto conocido como panela. La hornilla panelera consta de la cámara de combustión, ducto de humos, chimenea y área de transferencia de calor.

### 3.9 ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN

La distribución y comercialización del producto debe realizarse en un vehículo que lo proteja de las condiciones climáticas, sin mezclarlo con otros productos que puedan alterar sus propiedades físico químicas o organolépticas. En el punto de venta se debe tener en cuenta la rotación del producto, la higiene del sitio donde se exhibe o almacena el producto y la ubicación, no colocarlo cerca de otros productos aromáticos como ambientadores, jabones o detergentes.

### 3.10 DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO PRODUCTIVO DE LA PANELA



Fig. 6. Panela a Punto de Granular

# AZÚCAR DE CAÑA

## 1 INTRODUCCIÓN

A lo largo de toda su historia, el azúcar se ha manifestado como un producto de temprana e intensa vocación mercantil. A ello han contribuido tanto las limitaciones climáticas para el cultivo de la caña de azúcar, como su creciente presencia en la alimentación humana.

La progresiva pérdida del exotismo, tradicionalmente definidor de otros productos de procedencia oriental, ha acabado situando al azúcar entre ese grupo de productos estrechamente ligados a las fuerzas económicas, que han modelado el mundo moderno. De esta forma, el fenómeno azucarero se manifiesta históricamente como una plataforma privilegiada para la comprensión de los procesos que culminan en la Revolución Industrial y en la mundialización de las relaciones económicas. Pero el azúcar es algo más que eso; en tanto que cultivo emblemático y viajero, también ha generado una cultura que, recorriendo el mundo entero, ha arrastrado tras de sí hombres, tecnología, hábitos, historia y modos de relación con el medio, constituyéndose, en suma, en un camino de comunicación que va más allá de lo estrictamente económico.

El azúcar es en la actualidad un alimento habitual en la dieta de todos los países. Reivindicado por científicos y expertos internacionales, es considerado hoy como uno de los principales aportes energéticos para el organismo.

Siendo el azúcar una industria que comenzó mediante la utilización de trapiches de tracción animal y en algunas ocasiones molinos movidos por corrientes de agua se ha convertido hoy en nuestro país en una de las industrias en cuyos procesos se hace uso de tecnología de avanzada con el fin de maximizar beneficios en función de la calidad y la economía.

## 2 ANTECEDENTES

### 2.1 REVISIÓN HISTÓRICA

El azúcar de caña es conocido por la humanidad desde hace más de dos mil quinientos años aunque, por paradójico que parezca, no fue popular hasta el siglo XVII, casi dos mil años después, pese a ser un producto muypreciado y vendido a precio equiparado al oro no en los mercados, si no en las boticas.

Su origen está situado al norte de Bengala y en la China meridional y tenemos constancia de que era conocido por los chinos por los dibujos que existen en porcelanas. Pero no es hasta el año 500 A.C. que en la expedición de Darío al valle del Indo cuando se tiene noticias de esta caña que describen como 'una caña que da miel sin intervención de las abejas'. Los persas llevaron a su país muestras que plantaron y de las que guardaron un riguroso secreto y no fue hasta que Alejandro Magno conquistó Persia cuando se conoció en el resto de Europa.

Paralelamente los egipcios también tenían conocimiento de la caña de azúcar cuya obtención no era muy satisfactoria, ya que era blanda y de color turbio a la que a veces blanqueaban con acetato de plomo, lo cual fue severamente castigado por la autoridades.

El descubrimiento de América fue el gran lanzamiento popular de este producto. Se tiene constancia histórica de cuando salió para las Indias la primera planta de azúcar, fue en concreto el 30 de mayo de 1498, en el tercer viaje de Colón, y zarpó desde Sanlucas de Barrameda junto con otras especies siendo su destino Santo Domingo.

Durante el siglo XIX continúa la producción y elaboración simultánea del azúcar procedente de caña y de remolacha. Con la abolición de la esclavitud, y por tanto de la mano de obra barata que trabajaba la remolacha, la producción entra en un periodo de crisis.

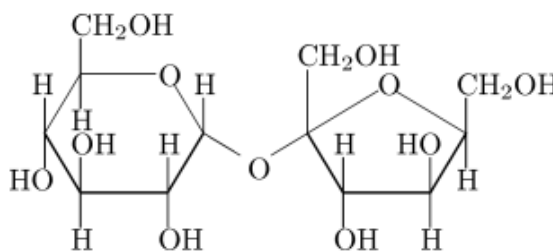
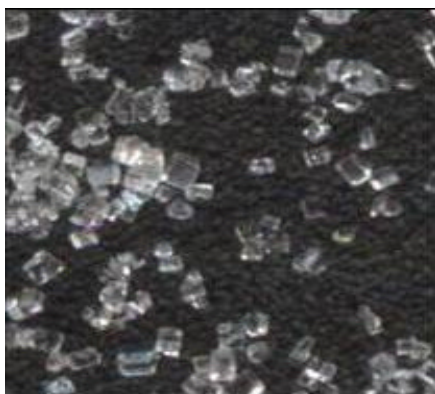


Fig. 7. Sacarosa a) cristales, b) molécula

La Primera Guerra Mundial permite a los productores de caña recuperar el mercado perdido y controlar más de la mitad de éste. A partir de aquí, los organismos internacionales y los gobiernos de los principales países productores, establecerán cuotas de exportación y producción de caña y remolacha, para mantener el equilibrio y el control del mercado.

### 3 PROCESO TECNOLÓGICO



Fig. 8. Transporte de la Caña de Azucar

De igual forma como en el caso de la panela la obtención de los cristales de azúcar inicia con los procesos básicos de preparación de la materia prima (caña) y la realización de algunas operaciones y procesos unitarios tales como se nombran a continuación:

### **3.1 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO.**

#### **3.1.1 Molienda.**

La caña de azúcar es cortada en 4 secciones de 2 pulgadas cada una por un cortador de caña. Luego, éstas son llevadas a un molino de rodillos largos y pesados donde se extraerán el jugo de la caña de azúcar. Durante este proceso, muchas porciones de agua soluble son extraídas con otros materiales insolubles. La densidad de la masa de azúcar coloidal es aproximadamente de 15 $\phi$ X BX, esta mixtura es suspendida en un estado coloidal finamente dividido. El proceso de purificación siguiente es para obtener desde la solución de azúcar diluida algunas de las impurezas disueltas. El bagazo puede luego ser usado como combustible para las calderas.

Al jugo extraído se le añade cal y la mezcla se lleva a ebullición; durante este calentamiento los ácidos orgánicos indeseados forman con la cal compuestos insolubles que se pueden filtrar junto con las demás impurezas sólidas.

El jugo suele tratarse con dióxido de azufre gaseoso para blanquearlo y luego se pasa por prensas filtrantes. A continuación, el jugo resultante se evapora en un vacío parcial y se calienta hasta formar un jarabe espeso que contiene los cristales de azúcar.

#### **3.1.2 Clarificación.**

Después del proceso de molienda, el jugo extraído presenta una consistencia turbia u opaca y con un color verdoso como resultado de los ácidos orgánicos y componentes inorgánicos mezclados. La purificación de esta solución implica la añadidura de cal diluida para ser mezclada con el jugo después que ha sido calentado a una temperatura de 95 $\phi$ XC. Este proceso es conocido como neutralización.

La solución resultante es enviada a un clarificador continuo para su purificación. Algunas impurezas son separadas desde esta solución purificada, y las otras que permanecen enturbiadas son removidas a través de un filtro al vacío. Luego, el jugo filtrado será vertido en el tanque del jugo clarificado, mientras que el residuo ¡lodo;” será canalizado para ser usado como fertilizante.

#### **3.1.3 Evaporación.**

La densidad del jugo permanece inalterada durante el proceso de clarificación. En el proceso de evaporación, el jugo es pasado a través de 4 evaporadores consecutivos. En este punto la densidad puede ser elevada desde 15 $\phi$ X BX hasta 60 $\phi$ X BX como resultado de los 4 procesos consecutivos de evaporación.

### 3.1.4 Cristalización.

El jugo que es canalizado desde los evaporadores es enviado hacia un colector a vacío para su concentración en melaza. La melaza será llevada hacia un agitador de azúcar que cristalizará la mezcla.

La masa formada así por cristales y jarabe, llamada massecuite, se coloca en una centrifugadora cuyas paredes están perforadas con pequeños agujeros a través de los cuales el jarabe, llamado melaza, sale a presión durante el centrifugado. El azúcar amarillento o de color castaño extraído durante el proceso de centrifugación se llama primer azúcar o azúcar en bruto. Después pasa a la refinería. La melaza se puede volver a hervir y evaporar en un intento de cristalizar el contenido de este líquido rico en sacarosa.

La presencia de sólidos insolubles en la meladura representa un problema no deseado, razón por la cual la meladura es alimentada a un equipo de clarificación por flotación para minimizar este riesgo y obtener una meladura más clara que se constituya en un material que aporte significativamente a la consecución de un azúcar de buena calidad.

Para lograr la formación de los cristales de azúcar (sacarosa) se requiere eliminar el agua presente en la meladura, esto se realiza durante la cocción de las templeas en equipos llamados "tachos", que no son otra cosa que evaporadores de simple efecto que trabajan al vacío. En un sistema de tres templeas se producen tres tipos de masas cocidas o templeas: las "A", las "B" y las "C". Las templeas A son las de azúcar comercial y las otras son materiales para procesos internos que permiten obtener finalmente el azúcar comercial.

Para obtener las templeas C se alimenta una cierta cantidad de semilla (azúcar impalpable) de una determinada granulometría a un tacho, luego se alimenta miel A y se somete a evaporación, alimentándose continuamente miel A hasta completar el volumen del tacho. Luego se realizan una serie de pases o cortes a semilleros para finalmente alimentar al tacho miel B y concentrar hasta 96 ° Brix.

Al llegar a esta concentración se descarga la templea o masa cocida (que es una mezcla de miel y cristales de sacarosa) hacia los cristalizadores para terminar el proceso de "agotamiento" de las mieles. Para lograr la separación de los cristales presentes en la templea se emplean las centrifugas de tercera, equipos que permiten separar la miel de los cristales presentes en las templeas. Los cristales separados son llamados "azúcar C" y la miel separada "miel C, miel final o melaza". Al azúcar C se adiciona agua acompañada de agitación hasta formar una masa de 93 ° Brix este material recibe el nombre de magma de tercera y es utilizado como semilla para la preparación de templeas de segunda.

Para obtener las templeas B se alimenta una cierta cantidad de magma de azúcar de tercera a un tacho, luego se alimenta miel A y se somete a evaporación, hasta que la masa elaborada contenga aproximadamente 94-96 ° Brix.

Al llegar a esta concentración se descarga la templea o masa cocida hacia los cristalizadores para terminar de agotar las mieles. Para lograr la separación de los cristales de las mieles se emplean las centrifugas de segunda.

Los cristales separados son llamados "azúcar B" y la miel separada "miel B". El azúcar B es mezclado con una pequeña cantidad de agua para elaborar una papilla llamada "magma", la

cual es bombeada al piso de tachos para ser empleada en la elaboración de las plantas A.- Si hay exceso de magma se procede a disolver el azúcar de segunda para obtener un "diluido de segunda", el que es bombeado a los tachos.

Para elaborar las plantas A se alimenta al tacho cierta cantidad de magma, luego se agrega meladura y se concentra la masa hasta obtener 92-93 °Brix. Al llegar a esta concentración se descarga la planta o masa cocida hacia los cristalizadores para darle agitación a las plantas e impedir que se endurezcan demasiado. Para lograr la separación de los cristales presentes en la planta se emplean centrífugas de primera. Los cristales separados son denominados "azúcar A", que es el azúcar comercial, y la miel separada es llamada "miel A".

### **3.1.5 Filtrado y empaquetado.**

Antes de comenzar con la cristalización, la concentración de azúcar más adecuada es aquella que supera el punto de saturación. Por lo tanto, este requiere ser enfriado en un cuarto de secado. Una vez que es enfriado suficientemente, el azúcar será filtrado de acuerdo a la calidad requerida, un alto grado de azúcar rubia. Finalmente, el azúcar rubia será almacenado hasta su comercialización.

Una vez descargado de las centrífugas se procede al secado del azúcar "A" empleando una secadora rotativa al vacío. La humedad máxima permitida en el azúcar debe ser 0.075 %. El azúcar seco es conducido hacia las tolvas de almacenamiento para su posterior envasado en sacos. Una vez envasado el producto se debe controlar el peso de los sacos para comprobar que se cumpla con la norma de 50 Kg. de peso neto de azúcar por saco, luego se transportan los sacos hacia la Bodega para su posterior distribución.



# MIEL DE CAÑA

## 1 INTRODUCCIÓN

La miel es un producto alimenticio y como tal, el proceso de obtención requiere prácticas de higiene muy cuidadosas. Por esta razón el lugar destinado a la extracción de miel sólo debe servir para esta operación y estar libre de todo lo que sea extraño al proceso de la misma, en el cual preferentemente se debe mantener la temperatura de la miel a 28°C. El cumplimiento de Buenas Prácticas de Manufactura en todas y cada una de las etapas del proceso permite la obtención de un producto natural de calidad e inocuo.

Aunque el conocimiento sobre los usos de la miel de caña no están muy bien definidos podemos afirmar que la miel virgen de caña es un producto que se esta comercializando como un edulcorante alimenticio que aunque todavía muy desconocido cumple su función de manera paralela al azúcar y la panela.

De la misma manera a la miel de caña podríamos asignarle un enfoque como deshidratador osmótico de frutas cumpliendo la función de jarabe de sacarosa.

Por otra parte algunos subproductos de la caña como las melazas (miel de purga) en la actualidad juegan un papel importantísimo en la alimentación animal utilizado como complemento energético en la fabricación de concentrados y en el suministro directo en los hatos ganaderos y algunas otras explotaciones pecuarias.

La melaza es un producto líquido espeso derivado de la caña de azúcar y en menor medida de la remolacha azucarera, obtenido del residuo restante en las cubas de extracción de los azúcares. Su aspecto es similar al de la miel aunque de color parduzco muy oscuro, prácticamente negro. El sabor es dulce ligeramente similar al del regaliz.

Nutricionalmente presenta un altísimo contenido en azúcares e hidratos de carbono además de vitaminas del grupo B y abundantes minerales, entre los que destacan el hierro, cobre y magnesio. Su contenido de agua es bajo.

### 1.1 ELABORACIÓN

Para la elaboración de la melaza de caña, se comprimen mediante rodillos las cañas cortadas, extrayendo el líquido dulce que contienen en su interior. Este jugo se cuece lentamente logrando su reducción por medio de la evaporación del agua, hasta alcanzar la densidad y concentración deseadas. En este proceso, se concentra en la superficie un gran número de impurezas que reciben el nombre de cachaza y que es preciso retirar.

## 1.2 UTILIZACIÓN

Principalmente se emplea la melaza como suplemento energético para la alimentación de rumiantes por su alto contenido de azúcares y su bajo coste en algunas regiones. No obstante, una pequeña porción de la producción se destina al consumo humano, empleándola como endulzante culinario.

Es importante diferenciar la melaza empleada en la alimentación animal, la cual es un producto residual de la industria azucarera, de la melaza que es empleada como materia prima en la producción de azúcar. En algunos países de Sudamérica esta última suele procesarse artesanalmente hasta transformarla en bloques sólidos de azúcar no refinada muy apreciada por su sabor que se conocen en Sudamérica, Centroamérica y sur de México bajo el nombre de chancaca o panela, y en el resto de México con el nombre de piloncillo.

La melaza de remolacha no es apta para el consumo pues es amarga, sin embargo se utiliza en la alimentación animal de vacas lecheras y ganado vacuno.

## MIEL DE ABEJA

### 1 INTRODUCCIÓN



Fig. 9. Miel de abeja

La miel es un fluido dulce y viscoso producido por las abejas a partir del néctar de las flores o de secreciones de partes vivas de plantas o de excreciones de insectos chupadores de plantas. Las abejas lo recogen, transforman y combinan con sustancias propias y lo almacenan en los panales donde madura.

La técnica que involucra la extracción de miel de los panales de la colmena es conocida como apicultura.

Las características físicas, químicas y organolépticas de la miel vienen determinados por el tipo de néctar que recogen las abejas.



Fig. 10. Panal de abejas

## 2 ANTECEDENTES

### 2.1 REVISIÓN HISTÓRICA

Actualmente se encuentran abejas melíferas en todas partes del mundo; exceptuando las regiones polares extremas. Pero esto no siempre fue así. Hasta el siglo XV solo se encontraban en el Viejo Mundo, donde se habían desarrollado, y estaban distribuidas al azar, mucho tiempo antes de que aparecieran los seres humanos sobre la tierra. Los hombres primitivos aprendieron la forma de conseguir la miel, robándola de los nidos de las abejas en árboles huecos o grietas en las rocas; aún es dable ver una pintura en una cueva rocosa en las montañas del oeste de España que data de tiempos Mesolíticos, probablemente alrededor de 7.000 A.C., mostrándonos cómo lo hacían. La caza de abejas todavía se lleva a cabo en varias partes del mundo y la miel aún hoy puede ser un alimento capaz de salvar la vida de gente primitiva en tiempos de escasez

La apicultura en sí comenzó cuando el hombre aprendió a proteger, cuidar y controlar el futuro de las colonias de abejas que encontró en árboles huecos o en otras partes. Gradualmente se llegó a usar colmenas separadas, sustituyendo la morada natural de las abejas; por razones de conveniencia y de seguridad se fueron reuniendo en apiarios. La construcción de las colmenas dependía de los materiales que se encontraban a mano en la zona, y de las habilidades de las diferentes comunidades. Es casi seguro que la colmena no tuvo un origen único: se fue imponiendo como un desarrollo inevitable en toda región poblada por abejas melíferas, a medida que el hombre fue progresando desde la caza y recolección de alimentos, a la producción de los mismos y comenzó su existencia con residencia fija. Es probable que en los grandes bosques de Europa, la primer colmena haya sido un árbol caído, en el cual las abejas silvestres formaron su nido. El tronco se separaría del resto del árbol, cortándolo con hacha y azuela, una técnica usada durante la Edad de Piedra.

Entre 1650 y 1850 se inventaron muchas colmenas con listones y marcos arriba, pero después de estos dos siglos de esfuerzos todavía fracasaban en los puntos fundamentales: no importa como fueran los listones o marcos que se usaran, las abejas adherían sus panales a las paredes de la colmena y por lo tanto sólo podían retirarse los panales, recortándolos. Debemos referirnos aquí a únicamente dos de las muchas invenciones. Por el año 1806, un apicultor ucraniano, Peter Prokopovich, construyó la primer colmena con cuadros móviles que alcanzó a usarse en escala comercial. (Llegó a mantener hasta 10.000 colonias). Esta colmena constaba de tres compartimentos verticales, el superior con marcos de madera con ranuras para el pasaje de las abejas en los travesaños inferiores; los marcos se retiraban de la parte de atrás de la colmena, pero como las abejas adherían los cuadros a las paredes de la colmena con cera o propóleos, esto no resultaba del todo fácil. El segundo invento era tan fundamental y se efectuó tan tempranamente, que bien podía haber cambiado toda la historia de la apicultura, si se hubiese llegado a conocer y comprender con más amplitud.

### 2.2 ESQUEMA ACTUAL DE LA APICULTURA

Hemos visto que la apicultura se ha extendido en la actualidad por todas las partes habitables del mundo. Cubre una extensión territorial posiblemente mayor que cualquier otra rama de la agricultura y de ella depende el éxito de algunas de las otras ramas de esta actividad. Las normas de apicultura en el Viejo y el Nuevo Mundo tienden a diferir. En general, el Nuevo Mundo da una cosecha más rica en miel, pero el Viejo Mundo está más densamente poblado

por abejas melíferas, así como sucede con los seres humanos. En general, el Nuevo Mundo provee inventos más útiles para el manejo de las abejas y sus productos, mientras que el Viejo Mundo todavía contribuye relativamente con más descubrimientos fundamentales sobre las abejas. Existe gran diferencia entre el equipo usado para la apicultura en el Viejo y el Nuevo Mundo, aunque aquí también, como en toda generalización, hay notables excepciones. La tradición juega una parte importante en la apicultura europea y muchas veces parece actuar como freno de los desarrollos prácticos, mientras que en algunos de los países más nuevos las técnicas apícolas han progresado sin impedimentos. El equipo de apicultura usado en el Nuevo Mundo tiende a ser simple, uniforme y en lo posible mecanizado, porque la mano de obra es costosa

El precio de la miel frente a los azúcares refinados. Hizo que desapareciese de la dieta de muchos hogares en el siglo XX. Sin mas propiedad estos últimos que la de aportar calorías con azúcares dobles mas fácilmente convertibles en tejido adiposo y peor asimilables por el organismo, sin ningún aporte proteínico. a diferencia de la miel.

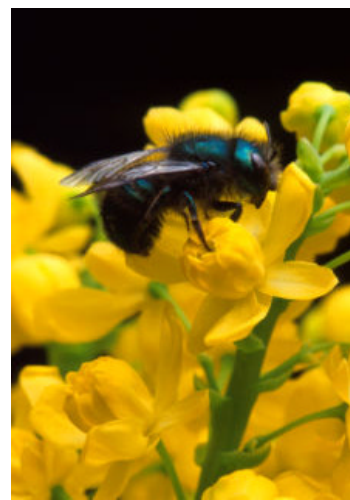


Fig. 11. Abejas

Existen diferentes tipos de abejas entre las cuales la producción de miel puede variar en términos cuantitativos y de calidad.

### 2.3 GASTRONOMÍA

La miel se usa principalmente en la cocina y la pastelería, como acompañamiento del pan o las tostadas (especialmente, en desayunos y meriendas) y como aditivo de diversas bebidas tales como el té. Al ser rica en azúcares como la fructosa, la miel es higroscópica (absorbe humedad del aire), por lo que el añadir una pequeña cantidad a panes y pasteles hace que éstos endurezcan más lentamente. La miel virgen también contiene enzimas que ayudan a su digestión, así como diversas vitaminas y antioxidantes. Por esto suele recomendarse el consumo de la miel a temperaturas no superiores a 60°C, pues a mayor temperatura empieza a perder propiedades beneficiosas al volatilizarse algunos de estos elementos.

## 2.4 USO TERAPÉUTICO

Tiene muchas propiedades terapéuticas. Se puede usar externamente debido a sus propiedades antimicrobianas y antisépticas. Así, la miel ayuda a cicatrizar y a prevenir infecciones en heridas o quemaduras superficiales. También es utilizada en cosmética (cremas, mascarillas de limpieza facial, tónicos, etc.) debido a sus cualidades astringentes y suavizantes.

Por otro lado Gracias a su alta concentración de azúcar, mata a las bacterias por lisis osmótica. Las levaduras aerotransportadas no pueden prosperar en la miel debido a la baja humedad que contiene. Los traslados de cuerpos humanos en la antigüedad se hacían sumergidos en miel; por ejemplo Alejandro Magno fue trasladado desde Babilonia hasta Alejandría en Egipto en el 323 a.C. y el de Agesilao, rey de Esparta, desde Egipto hasta su ciudad natal en el 360 a.C., utilizándose miel para evitar la descomposición. El efecto preservante de la miel se debe a su baja concentración de agua y es idéntico al que permite la prolongada conservación de los dulces y de las frutas en almíbar donde el alto contenido en azúcar disminuye el contenido de agua.

### 2.4.1 Precauciones

La miel (al igual que otros endulzantes) puede ser también extremadamente peligrosa para los bebés. Esto se debe a que al mezclarse con los jugos digestivos no ácidos del niño se crea un ambiente ideal para el crecimiento de las esporas *Clostridium botulinum*, que producen toxinas. Las esporas del botulismo son de las pocas bacterias que sobreviven en la miel, pero se encuentran también ampliamente presentes en el medio ambiente. Aunque dichas esporas son inofensivas para los adultos, debido a su acidez estomacal, el sistema digestivo de los niños pequeños no se halla lo suficientemente desarrollado para destruirlas, por lo que las esporas pueden potencialmente causar botulismo infantil. Por esta razón se aconseja no alimentar con miel ni ningún otro endulzante a los niños menores de 18 meses.

## 2.5 COMPOSICIÓN

Los componentes más usuales de la miel se muestran en la siguiente tabla:

<b>COMPONENTE</b>	<b>RANGO</b>	<b>CONTENIDO TÍPICO</b>
agua	14 - 22 %	17%
fructosa	28 - 44 %	38%
glucosa	22 - 40 %	31%
sacarosa	0,2 - 7 %	1%
maltosa	2 - 16 %	7,5%
otros azúcares	0,1 - 8 %	5%
proteínas y aminoácidos	0,2 - 2 %	
vitaminas, enzimas, hormonas, ácidos orgánicos y otros	0,5 - 1 %	
minerales	0,5 - 1,5 %	
cenizas	0,2 - 1,0 %	

La humedad es un componente fundamental para la conservación de la miel. Mientras el porcentaje de humedad permanezca por debajo de 18% nada podrá crecer en ella. Por encima de ese valor pueden aparecer procesos fermentativos.

El contenido en minerales es muy pequeño. Los más frecuentes son calcio, cobre, hierro, magnesio, manganeso, zinc, fósforo y potasio. Están presentes también alrededor de la mitad de los aminoácidos existentes, ácidos orgánicos (ácido acético, ácido cítrico, entre otros) y vitaminas del complejo B, vitamina C, D y E. La miel posee todavía una cantidad considerable de antioxidantes (flavonoides y fenólicos).

### 3 PROCESO TECNOLÓGICO

#### 3.1 EXTRACCIÓN DE LA MIEL

En los procesos de extracción de la miel encontramos diferentes maquinarias o equipos muy útiles para dicho fin aunque vale la pena anotar que algunos pequeños productores suelen utilizar métodos más rudimentarios para tal proceso.

##### 3.1.1 Extractor de miel



Fig. 12. Extractor de miel

El extractor de miel es una centrífuga cuyo eje puede trabajar de manera vertical o bien horizontal. En él se colocan los marcos móviles con los panales de cera que contienen la miel, por fuerza centrífuga esta sale de las celdas hexagonales de los panales estampándose contra las paredes de la máquina. Ha habido una evolución en este tipo de maquinaria a través del tiempo, en un principio eran manuales y para dos o cuatro marcos, normalmente de chapa.

En la actualidad tienen gran capacidad de marcos (entre 80 y 120) a los fines de realizar mayor trabajo, presentando controladores de revoluciones, canastos que permiten una carga rápida, motores potentes, sistemas de autofrenado, y normalmente son construidos en acero inoxidable especial para la industria alimenticia.

Una vez que la miel es recolectada en el extractor o en un foso de acero inoxidable, por medio de bombas a paletas es enviada a decantadores, o directamente a los tambores. El inventor del extractor de miel fue Francesco De Hruschka en 1883.

##### 3.1.2 Decantador

El decantador es un recipiente de acero inoxidable donde la miel permanece estacionariamente unos días, de esta forma cualquier impureza que pueda contener, como rastros de cera de los panales, sube a la superficie del decantador, por poseer menor peso específico y la miel es retirada por la parte inferior totalmente limpia.

### 3.1.3 Bombas de paletas

Las bombas son elementos muy importantes en la actualidad, por medio de las mismas trasladamos la miel de un recipiente a otro. Son de baja revolución y el sistema a paleta de las mismas, permite que un elemento viscoso como la miel pueda fluir por cañerías.

### 3.1.4 Cuchillo desoperculador

El cuchillo es un elemento necesario para quitar el opérculo de las celdas de los panales, el opérculo es una tapa que la abeja construye para cerrar la celda, cuando la miel está madura (18 % de humedad).

Existen varios tipos de cuchillos pero los clasificaremos en dos tipos:

#### a) Cuchillos en caliente.

El más simple es el cuchillo manual, al cual se le hace circular agua caliente por su interior y luego se pasa por el borde del cuadro que contiene el panal. Hay cuchillos en caliente de tipo industrial que simplemente uno carga los cuadros y mediante mecanismos de movimiento los desoperculan automáticamente.

#### b) Cuchillos en frío

Son más modernos, se trata de dos rodillos que giran a alta revolución, quitando los opérculos al rozar la tanza o cadenitas adheridas a dichos rodillos. Hay de tipo vertical y horizontal. Tienen la particularidad que de una sola pasada quitan los opérculos de ambas caras del panal al mismo tiempo.



Fig. 13. Cuchillo desoperculador en frío

### 3.1.5 Centrífuga de cera de opérculos



Fig. 14. Centrífuga para separación de la miel de los opérculos

Si bien la miel adherida a los opérculos puede separarse por decantación, es un método que lleva mucho tiempo. Por ello se construyen centrífugas que aceleran el proceso, siendo parecidas al extractor. En ellas se carga la cera de opérculo ya escurrida naturalmente y se realiza la centrifugación.

### **3.1.6 Batea de escurrimiento**

En esta batea caen los opérculos luego de pasar por los cuchillos desoperculadores. Si se trata de un cuchillo en caliente, la batea suele ser una máquina que separa por calentamiento la cera de opérculo de la miel, dado que es alimentada con vapor de agua como el cuchillo, mediante un sistema de caldera. En el caso de cuchillos en frío se trata simplemente de una batea con rejilla al fondo que permite un mejor escurrimiento de la cera de opérculo, que indefectiblemente viene acompañada con miel.

### **3.1.7 Sala de extracción de miel**

La sala de extracción de miel es el lugar físico donde se extrae la miel. Son construidas por los mismos apicultores a fin de cumplir las normativas propias de cada país. Pudiendo ser de Instituciones que nucléan a muchos productores.

En virtud de costos, es conveniente reunir a los pequeños apicultores en Cooperativas, para alcanzar instalaciones que serían imposibles sostener individualmente.

Las Salas de extracción de miel están normalizadas por los diferentes países productores de miel, siendo las normas muy estrictas, en cuanto a manejo de buenas prácticas de cosecha y extracción de la miel



## FRUTOS DESHIDRATADOS POR INMERSIÓN DESHIDRATACIÓN OSMÓTICA

### 1 INTRODUCCIÓN

Una alternativa del hombre para aprovechar mas y mejor los alimentos que se producen en épocas de cosecha es conservarlos mediante la disminución del contenido de agua. Para esto, desde la antigüedad empleó el secado al sol y en algunos casos lo complementó con la impregnación de sal.

Hoy, la investigación tecnológica busca la aplicación de otras técnicas más eficientes de deshidratación, bajo condiciones controladas para producir mayores volúmenes de mejor calidad.

Desafortunadamente durante la deshidratación de las frutas ocurren cambios más o menos intensos que disminuyen en calidad y cantidad el contenido de nutrientes básicos para la dieta humana y cambian las características sensoriales de los productos. En un intento para evitar estos efectos se emplean aditivos que contrarrestan el desarrollo de microorganismos y previene o reponen los cambios ocasionados por los procesos aplicados.

En la actualidad existe una amplia tendencia mundial por la investigación y desarrollo de técnicas de conservación de alimentos que permitan obtener productos de alta calidad nutricional, que sean muy similares en color, aroma y sabor a los alimentos frescos y que no contengan agentes químicos Conservantes.

Entre las técnicas que son objeto de investigación en la sección de vegetales del ICTA., para su aplicación en frutas se halla la deshidratación Osmótica Directa.

Esta técnica permite obtener productos que reúnen las características arriba mencionadas y además los costos de producción son más bajos, si se compara con las técnicas que emplean calor o frío para los diferentes procesos de deshidratación.



Fig. 15. Frutos deshidratados mediante inmersión

## **1.1 EMPLEO EN LA DESHIDRATACION OSMOTICA EN FRUTAS.**

La aplicación del fenómeno de ósmosis en la deshidratación de frutas se puede lograr debido a que un buen número de frutas, como es el caso de la fresa, papaya, mango o melón entre otras, cuentan con los elementos necesarios para inducir la osmosis.

Estos elementos corresponden a la pulpa, que en estas frutas consiste en una estructura celular más o menos rígida que actúa como membrana semipermeable. Detrás de estas membranas celulares se encuentran los jugos, que son soluciones diluidas, donde se hallan disueltos sólidos que oscilan entre el 5 a 18% de concentración. Si esta fruta entera o en trozos se sumerge en una solución o jarabe de azúcar de 70%, se tendría un sistema donde se presentaría el fenómeno de ósmosis.

Los jugos en el interior de las células de la fruta están compuestos por sustancias disueltas en agua, como ácidos, pigmentos, azúcares, minerales, vitaminas, etc. Algunas de estas sustancias o compuestos de pequeño volumen, como el agua o ciertos ácidos, pueden salir con cierta facilidad a través de orificios que presenta la membrana o pared celular, favorecidos por la presión osmótica que ejerce el jarabe de alta concentración donde se ha sumergido la fruta.

La presión osmótica presente será mayor en la medida que sea mayor la diferencia de concentraciones entre el jarabe y el interior de los trozos de la fruta. El efecto de esta diferencia se ve reflejado en la rapidez con que es extraída el agua de la fruta hacia el jarabe. El valor de esta diferencia en el ejemplo anterior permite que los trozos de fruta se pierdan cerca del 40% del peso durante cerca de 4 horas de inmersión.

La posibilidad de que la sacarosa del jarabe entre en la fruta dependerá de la impermeabilidad de las membranas a este soluto. Por lo general los tejidos de las frutas no permiten el ingreso de sacarosa por el tamaño de esta molécula, aunque si pueden dejar salir de la fruta moléculas mas sencillas como ciertos ácidos o aromas.

En circunstancias como el aumento de temperatura por escaldado previo de las frutas, la baja agitación o calentamiento del sistema se puede producir ingreso de sólidos hasta un 6 a 10 %. Como hasta ahora se ha visto, de las características y las condiciones en que se realice el proceso, dependerán los fenómenos que dentro del sistema fruta: jarabe se presenten. Este proceso que es muy sencillo de llevar a cabo, tiene una metodología propia que puede ser aplicada en condiciones nada especiales como se presenta a continuación.

## **2 ANTECEDENTES**

### **2.1 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LA OSMOSIS.**

Después de adelantar una serie de investigaciones durante los últimos años a nivel de laboratorio y algunos ensayos en Planta piloto, se ha logrado comprobar ciertas ventajas del proceso de deshidratación osmótica aplicado principalmente a frutas. Algunas de las ventajas logradas están relacionadas con la conservación de la calidad sensorial y nutricional de las frutas.

El agua que sale de la fruta al jarabe de temperatura ambiente y en estado líquido, evita las pérdidas de aromas propios de la fruta, los que si se volatilizarían o descompondrían a las altas temperaturas que se emplean durante la operación de evaporación que se practica durante la concentración o deshidratación de la misma fruta mediante otras técnicas.

La Ausencia de oxígeno en el interior de la masa de jarabe donde se halla la fruta, evita las correspondientes reacciones de oxidación (pardeamiento enzimático) que afectan directamente la apariencia del producto final.

La deshidratación de la fruta sin romper células y sin poner en contacto los sustratos que favorecen el oscurecimiento químico, permite mantener una alta calidad al producto final. Es notoria la alta conservación de las características nutricionales propias de la fruta. La fruta obtenida conserva en alto grado sus características de color, sabor y aroma. Además, si se deja deshidratar suficiente tiempo es estable a temperatura ambiente (18 °C) lo que la hace atractiva a varias industrias.

La relativa baja actividad de agua del jarabe concentrado, no permite el fácil desarrollo de microorganismos que rápidamente atacan y dañan las frutas en condiciones ambientales.

Esta técnica también presenta interesantes ventajas económicas, teniendo en cuenta la baja inversión inicial en equipos, cuando se trata de volúmenes pequeños a nivel de Planta piloto, donde solamente se requieren recipientes plásticos medianos, mano de obra no calificada, sin consumo de energía eléctrica y además los jarabes que se producen, pueden ser utilizados en la elaboración de yogures, néctares, etc.) a fin de aprovechar su poder edulcorante y contenido de aromas y sabores de la fruta osmodeshidratada.

Por otra parte el uso de azúcar (sacarosa) o jarabes y melazas tan disponibles en nuestro medio rural, con la posibilidad de su reutilización bien sea en nuevos procesos o para edulcorar otros productos la hace una técnica interesante.

Entre las limitaciones que presenta esta técnica de ósmosis está que no a todas las frutas puede aplicarse. Por ahora solo se emplean las frutas que presentan estructura sólida y pueden cortarse en trozos.

Las frutas obtenidas, dependiendo del grado de deshidratación, por lo general no son productos estables, sino semielaborados que pueden complementarse con otras técnicas que podrían encarecer el producto final.

También se presentan inconvenientes con el manejo de los jarabes. Algunos de estos inconvenientes están relacionados con el almacenamiento de los altos volúmenes que se necesitan, su reutilización una vez se hayan concentrado de nuevo; el enturbiamiento que se genera por el desprendimiento de solutos y partículas de las frutas allí sumergidas; el riesgo de contaminación microbiana cuando ha descendido a niveles inferiores a 60°Bx; la resistencia de los microorganismos a los tratamientos térmicos higienizantes; la necesidad de conservar los jarabes almacenados bajo condiciones que eviten su fermentación, y si ya avanzó un poco esta contaminación puede transmitirse a la nueva fruta allí sumergida. Finalmente está la presencia de insectos que se puede generar en los sitios donde se manejan estos jarabes debido a la atracción que estos tienen por los aromas frutales que con el tiempo se pueden tornar difíciles de erradicar

Las características de los productos obtenidos se podrían resumir así:

- Las rodajas de banano se alcanzan a pardear ligeramente si están muy maduras o no se sumergen pronto en el jarabe. Una alternativa es sumergirlos en una solución de ácido ascórbico inmediatamente se cortan y luego si sumergirlos en la solución osmodeshidratante de jarabe. Los trozos adquieren un sabor mas intenso.
- La moras tardan más del promedio de las demás frutas por las características de su piel. Con previo congelado de la fruta y aplicación de la osmosis se acelera la deshidratación.
- Las peras pueden también pardearse ligeramente sobre todo antes de sumergirlas en el jarabe. Se puede seguir el proceso anotado para banano.
- La deshidratación de curuba permite obtener una pulpa concentrada sin empleo de alta temperatura y sin cambios de color o aroma.
- La fresa pierde mucho de su sabor característico que pasa al jarabe.
- La deshidratación de la breva es lenta debido a la impermeabilidad de las cáscara. Esta aumenta con el escaldado previo que se le puede dar.
- La feijoa en rodajas permite obtener una fruta ligeramente pardeada; la cáscara posee un fuerte sabor característico y el jarabe resultante es altamente aromático. La variedad mas adecuada es la que posee una pulpa firme, similar a la guayaba. En el caso de hortalizas, bs ensayos de osmodeshidratación han sido mínimos y en estos se ha empleado salmueras con resultados no muy satisfactorios.

En el inmediato futuro se tiene programado adelantar investigaciones, con la estrecha colaboración de la facultad de ingeniería, sobre el desarrollo de equipos que permitan identificar las condiciones de las operaciones y las características de los productos obtenidos a escala de Planta piloto.

### 3 PROCESO TECNOLÓGICO

El proceso de obtención de frutas deshidratadas mediante ósmosis directa se realiza de la siguiente forma:

#### 3.1 DIAGRAMA DE FLUJO

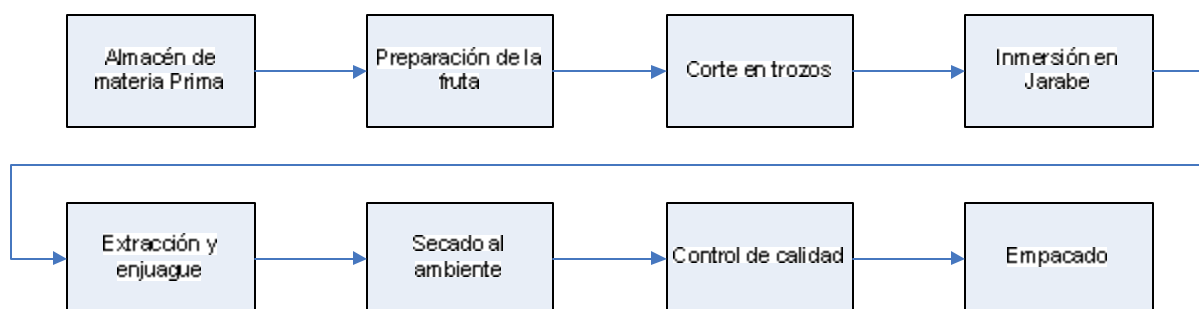


Fig. 16. Diagrama de flujo

## **3.2 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO**

### **3.2.1 Preparación de la fruta**

Se debe seleccionar una fruta que posea estructura celular rígida o semi rígida. Es decir que se puede cortar en trozos como cubos, tiras o rodajas. No servirían para este propósito la pulpa de maracuyá o lulo maduro, es decir frutas que posean pulpa líquida.

La fruta se lava, y puede trabajarse entera o en trozos. Si la piel es muy gruesa y poco permeable no permite una deshidratación rápida. En este caso se puede retirar la cáscara o aplicarle un tratamiento de permeabilización.

El tratamiento de permeabilización puede consistir en disolver la película de cera con una sustancia apropiada o someter la fruta a un tratamiento de escaldado, es decir mediante la acción de calor durante un tiempo de 1 a 3 minutos. El escaldado disminuye la selectividad de las paredes de las células, con lo que se acelera la deshidratación.

### **3.2.2 Deshidratación osmótica**

El agente osmodeshidratante debe ser un compuesto compatible con los alimentos como el azúcar de mesa, (sacarosa) o jarabes concentrados como la miel de abejas o jarabes preparados a partir de azúcares.

La sal de cocina no es empleada para deshidratar frutas por la posibilidad de comunicarle un sabor desagradable, aunque se ha agregado en mínima cantidad al jarabe de azúcar para aumentar la velocidad de deshidratación.

La fruta en trozos se sumerge en el jarabe o impregnan con el azúcar dentro de un recipiente adecuado, como puede ser una caneca plástica o de acero inoxidable. De inmediato el agua de la fruta sale hacia el jarabe, debido a la presión osmótica que se genera dentro de este.

La mayor velocidad de osmodeshidratación se produce en los momentos iniciales, que es cuando la diferencia de concentraciones entre el interior y el exterior de la fruta es la mayor.

Los niveles de pérdida de peso promedio en las frutas más ensayadas como piña, mango, guayaba o papaya es de alrededor del 40%, al cabo de cerca de seis horas de inmersión en jarabe con agitación y 20 a 25 °C.

La fruta parcialmente deshidratada a niveles del 40 - 50% de pérdida de agua no es completamente estable a condiciones ambientales, pero si lo es mas que la fruta fresca.

Los trozos se extraen del jarabe y la mayor parte de este se retira por medio de un rápido enjuague y escurrido. Los trozos, según el grado de deshidratación alcanzado, se puede someter a procesos complementarios que le darán mayor estabilidad hasta el punto de poderse mantener a condiciones ambientales con un empaque adecuado.

Algunos de los procesos complementarios son al refrigeración, congelación, pasterización, liofilización, secado con aire caliente, adición de conservantes o empaçado en vacío.

Un producto sometido a deshidratación osmótica, como único sistema de estabilización y ha alcanzado un nivel de humedad inferior al 30%, se puede conservar a temperatura y humedad relativas ambientales de Bogotá, por ejemplo, no requiere empaque especial o puede ser uno construido con película de celofán papel o polietileno delgado, para que la humedad que por difusión se desprenda del alimento salga al ambiente que puede poseer alrededor del 65% de humedad.

Si por el contrario el nivel de estabilidad logrado por osmosis es bajo y se necesita complementarlo con pasterización o refrigeración, el empaque debe ser una película de baja permeabilidad a gases, es decir que no deje entrar ni salir vapor de agua y menos ingresos de microorganismos. La película puede ser a base de polipropileno o una multicapa con aluminio. Otra alternativa es empacarlo en envase de vidrio, pero de forma que cuando se cierre el frasco el producto posea una carga microbiana muy baja y además se complete su conservación con almacenamiento refrigerado.

Una técnica complementaria recomendada para un producto parcialmente deshidratado por ósmosis es exponerlo a un ambiente seco (60-70% de humedad) durante 24 a 48 horas, para que se deshidrate un poco más y se pueda conservar sin empaque hermético. Este producto tendrá la apariencia y características de la común uva pasa.

También suele utilizarse la deshidratación por calor, consiste en aplicar aire caliente a un trozo de fruta, de manera tal que esta evapore el agua de su interior

### **3.3 FACTORES QUE INFLUYEN EN LA VELOCIDAD DE DESHIDRATACIÓN.**

La velocidad de pérdida de peso de una determinada fruta sucede inicialmente de manera mas acelerada con un progresivo retardo a medida que avanza el tiempo de contacto con el jarabe.

Las investigaciones adelantadas han determinado que existen varios factores que influyen en la velocidad de deshidratación. Estos factores están estrechamente relacionados con las características propias de la fruta y del jarabe, y de las condiciones en que se pongan en contacto estos componentes de la mezcla.

Los factores que dependen de la fruta son: la permeabilidad y características estructurales de las paredes o membranas celulares: la cantidad de superficie que se ponga en contacto con el jarabe y la composición de los jugos interiores de la pulpa.

La pulpa entera con cáscara, de características cerosas como la breva, al ser sumergida en el jarabe sufrirá una deshidratación más lenta que una fruta sin cáscara. Lo anterior se presenta por el " obstáculo " que constituye para la salida del agua, la cáscara que contiene sustancias de carácter aceitoso o ceroso. En recientes investigaciones se ha visto como con pretratamientos son sustancias que disuelven las ceras o la acción del calor (escaldado), se aumenta la permeabilidad de las paredes.

Los trozos de piña sumergidos en jarabe pierden mayor cantidad de agua que las rodajas de banano en el mismo tiempo, debido a la estructura más " apretada " y la mayor cantidad de almidones que posee el banano.

De manera análoga, perderán agua más rápido los trozos de piña en forma de cubos de 2cm, que las rodajas de 10cm de diámetro. Esto es debido a la mayor superficie específica expuesta al jarabe que tiene la forma de cubos.

En cuanto a los factores que influyen en la velocidad de deshidratación de frutas, debido a las características del jarabe se hallan la composición y la concentración. Dependiendo de la naturaleza química de los compuestos empleados para preparar el jarabe, es decir su composición, estos van a ejercer una diferente presión osmótica

La concentración del jarabe influye directamente sobre la velocidad, porque al mantener una alta diferencia de concentraciones a lado y lado de la membrana, se incrementa mas la presión osmótica, favoreciendo un rápido flujo de agua a través de la membrana en busca del equilibrio.

La agitación periódica al sistema también produce un importante aumento en la velocidad de deshidratación. A medida que avanza el tiempo de contacto de la fruta con el jarabe, esta se va rodeando de su propia agua, la cual se va difundiendo lentamente por el jarabe concentrado. Al estar rodeada de agua la fruta, la diferencia de concentraciones entre el jarabe y la pared celular se hace menor, con lo que también se disminuye la velocidad de salida de agua.

Otro factor que aumenta la velocidad de deshidratación es la relación fruta: jarabe. Cuando esta relación es una parte de fruta por una de jarabe, la posibilidad de disminuir la velocidad es mayor, debido a que el agua que sale de la fruta diluye el jarabe más rápidamente que si la relación fruta: jarabe se cambia a 1:3.

### **3.4 CARACTERÍSTICAS Y USOS DE LAS FRUTAS OBTENIDAS**

Las frutas obtenidas mediante esta técnica pueden tener diferentes características según el grado de estabilidad que almacenen. Este grado de estabilidad dependerá del nivel de deshidratación alcanzado durante la inmersión en el jarabe o por la aplicación de técnicas complementarias de conservación.

Cuando se necesita un producto derivado de una fruta lo más parecido a la fruta fresca pero de alta estabilidad, se debe recurrir a complementar el producto mediante otras técnicas de conservación como el frío (refrigerado, congelado), el calor (escaldado , pasterizado) o los aditivos (sulfitado, sorbato, benzoato, ácido ascórbido).

Generalmente mediante esta técnica se obtienen frutas que han perdido cerca del 40% de su contenido en agua, lo que las convierte en productos semi elaborados que no son estables a temperatura ambiente. En estas condiciones estas frutas pueden servir de materias primas semi elaboradas empleadas por otras industrias como pueden ser, la de pastelería, la láctea, la de pulpas para obtener concentrados.

También se pueden emplear como productos estables a condiciones ambientales cuando han llegado a perder cerca del 70 % del agua, semejante a las uvas pasas, pudiéndose emplear como pasabocas solo o mezclados.

Los jarabes usados y resultantes de la deshidratación también pueden ser utilizados como ingredientes de otros productos. En otros jarabes, luego de haber sido retirada la fruta,

permanecen compuestos extraídos de la misma, que conservan las características de aroma, sabor y algo de color genuinos.

Lo anterior se presenta porque los aromas y sabores propios de las frutas, son atrapados y estabilizados por los compuestos concentrados en el jarabe. Teniendo en cuenta las nuevas características de los jarabes, se les puede utilizar como edulcorantes de productos Específicos, como sería el caso de néctares, yoghurts, salsas para helados y otros con características de esa fruta.

Estos jarabes también pueden ser reutilizados en nuevos procesos de deshidratación, si son llevados a concentraciones adecuadas para generar su fuerza osmótica y además evitar la posibilidad de fermentación.

Esta interesante aplicación ha permitido comprobar que las frutas sumergidas en jarabes reutilizados, poseen mejores características sensoriales que las frutas que se deshidratan en jarabes frescos. La explicación es que en un jarabe fresco además de extraer agua, también atrapa aromas sabores y colores de la fruta como se mencionó antes.

Por su parte el jarabe reutilizado no "atrapa" estos compuestos, sino que por el contrario, si la fruta que se sumerge, esta deficiente en alguno de estos, trata de alcanzar el equilibrio y terminará con mayor y mejor aroma y sabor. En estos jarabes reutilizados el fenómeno que con mayor fuerza se presenta es la salida de agua de la fruta al jarabe, para compensar la presión osmótica que se ejerce al interior del jarabe.

### **3.5 BALANCE DE MATERIA**

En el caso de reutilizar el jarabe empleado en la deshidratación osmótica, este debe ser concentrado nuevamente hasta los niveles adecuados. La concentración se realiza para recuperar su capacidad deshidratante, aprovechar los aromas y sabores que se desprendieron de la fruta en la primera osmodeshidratación y para evitar su deterioro.

El deterioro del jarabe puede consistir en una fermentación o simplemente un enturbiamiento natural. En caso de presentarse la fermentación, que es muy grave por el sabor y aroma que se genera, en cuyo caso se recomienda no volver a emplear. La fermentación se produce porque la concentración de solutos es baja y permite el desarrollo cada vez mas acelerado de microorganismos. Normalmente la descomposición de los azúcares elevan las concentraciones de alcohol, esterres y ácidos de sabor y olor desagradables.

Esta carga crece aceleradamente si la concentración del jarabe alcanza niveles menores de 60%, a los que se llegan por la dilución que produce el agua que sale de las frutas sumergidas. Para prevenir este deterioro, se puede ajustar el pH a niveles mas bajos o agregar agentes microbicidas.

Las dos formas de alcanzar la adecuada concentración del jarabe, antes de la inmersión del nuevo lote son mediante la adición de azúcar (u otro soluto) o la evaporación de agua.

## CONCLUSIONES

La producción azucarera en nuestro país representa un rubro importante en la economía nacional sin embargo es un privilegio de unos pocos pues los costos operacionales y en maquinarias limitan la posibilidad de los microempresarios. No obstante el sector azucarero puede representar en potencia la base de nuevas empresas.

La producción panelera es un proceso menos complejo que el de el azúcar por tal efecto es mas asequible a pequeños productores.

La miel de caña puede representar un insumo importante en la creación de suplementos alimenticios no solo con enfoque en nutrición animal sino también humana

La miel de abejas puede representar una alternativa para la fabricación de productos mas elaborados que se retribuirían en una nueva fuente de ingresos

La deshidratación osmótica de frutas es una alternativa económica que puede considerarse frente a los procesos de deshidratación tradicionales



# BIBLIOGRAFÍA

## 1 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

### 1.1 TEXTOS CITADOS

Elementos de bromatología descriptiva; Gunter vollmer, Gunter josst. Editorial acribia Zaragoza España 1999.

Apicultura; Lillie D. Zierau. compañía editorial continental México 1977

El libro de las mermeladas, confituras, jaleas y licores; Lourdes March. Alianza editorial S.A. Madrid 1999

El libro de la miel; Eva Crane. Fondo de cultura económica México DF. 1997

Instituto cubano de investigaciones de los derivados de la caña de azúcar; Luís O Gálvez Taupier. Ministerio de cultura, editorial científico técnica ciudad de la Habana Cuba. 1986

Manual de producción de azúcar ; Norma Quiñones Santiago. Editora ISPJAE ciudad de la Habana Cuba. 1989

### 1.2 URL'S CITADAS

<http://www.quassab.com/Es/LaPanela/Default.asp>

<http://www.historiacocina.com/historia/articulos/azucar.html>

<http://www.azucar.cl/historia.htm> [Consulta: 31-05-2007]

<http://www.iedar.es/azucar/historia.htm> [Consulta: 31-05-2007]

[http://www.inazucar.gov.do/historia\\_azucar.htm](http://www.inazucar.gov.do/historia_azucar.htm) [Consulta: 31-05-2007]

<http://ttukun.galeon.com/pagina1.html> [Consulta: 31-05-2007]

[http://miel.buscarportal.com/miel\\_historia.php](http://miel.buscarportal.com/miel_historia.php) [Consulta: 31-05-2007]

<http://www.educar.org/inventos/azucar.asp> [Consulta: 02-06-2007]

[http://www.sancarlos.com.ec/pdf/proceso\\_azucar.pdf](http://www.sancarlos.com.ec/pdf/proceso_azucar.pdf) [Consulta: 02-06-2007]

<http://www.senasica.sagarpa.gob.mx/miel/mbpm.pdf> [Consulta: 02-06-2007].

<http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/agronomia/2006228/teoria/obfrudes/p3.htm> [Consulta: 05-06-2007]