



GUÍA TÉCNICA DE  
**AGROINDUSTRIA**  
**PANELERA**

*Walter F. Quezada Moreno*

*Walter Francisco Quezada Moreno*

***Ingeniero en Industrias Agropecuarias, graduado en la Universidad Técnica Particular de Loja. Master en Docencia Universitaria e Investigación. Postgrado en Fomento Agroindustrial. Profesor Principal en la Escuela de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Técnica del Norte en las asignaturas de Industria Panelera y Azucarera, Química General y Gerencia de Empresas Agroindustriales. Fue Director del Centro Universitario de Investigación Científica y Tecnológica de la UTN. Director de varios proyectos financiados por organismos externos y por la misma Universidad Técnica del Norte. Director de un sinnúmero de tesis de grado de ingeniería. Ha publicado trabajos en revistas y periódicos locales y nacionales acerca de sus investigaciones realizadas. Ha dado asesoría en empresas productoras de panela y en la empresa TAVA sobre estabilización del gel, filete y elaboración de productos de sábila. Es autor del folleto sobre Miel Salud y Vida. Actualmente trabaja en la revisión para su impresión en documentos sobre: guía técnica de aceites esenciales, ingeniería de procesos y agroindustria azucarera.***

© 2007.

*Tiraje: 500 ejemplares*

*Ibarra – Ecuador*

*Pedidos al teléfono: 06 2951 683*

*E-mail: wquezada473@gmail.com*

*Wquezada473@yahoo.es*

*Queda prohibida su reproducción parcial o total.*

## **PRESENTACIÓN**

*La edición y publicación de la presente guía técnica de agroindustria panelera, se elaboró con la finalidad de transferir y difundir información al sector dedicado a la agro industrialización de la caña de azúcar, en especial al panelero.*

*Gran parte del contenido que se presenta en este documento, es resultado de un sinnúmero de experiencias, trabajos e investigaciones realizadas durante varios años como docente universitario. Por tal motivo, espero se convierta en documento de estudio para estudiantes y fuente de consulta para profesionales, cañicultores, paneleros e interesados.*

*La obra constituye un valioso aporte dentro del campo de la agroindustria panelera, ya que pone en sus manos una guía de incalculable valor técnico para la producción de edulcorantes, especialmente miel hidrolizada, panela y azúcar natural. Las oportunidades existen, sólo es cuestión de soñar e iniciar con ganas. Esas oportunidades es para hombres y mujeres que tengan capacidad y poder de decidir e ir a buscarlas en el mundo externo y especialmente las descubra dentro de sí mismos. No esperemos que otros construyan el futuro, creo que es más divertido, saludable y exitoso vivir de la transformación, de la novedad, de la creación. Mil gracias por leer el contenido del presente libro.*

*Walter F. Quezada Moreno.*

## **DEDICATORIA**

*A mi esposa Marcia.  
A mis hijos (D<sup>3</sup>) David, Diana y Daniela  
que son la inspiración  
para vencer obstáculos e  
iniciar nuevos retos.*

*A Dios, por la sabiduría  
entregada a nosotros.  
A la madre naturaleza,  
por ser bondadosa al  
darnos esta maravillosa planta,  
la caña de azúcar.*

## **CONTENIDO**

PRESENTACIÓN

DEDICATORIA

¡Importante!

INTRODUCCIÓN

DEFINICIONES

**1 AGROINDUSTRIA PANELERA**

Definición

Importancia

**2 CAÑA: CULTIVO Y VARIEDADES**

Cultivo

Variedades

**3 CARACTERÍSTICAS Y MADUREZ DE CAÑA**

Determinación del brix terminal

Determinación del brix basal

**4 CORTE DE CAÑA**

Corte por parejo

Corte por entresaque o des-guie

**5 HIDRATOS DE CARBONO**

Monosacáridos

Glucosa

Dextrosa

Fructosa

Disacáridos

Sacarosa

Inversión de la sacarosa

Hidrólisis

**6 EDULCORANTES DERIVADOS DE LA AGROINDUSTRIA PANELERA**

Miel Hidrolizada

Importancia

Requisitos mínimos

Defectos

Panela

Importancia

Requisitos mínimos

Defectos

- Producción mundial
- Azúcar Natural
  - Importancia
  - Requisitos mínimos
  - Defectos
- 7 OPERACIONES BÁSICAS EN LA OBTENCIÓN DE MIEL, PANELA Y AZÚCAR NATURAL**
  - Recepción de caña
  - Extracción de jugo
    - Capacidad del trapiche
  - Limpieza
    - Los pre-limpiadores
  - Clarificación de jugos
    - Importancia
    - La yausabara
    - Extracción de mucílagos
  - Descachazada 1 y 2
  - Concentración y punteo
- 8 MIEL HIDROLIZADA**
  - Envasado - enfriado
  - Sellado – etiquetado
  - Almacenamiento
- 9 PANELA**
  - Punteo y batido
  - Moldeo, enfriado y desmoldado
  - Selección y clasificación
  - Arrumado y empaque
- 10 AZÚCAR**
  - Cristalización
  - Batido
  - Enfriado y tamizado
  - Envasado y pesado
- 11 CONTROLES EN EL PROCESO**
  - Control del pH
    - Valores de pH: miel, panela y azúcar.
  - Control de los sólidos solubles en la solución
  - Control de la temperatura
  - Control de densidad

- 12 EL COLOR EN LOS DERIVADOS DE LA AGROINDUSTRIA PANELERA Y SU COMPOSICIÓN**
  - Color de la miel, panela y azúcar
  - Composición
- 13 EL PRODUCTO EN EL MERCADO Y CONSERVACIÓN**
  - Producto en el mercado
  - Conservación
- 14 ASPECTOS BÁSICOS DE DISTRIBUCIÓN EN UNA AGROINDUSTRIA PANELERA**
  - Área o Patio de caña
  - Área de molienda y pre-limpieza
    - Molienda
    - Pre-limpieza
  - Área de almacenamiento y secado de bagazo
  - Área de Procesamiento de Jugos
  - Área de moldeo, envasado y almacenaje
- 15 ADECUACIÓN E INSTALACIONES**
  - Construcciones
  - Techos
  - Vías de acceso
  - Patios
  - Pisos
  - Pasillos, rampas y escaleras
  - Paredes, ventanas y puertas
  - Cocina y comedor
  - Instalaciones sanitarias
  - Vestidores y dormitorios
  - Otros servicios
    - Agua
    - Desagües y tratamiento de aguas residuales
    - Instalaciones eléctricas y telefónicas
    - Basureros
- 16 CONTROL DE PLAGAS**
  - Control de insectos
  - Control de roedores
- 17 PROGRAMA DE HIGIENE**
  - Higiene de personal
  - Higiene de uniformes

Higiene de la planta

Desinfección

**18 DISEÑO DE UNA AGROINDUSTRIA PANELERA**

Detalle general de alturas de diseño y montaje

PREGUNTAS Y EJERCICIOS DE REPASO

BIBLIOGRAFÍA

**¡Importante!**

Si no has revisado el presente documento, te sugiero contestes las preguntas siguientes.

PREGUNTA	SI	NO
¿Conoce usted las variedades de caña para panela?		
¿Sabe usted cómo se determina la madurez de la caña?		
¿Puede usted definir a la panela y el azúcar?		
¿Puede definir a la miel hidrolizada?		
¿Entiende el proceso de hidrólisis de la miel?		
¿Conoce las diferencias entre azúcar de mesa y azúcar natural?		
¿Conoce usted la diferencia entre azúcar natural y panela?		
¿Sabe cómo se produce el proceso inversión?		
¿Sabe usted qué es azúcar invertido?		
¿Define correctamente el pH?		
¿Define usted correctamente los grados brix?		
¿Sabe usted, cuál es la composición de la caña?		
¿Conoce el proceso de obtención de miel, panela y azúcar?		
Desde el punto de vista nutritivo ¿son importantes los derivados de la agroindustria panelera?		
¿Conoce usted la importancia del color en los alimentos?		
¿Conoce que sustancias químicas utilizan los paneleros para aclarar el color en los productos?		
¿Conoce qué es un abanico colorimétrico?		
¿Conoce usted en que categoría ambiental se ubican las paneleras?		

Si la mayor parte de estas preguntas son negativas, USTED DEBE LEER LA PRESENTE GUÍA DIDÁCTICA, Y APLICAR SU CONTENIDO EN ACTIVIDADES RELACIONADAS AL TEMA.... ¡no te arrepentirás!

## **INTRODUCCIÓN**

*El primer proceso químico de transformación que el hombre experimentó y utilizó fue la combustión. El fuego entregó calor, luz y finalmente lo utilizó como medio para cocinar alimentos. Desde un inicio, el hombre transformó los productos del campo para conservarlos a través del secado, salado y cocimiento; especialmente para consumirlos en épocas de escasez. Actualmente, estos productos se transforman, conservan y mejoran su sabor. Uno de estos procesos de transformación se ha aplicado a la caña de azúcar. Proceso que data antes de que Colón viniera a América.*

*Un proceso es el conjunto de operaciones continuas necesarias para la fabricación de productos. La transformación de esta materia prima (caña) ocurre en una ramada, panelera o trapiche, vocablos propios utilizados desde el sur hasta el norte del país.*

*Conceptos que me recuerdan mi infancia, cuando me orientaba por el humo que desprendía la chimenea de una ramada, el olor agradable, profundo y penetrante del jugo concentrado a punto de miel o panela envolviendo el ambiente; el movimiento descrito por el andar rítmico de los bueyes, para accionar las masas que exprimen la caña, operarios sudorosos y olientes a melaza y bagazo, son vivencias que nunca olvidaré.*

*Estas experiencias originaron el estudio e investigación de aspectos relacionados acerca del proceso de elaboración de panela y otros productos, toda vez que es un sector importante que se extiende desde las zonas rurales hasta las más remotas de nuestro país, y que no ha tenido mayor incidencia en la economía de los que hacen agroindustria panelera.*

*Además, establecer una gama de colores conocido como abanico colorimétrico para la agroindustria panelera, que sirva para determinar los colores de la miel hidrolizada, panela y azúcar natural “ACAP”, resulta de mucha importancia para el que se dedica a esta actividad agrícola, poseedora de un gran futuro en la producción de edulcorantes naturales, como el dulce.*

*Si el sector artesanal panelero del Ecuador, es parte vital de una gran mayoría de población, particularmente de las zonas rurales, que trabajan y viven de la producción e industrialización de caña, entonces estamos aportando con un granito de arena, para que el mismo se desarrolle y compita con productos de calidad..*

*La producción panelera, a pesar de los beneficios que proporciona a sus productores, al medio rural y en la actualidad al sector urbano con perspectivas futuras de mercado, se encuentra aislada sin una adecuada asistencia técnica, tecnológica y financiera tanto en producción como en transformación. Por tal motivo, la presente guía aborda contenidos básicos e importantes sobre producción y calidad de azúcar, panela y miel, para beneficio del productor panelero.*

*Espero que la información que en ella encuentren sirva de orientación para entrar en procesos de producción de calidad y calidad de consumo, en un mercado altamente competitivo y exigente.*

## **DEFINICIONES**

Para entender una actividad o por lo menos estar familiarizado con ella, hay que conocerla. Por tal motivo es necesario definir ciertas palabras muy comunes en la actividad agroindustrial, y que han sido causa de un sinnúmero de pronunciamientos equívocos y provocados desorientación en la definición de procesos agroindustriales.

**Agroindustria:** Empresa que elabora materias primas agrícolas, entre ellas los cultivos superficiales y arbóreos y los productos ganaderos.

**Agroindustria panelera:** Empresa que elabora productos edulcorantes derivados de la caña de azúcar, a través de actividades de cultivo y post- cosecha, procesamiento – empaque y comercialización.

**Actividad panelera:** Conjunto de tareas propias de una o más personas naturales o jurídicas dedicadas a producir pan de azúcar sin refinar.

**Alimento:** Todas las sustancias o productos de cualquier naturaleza, sólidos o líquidos, naturales o transformados, que por sus características, aplicaciones, componentes, preparación y estado de conservación, sean susceptibles de ser habitual e idóneamente utilizados en la alimentación humana. Otros como, toda sustancia o producto natural o elaborado, que al ser ingerido por el hombre, le proporcione elementos necesarios para el mantenimiento , desarrollo y actividad de su organismo.

**Alimento preempacado:** significa cualquier alimento que está contenido en un empaque y que de esta manera es ordinariamente vendido, usado o comprado por un consumidor. . Un envase puede contener varias unidades o tipos de alimentos preenvasados cuando se ofrece al consumidor.

**Azúcar:** El azúcar es un hidrato de carbono, que fabricado cuidadosamente está constituido de casi en su totalidad por sacarosa, es cristalino, de sabor dulce, soluble en agua y color blanco brillante. En el mercado azucarero existen diversos tipos de azúcar. Azúcar crudo, rojo, rubio, sulfatado blanco y refinado.

**Azúcar natural:** Es único de las agroindustrias paneleras producido por el método natural a sobresaturaciones de 1.4 a 1.6 en la zonal lábil. El azúcar natural es un hidrato de carbono único por sus características de sabor, color y componentes nutritivos,

**Azúcar de mesa:** El azúcar de mesa (blanco o sulfitado) está compuesto por 99,5 % de sacarosa y 0,5 % de impurezas.

**Azúcar refinado:** Es un azúcar que ha alcanzado una pureza entre 99,8 a 99,9 % de sacarosa.

**Bagazo:** Cáscara que queda después de que se saca el jugo de la caña de azúcar.

**Cachaza:** Primera espuma de la caña cuando empieza a recogerse en el proceso de cocción.

**Caña de azúcar:** Planta monocotiledónea y gramínea, originaria de la India, con tallo leñoso, de uno a cinco metros de altura, que contiene un tejido esponjoso y dulce del que se extrae el jugo para concentrar y obtener azúcar; hojas largas y lampiña y flores purpúreas en panoja piramidal.

**Cañaveral:** Es el cultivo de caña de azúcar, conocido también como cantero.

**Grados brix (°B):** Son los sólidos solubles que están presentes en la solución.

**Industria:** Es el lugar fijo e inteligente, donde ocurren una serie de operaciones para la transformación de materias primas no perecibles y la producción de la riqueza.

**Materia prima.** Es el producto principal de entre todos que forma parte de una fórmula. Significa que es aquella que se incorpora en la fórmula en mayor cantidad. Para elaborar cierto producto, puede tener una a más materias primas. Para el caso tomamos el ejemplo de las mermeladas. En este producto la materia prima sería la fruta y el azúcar.

**Insumo.** Es el material o ingrediente que se adiciona a la fórmula en pequeñas cantidades. En un producto elaborado pueden ir varios insumos. Como ejemplo en la elaboración de mermeladas se incorpora como insumos el conservante (ácido cítrico) y pectina.

**Trapiche:** Conocido como molino, es un equipo utilizado para extraer el jugo de la caña de azúcar.

**Miel Hidrolizada:** Es un hidrato de carbono obtenido por concentración del jugo de la caña y está constituido por azúcares invertidos y sacarosa, por efecto de una inversión ácida; es viscoso y de sabor dulce, translúcido, soluble en agua y color café claro brillante.

**Panela:** La panela es otro tipo de azúcar o azúcar integral, conocida también como raspadura o chancaca. Es un edulcorante moldeado nutritivo por sus minerales y vitaminas, de color café claro de sabor dulce y aroma característico, obtenido de la concentración del jugo de caña.

**Yausabara:** Nombre común de la planta, cuya corteza se usa para limpiar de impurezas el jugo de la caña.

**Saturación:** Es un estado de equilibrio estable que logra un soluto y un disolvente a una determinada temperatura. Es decir, es la cantidad de soluto que puede disolver un volumen determinado de disolvente (agua) a temperatura dada. Cuando una solución contiene el total de sacarosa que es capaz de disolver a temperatura determinada, se dice que está saturada.

**Sobresaturación:** Es un estado donde la solución contiene mayor cantidad de soluto que un volumen de disolvente pueda disolver. Esto se logra incrementando la temperatura de la solución.

**Solución o Disolución:** Es una dispersión molecular o iónica de un soluto en el seno de un disolvente. También se la puede definir como la mezcla homogénea de un soluto en un disolvente.

**Solubilidad:** Capacidad que tienen los sólidos para disolverse, en un disolvente. La solubilidad de un soluto varía con la temperatura y aumenta rápidamente cuando la temperatura aumenta.

**Coefficiente de solubilidad:** Es la cantidad de peso de soluto que se necesita para saturar 100 cm<sup>3</sup> de disolvente. Es decir es la relación que existe entre la cantidad de sacarosa soluble en un peso dado de agua en una solución impura a determinada temperatura, con la cantidad del mismo producto soluble en agua pura y a la misma temperatura.

**Proceso:** Es el conjunto de operaciones continuas para la fabricación de productos.

**Paquete tecnológico:** Es el conjunto de elementos tecnológicos muy definidos y estrechamente vinculados con la ingeniería básica, de detalle, los equipos, servicios técnicos, construcción civil, licencia, know-how, etc. que permiten materializar un proyecto.

**Conocimientos técnicos no patentados (KNOW – HOW):**

Se define como el conjunto de conocimientos y experiencias que posee una persona u organización relacionados todos o uno cualquiera de los elementos que componen un sistema productivo.

El “**Know –how**”, básicamente comprende documentación en forma de métodos específicos de fabricación, fórmulas y correlaciones, planos y manuales. Por no estar patentado el “know – how” se incluye en los contratos para obtener alguna protección de tipo legal.

**Licencia.** Es el consentimiento dado por el concedente (poseedor del derecho exclusivo) al concesionario, para utilizar como propio los conocimientos amparados por patentes o marcas.

**Regalía.** Es el pago periódico que hace el concesionario al concedente por utilizar una propiedad industrial de este último que puede ser simple (p.e. una patente) o compuesta (p.e. más know-how). La forma y periodicidad del pago se establecen en el convenio o acuerdo de concesión.

**Desagregación tecnológica.** Es el desglose de la tecnología en sus diferentes componentes con el objeto de mejorar la posición negociadora de los adquirientes de tecnología, generar demanda de servicios o bienes nacionales o subregionales y ayudar al proceso de asimilación.

**Patente.** Significa el derecho exclusivo, concedido en virtud de la ley, para aprovechar una invención.

**Norma.** Una norma es un conjunto de leyes y regulaciones relacionadas con algún producto, que se deba cumplir de manera mandataria.

**Certificado:** Documento oficial expedido por un profesional idóneo, en el cual se hace constar el estado sanitario de la fábrica y de los productos que se producen allí.

**Estándar:** La estandarización es un proceso en el cual cada elemento a su vez afecta al resto. En si es una serie de pasos muy concisos que describan y regulen cualquier producto.

**Tecnología:** Es el conjunto de conocimientos indispensables para realizar operaciones necesarias para la transformación de insumos en productos.

**Etiqueta:** cualquier marbete, rótulo, marca, imagen u otra materia descriptiva o gráfica, que se haya escrito, impreso, estarcido, marcado, marcado en relieve o en hueco grabado o adherido al envase de un alimento.

**Etiquetado:** cualquier material escrito, impreso o gráfico que contiene la etiqueta, acompaña al alimento o se expone cerca del alimento, incluso el que tiene por objeto fomentar su venta o colocación.

**Declaración de propiedades:** cualquier representación que afirme, sugiera o implique que un alimento tiene cualidades especiales por su origen, propiedades nutritivas, naturaleza, elaboración, composición u otra cualidad cualquiera.

## ***1. AGROINDUSTRIA PANELERA***

### **DEFINICIÓN**

Para entender claramente que es agroindustria y por ende el rol del futuro profesional agroindustrial, es necesario definirla y argumentar correctamente. Austin, J. (1987), del Banco Mundial define a la Agroindustria como “empresa que elabora materias primas agrícolas, entre ellas los cultivos superficiales y arbóreos y los productos ganaderos” (p.15). Se debe señalar que las agroindustrias son un componente de operación, del amplio sistema que abarca toda la cadena comercial que va desde la producción agropecuaria, pasando por la transformación, hasta el consumidor final.

Ajit Mozoomdar, Director del Instituto de desarrollo económico del Banco Mundial en el mismo documento define la agroindustria, como “la industria basada en la elaboración de materias primas agrícolas” (Ibíd. p.11).

El IICA (1999) en su boletín informativo de enero - marzo (separata técnica), define a la agroindustria como aquella que comprende “los procesos de almacenamiento, manejo, beneficio y transformación industrial de materias primas de origen agrícola, pecuario, forestal y pesquero” (p.1). En el mismo boletín define a la agroindustria rural como “la actividad que permite aumentar y retener, en las zonas rurales, el valor agregado de la producción de las economías campesinas, a través de la ejecución de tareas de post-cosecha en los productos provenientes de explotaciones silvoagropecuarias, tales como la selección, el lavado, la clasificación, el almacenamiento, la conservación, la transformación, el empaque, el transporte y la comercialización” (p.2).

De lo anotado, y tomando la definición de industria, la agroindustria difiere del sector industrial, por su alto riesgo. Este riesgo puede deberse al nexo que tiene muy cercano la agroindustria con la producción agropecuaria, como fuente abastecedora de materias primas para su transformación. La estrecha relación hace que las agroindustrias sean únicas por las características que anotamos: perecibilidad de materias primas con que opera, variabilidad de sus materias primas y por la temporabilidad que se obtiene las materias primas.

Con lo antes indicado, se define a la agroindustria como **“el lugar fijo e inteligente donde ocurren una serie de operaciones continuas de transformación de la caña para obtener panela y otros edulcorantes, que se realizan desde actividades del cultivo, cosecha, transporte, post-cosecha, procesamiento – empaque y comercialización”**. Un sistema agroindustrial, se refiere a todos los agentes que intervienen como personas y organizaciones que se ocupan de las actividades relacionadas que van desde la producción de las materias primas, transformación, transporte, almacenamiento, financiamiento, comercialización, regulación, otros. Esto nos hace pensar en un proyecto, con un estudio de inversión, para quienes se dedicados a la transformación de la caña, específicamente a los que hacen empresa “agroindustria panelera”.



PANELERA DE COLOMBIA



PANELERA DE IMBABURA  
ECUADOR

### IMPORTANCIA

La importancia de esta agroindustria radica en que genera trabajo y entrega alimento a sectores urbano marginales. Su impacto ambiental es mínimo, ya que está clasificada en la categoría B (agroindustrias de pequeña escala), que no necesita de tecnología sofisticada y finalmente es el medio para acrecentar el valor agregado de la materia prima a través de la manufactura.

Una salida para la agricultura, es la agroindustria, ya que un país no puede aprovechar su potencial agropecuario, sin recurrir a la agroindustria. Austin, J. (1987) dice que: “Las agroindustrias no sólo representan una fuerza reactiva, sino que también generan una demanda regresiva en el sector agrícola de mayores o diferentes productos agrícolas. Una planta elaboradora puede ofrecer al agricultor oportunidades de nuevos cultivos y, en consecuencia, elevar el nivel de ingresos para la explotación agrícola” (p.18). Las agroindustrias son importantes por cuatro consideraciones.

**Primera:** Las agroindustrias transforman productos agropecuarios en bruto en productos de consumo.

**Segunda:** Las agroindustrias representan en un país la mayor parte del sector manufacturero.

**Tercera:** Las agroindustrias en muchos países en desarrollo, convierten sus productos en fuente principal de exportación.

**Cuarta:** Las agroindustrias proporcionan elementos nutritivos para la población rural especialmente. Significa que las agroindustrias pueden mejorar el régimen alimenticio de un sector y país.

Sin embargo, en muchos de los casos la agroindustria se desarrolla bajo escasas consideraciones técnicas y tecnológicas de cultivo, desde el proceso hasta la comercialización. Las causas son muchas, y se ven reflejadas en la calidad en criterios éticos, estéticos y tecnológicos; siendo, la cultura de consumo, la de mayor incidencia en el desarrollo de esta actividad. “Las agroindustrias desempeñan un papel más importante en las economías de los países de ingresos más bajos y descienden en importancia en función de la mayor industrialización de los países” (Ibid. p.19).



La fotografía muestra una panelera móvil en la provincia de Imbabura del cantón Ibarra, lo que nos da una idea de la tecnología utilizada en la mayoría de paneleras de la región y del país.

El apoyo y desarrollo de la agroindustria, hará la diferencia en los países altamente agropecuarios. Entonces, no podemos considerar definiciones similares entre agroindustria e industria. La diferencia se debe a que la agroindustria utiliza materias primas biológicas, lo que las hace perecibles, variables y temporales, mientras que la industria no. Ejemplos de agroindustria, es una panelera (materia prima,

Caña) o una empresa productora de derivados lácteos (materia prima, leche) y de industria, una panadería (materia prima, harina) o de caramelos (materia prima, azúcar).

**La perecibilidad**, se refiere a la fragilidad y velocidad de deterioro de las materias primas, lo que significa que debe tenerse mucho cuidado en manipulación, almacenamiento y transformación inmediata. Por ejemplo: la caña es perecible, por lo que debe entrar al proceso de transformación al menor tiempo, de lo contrario empieza a degradarse.

**La temporabilidad** de las materias primas obedece a que únicamente están disponibles al final de cada cosecha, según las condiciones de tiempo y de producción.

**Variabilidad**, se refiere a la cantidad y calidad de las materias primas. La cantidad es incierta según los cambios meteorológicos y de productividad. Mientras que la calidad se refleja en tamaño, grado de madurez, aspecto y otros referentes al producto (materia prima) a utilizarse en un proceso agroindustrial.

La agroindustria, puede ser tan grande o pequeña como la industria. El tamaño, depende del número de empleados en la empresa. Lo que si es cierto, que ayudan significativamente al crecimiento económico de un país y sector, transformando productos agropecuarios en materiales de consumo e incorporan valor agregado a materias primas que entran al proceso de transformación.

## 2. CAÑA: CULTIVO Y VARIETADES



La caña (*Saccharum officinarum*) es una hierba gigante, pertenece a la familia de las gramíneas, del que se utiliza el tallo como materia prima para la agroindustria panelera y azucarera. El tallo es esponjoso y alberga jugo rico en azúcares, en especial sacarosa. Existen variedades que empieza la producción después del primer corte entre los 12 a 18 meses.

Depende de la zona donde se ubica el cultivo, manejo y variedad. Generalmente el primer corte ocurre a los 18 a 24 meses.

Genéticamente es una planta monóica, es decir, con capacidad de producir separadamente en la misma planta inflorescencias tanto masculinas como femeninas.

Estudios recientes indican que la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*), es originaria de Nueva Guinea y que luego fue introducida a Indochina, península de Malaya y Bengala y otros.

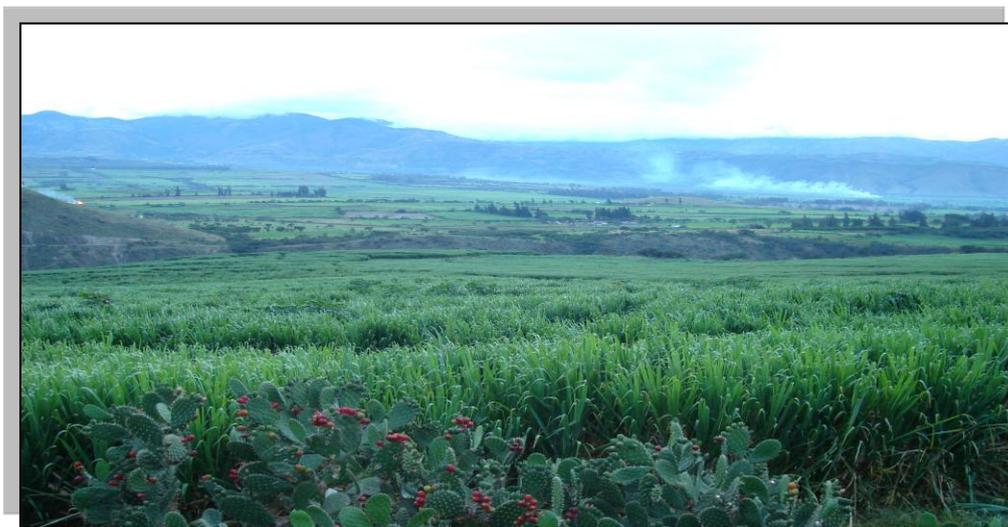
En la India fue cultivada como planta de jardín, y por hibridación se logró la diversidad de especies del género *saccharum*: *S. Barberi*, *S. officinarum*, *S. Robustum*, *S. sinensi* y *S. spontaneum*. Posteriormente, se difundió a la

China, India, Europa y luego a Arabia en el mediterráneo en los siglos IX y X.

La presencia en América se debe a las Conquistas de Colón, Cortés, Pizarro y otros. En los años 1600, se constituyó la más grande y pujante industria del mundo.

### **CULTIVO**

La caña se cultiva en climas tropicales y cálidos especialmente. Esta planta se adapta desde el nivel del mar hasta los 2200 msnm y su producción es muy buena. La podemos encontrar inclusive a alturas superiores. Para que se desarrolle normalmente la gramínea gigante, la temperatura promedio ideal es de 25 °C.



### **VARIETADES**

Las principales variedades de caña para uso panelero son las que se observan en las fotografías y en su orden, algunas conocidas por el nombre común: POJ (negra, barniz y blanca), Morada de fruta, Cubana, Campus Brasil, Puerto Rico y CENICAÑA. Sin embargo, las variedades que se cultivan en la zona según el técnico de producción agrícola del Ingenio Azucarero IANCEM. Pijal, D. (1999) son: PR – 980, CB 4069, TB – 76, B-40 y ACG (p.42).

Todas las variedades de caña tienen hidratos de carbono, entre ellos compuestos azucarados como sacarosa, glucosa y fructosa. Existen variedades que por ciertas características (no muy gruesas, cantidad de azúcares, precocidad, entrenudos largos, etc.) se las conoce como panelera, aptas para desarrollar esta actividad agroindustrial.



**POJn**



**BB**



**POJb**



**CU**



**PR**



**MF**



**CB**

Una variedad que presente mejores características en cuanto a concentración de sólidos solubles, rendimiento en TM/ Ha y velocidad de clarificación, asegura un buen rendimiento y producto final de calidad. Las variedades que más se ajustan a los requerimientos para la producción de panela, es la Puerto Rico, Campus Brasil y POJ (Proefstation Oost Java).

### 3. *CARACTERÍSTICAS Y MADUREZ DE LA CAÑA*

#### **CARACTERÍSTICAS**

Las características generales de un cultivo de caña son muchas, entre las más importantes tenemos.

- Resistentes a plagas y enfermedades
- Excelente capacidad para almacenar jugo en el tallo
- Variedades de caña con entrenudos largos y gruesos
- Variedades que no tiendan a acostarse o inclinarse
- Caña con sangre noble (jugo) que facilite la clarificación
- Maduración temprana y buen rendimiento de caña por hectárea
- Capacidad para lograr excelente cantidad de sólidos solubles en solución



#### **MADUREZ**

Se puede determinar subjetivamente y objetivamente. Subjetivamente, se utiliza los sentidos y la experiencia, para establecer la madurez en base al: color de hojas, grosor, dulzor, comportamiento del macollo o tallos de caña, otros.

Técnicamente el método objetivo es más seguro para establecer el índice de madurez (IM). Se puede determinar a través de análisis de sacarosa, pol o índice de refracción (°B). Este último, es el más usado, según el siguiente procedimiento.



### **DETERMINACIÓN DEL BRIX TERMINAL**

Comenzando desde la primera hoja superior, se cuentan hacia abajo siete a ocho hojas, y en ese punto se extrae jugo y se miden los grados Brix.

### **DETERMINACIÓN DEL BRIX BASAL**

A partir de la parte inferior del tallo, se cuentan tres a cinco entrenudos hacia arriba, se extrae jugo y se

miden los grados brix. Con los datos, se aplica la siguiente ecuación:

$$IM = \frac{^{\circ}\text{Brix superior}}{^{\circ}\text{Brix inferior}} \times 100$$

Los resultados del índice de madurez se interpretan así:

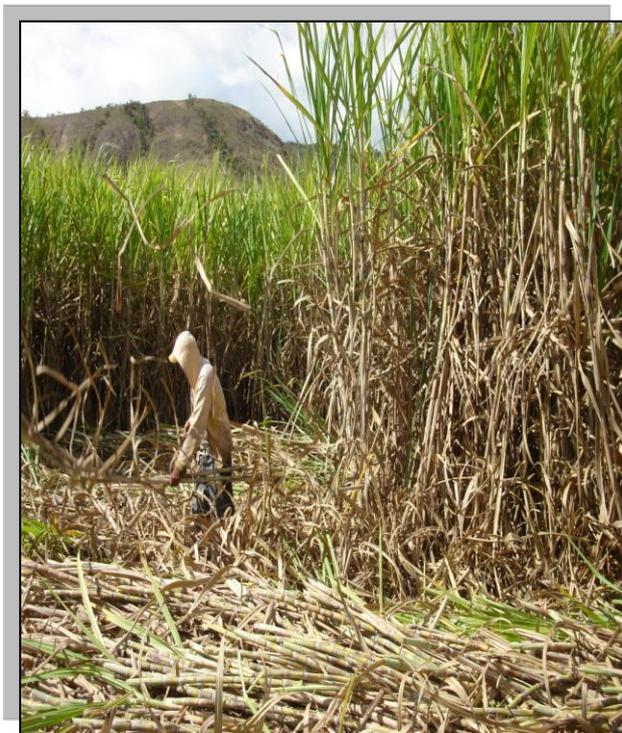
Menor a 85 % = Tierna

85 a 100 % = Madura

Mayor a 100% = Sobremadura

## 4. CORTE DE LA CAÑA

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



### **CORTE POR PAREJO**

Esta modalidad se asocia con un sistema de producción tecnificado, manejado por lotes, y se espera que la plantación esté madura (sazonada) para cortarla totalmente. Se practica principalmente en terrenos planos y en algunos de inclinación moderada.

La ventaja de este corte radica en que permite cortar todo el cultivo o cañas y así reajustar según los rendimientos en TMC/Ha, buenas prácticas culturales en la plantación.

Para aplicar este sistema se debe planificar siembras, para lograr lotes que permitan cosechar continuamente y evitar la sobre maduración de la caña.

### **CORTE POR ENTRESAQUE O DESGUÍE**

Es la práctica más generalizada entre los pequeños productores que utilizan el sistema de siembra mateado (por matas), que generalmente se practica en zonas laderasas.



Consiste en cortar las cañas maduras, dejando en pie las tiernas para su posterior recolección. La ventaja radica en la obtención de jugos con buenos sólidos solubles.

Si bien es cierto, este sistema permite cortar caña constantemente para producir panela durante todo el año, requiere invertir más tiempo y dinero, ya que se deben

seleccionar sólo las cañas maduras.

Cuando se cortan cañas tiernas o sobre-maduras, afectan la calidad de la panela, generalmente la mayor cantidad de azúcares en su jugo es de invertidos y no de sacarosa. En la provincia de Imbabura, esta práctica es generalizada en la zona de Intag, por lo accidentado de la topografía donde se ubican los cultivos de caña. El transporte de la materia prima generalmente se realiza por medio de animales.

Los canteros identificados para el corte, son aquellos que han alcanzado la madurez industrial, es decir cañas que contienen la cantidad mínima de azúcares presentes, expresado como sacarosa o como sólidos solubles en la solución (mínimo 22 °Brix).

El mayor componente de la caña es el agua. La cantidad de azúcares y fibra son componentes importantes para la producción de edulcorantes. La composición de la caña según (Moya, G. 2000. pp.21-22), es:

COMPONENTES	CANTIDAD %
-------------	------------

<b>AGUA</b>	<b>74,50</b>
<b>FIBRA:</b>	<b>10,00</b>
Celulosa	5,50
Pentosanas	2,00
Araban	0,50
Lignina, leñosos, etc.	2,00
<b>AZUCARES:</b>	<b>14,00</b>
Sacarosa (C <sub>12</sub> H <sub>22</sub> O <sub>11</sub> )	12,50
Glucosa (C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O <sub>6</sub> )	0,90
Fructosa (C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O <sub>6</sub> )	0,60
<b>CENIZAS:</b>	<b>0,50</b>
Sílice (SiO)	0,25
Potasa (KOH)	0,12
Soda (NaOH)	0,01
Cal (CaO)	0,02
Magnesio (MgO)	0,01
Ácido fosfórico (H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> )	0,07
Acido sulfúrico (H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )	0,02
Hierro (Fe)	Trazas
Cloro (Cl)	Trazas
<b>COMPUESTOS NITROGENADOS:</b>	<b>0,40</b>
Albúminas	0,12
Amidas (Esparraguina)	0,07
Aminoácidos (Aspártico)	0,20
Ácido nítrico	0,01
<b>ÁCIDOS Y GRASAS:</b>	<b>0,60</b>
Grasa y cera	0,20
Pectina y gomas	0,20
Ácidos libres	0,08
Ácidos combinados	0,12

Una medida rápida y confiable, son los grados brix en el jugo de caña. La concentración en sólidos solubles en la solución (jugo) está entre 20 a 24 °B, en cañas para uso panelero, para elaborar el tradicional dulce.

## 5. HIDRATOS DE CARBONO

Hidratos de carbono, son compuestos que contienen Carbono, Hidrógeno y Oxígeno; encontrándose a razón de 1 de carbono, 2 de hidrógeno y 1 de oxígeno. Los átomos de Hidrógeno y Oxígeno, están en proporción de 2 a 1 como el agua y su fórmula es  $C_n (H_2O)_m$ . Desde el punto de vista químico, son compuestos neutros que se dividen en dos grupos: estructurales (celulosa, hemicelulosa, pectina y entina) y no estructurales ( azúcares y almidones). Estos carbohidratos, como azúcares simples se producen en la planta por fotosíntesis, así:



Sin embargo, no todos los carbohidratos son de sabor dulce, se diferencian entre sí, por la solubilidad (azúcares), y por formar soluciones coloidales (almidones) e insolubles en agua (celulosa).

Los azúcares para nuestro estudio son los más importantes. Estos son de sabor dulce, con varias funciones alcohólicas en su molécula y alguna función aldehídica y cetónica. Los  $CH_2OH$  y  $-CHO$  son monovalentes, mientras que el grupo cetónico es divalente  $-CO-$ . La función alcohólica no es suficiente para que sea azúcar, ni pueden considerarse azúcar a cuerpos de sabor dulce (sacarina, dulcina, otros). Dentro de los hidratos de carbono tenemos los monosacáridos, disacáridos y polisacáridos. Los de importancia, señalaremos los monosacáridos (glucosa y fructosa) y disacáridos (sacarosa).

### MONOSACÁRIDOS

#### *Glucosa*

Se encuentra en la uva, miel y jarabe de maíz. Se obtiene por hidrólisis del almidón de maíz; y, se clasifica por su grado de conversión, es decir: baja conversión 30-38 DE, alta conversión más de 58 DE (dextrosa equivalente = DE). El

jarabe de glucosa se utiliza por razones económicas para reemplazar de un 20 a 30 % a la sacarosa para obtener un producto de mejor consistencia y textura y evitar la cristalización, controlando el punto de fusión y de congelación

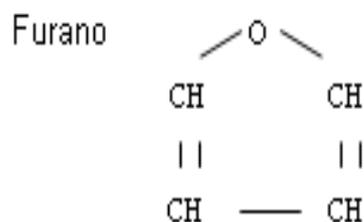
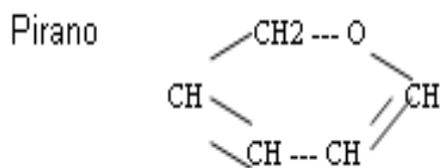
### ***Dextrosa***

La dextrosa es una fase de la glucosa, pero extraída directamente del almidón. Se la encuentra principalmente en frutas, cereales y plantas. La mayor producción es obtenida del maíz. Las patatas también tienen glucosa en alto grado. El poder dulcificante es menor que la sacarosa. Se usa en fabricación de caramelos y en pequeña escala en confitería.

También conocida como D-Glucosa, es el azúcar blanco obtenido de la hidrólisis completa del almidón. Tiene la misma fórmula química que la glucosa, pero es en forma cristalina. Produce un efecto refrescante muy pronunciado en la boca y realza el sabor frutal en algunos tipos de helados, desciende la temperatura de congelación debido a su bajo peso molecular en comparación con la sacarosa, mejorando la consistencia del producto.

### ***Fructosa***

La fructosa (levulosa), también se conoce como azúcar de frutas (cetosa), se encuentra en la miel y en jugos de frutas, de forma piranósica; sin embargo, cuando se combina con otros azúcares como la sacarosa, su forma cíclica es la furanósica.



Este azúcar de fruta (Levulosa), de alto poder edulcorante, obtenido por isomerización de la dextrosa, aporta dulzor y resalta los aromas naturales. Su contenido se suele fijar en un 9 % de los azúcares, ya que de aumentar este porcentaje, la correspondiente disminución del contenido del resto de los sacáridos revertiría en una menor viscosidad del jarabe, que no permitiría controlar adecuadamente la viscosidad del mix. Los azúcares simples más conocidos y de mayor uso son la glucosa y fructosa. Además, existen otros como la galactosa, manosa y sorbosa. Según Braverman. 1993. p.90), las fórmulas son.

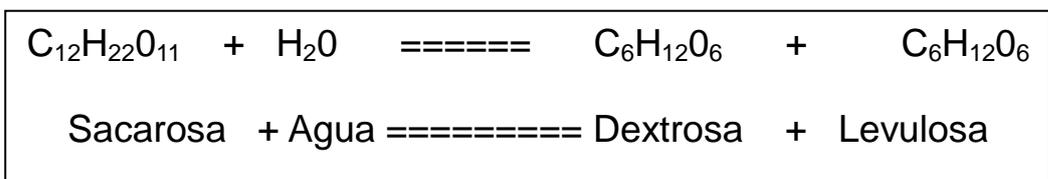
D-glucosa o dextrosa	D-fructosa o levulosa
CHO   HCOH   OHCH   HCOH   HCOH   CH <sub>2</sub> OH	CH <sub>2</sub> OH   C=O   HOCH   HCOH   HOCH   CH <sub>2</sub> OH



Ramírez y Favela (2003), en el libro de varios autores mencionan que “los azúcares antes mencionados, están en los edulcorantes de consumo como es el azúcar de mesa y la panela. Al calentar la sacarosa en medio ácido o por acción de enzima invertasa, se descompone para formar (+) D–glucosa y (-) D–fructosa, mezcla que se llama azúcar invertido” (p.134).

### INVERSIÓN DE LA SACAROSA

Azúcar invertido, es el rompimiento de la molécula de sacarosa por hidrólisis, en dos moléculas de glucosa y fructosa en partes iguales. La inversión se produce por efecto de ácidos, enzimas y altas temperaturas. El ácido cítrico es un producto utilizado para bajar el pH del jugo de la caña e invertir la sacarosa del mismo. La inversión que sufre la sacarosa se muestra en la siguiente ecuación química.



Chem, J. citado por W, Quezada (2007) señala que en “sentido químico, la inversión quiere decir el cambio de la actividad óptica dextrógira a levógira, o viceversa. El término se ha utilizado para describir el cambio en la rotación, como resultado de la hidrólisis ácida de una solución de sacarosa y en el que la pronunciada rotación dextrógira de la sacarosa se invierte a la rotación levógira de la mezcla resultante glucosa fructosa” (p. 52). El uso de la inversión en la tecnología del azúcar ha ampliado su significado; es decir, se produce hidrólisis ácida o enzimática, de la sacarosa para producir azúcares invertidos. Como aclaración y para despejar dudas, de que inversión no es deterioro del azúcar tomamos el siguiente párrafo que dice: “El termino inversión se usa ampliamente aunque en forma errónea, refiriéndose al

deterioro de la calidad de la caña que tiene lugar después de la recolección, quema o heladas, cuando la sacarosa es metabolizada por bacterias y la rotación dextrógira del jugo aumenta debido a la formación de dextrano”. (Ibid. p.52).

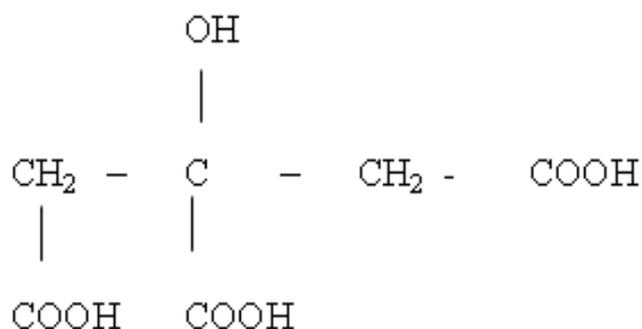
Los azúcares son utilizados para conservar alimentos. El principio de este método de conservación se basa en que la adición de grandes cantidades de azúcar disminuye la cantidad del agua que contiene el producto, por debajo del nivel preciso para que se produzca con facilidad la alteración microbiana y así alargar la vida útil del producto.

La conservación con azúcar es un proceso tradicionalmente casero utilizando la miel. En Inglaterra, se inició la producción comercial de compotas en 1880 y desde entonces se ha convertido en una industria de mucho volumen.

En la industria confitera, se refiere a la glucosa como dextrosa y a la fructosa como levulosa. La mezcla hidrolizada de dextrosa y levulosa se llama azúcar invertido. Una de las principales razones de la importancia de éste, es que puede prevenir o ayudar a controlar el grado de cristalización de la sacarosa.

El azúcar invertido no sólo limita el grado de cristalización de la sacarosa sino que proporciona la formación de cristales pequeños esenciales a una textura suave más bien que arenosa que presenta el producto final. Otra propiedad del azúcar invertido es la higroscopicidad que ayuda a prevenir que los dulces más chiclosos se resequen y se pongan quebradizos.

Uno de los productos para obtener azúcar invertido a partir de la sacarosa, es el ácido cítrico. Su fórmula condensada  $C_6H_8O_7$ , tiene un peso molecular de 192,13 g/ mol, es el más utilizado en la industria de los alimentos por su bajo costo y nulo efecto en la salud del ser humano.



Actúa como supresor del pardeamiento de frutas y hortalizas y como agente sinérgico de los antioxidantes. También se lo utiliza como: estabilizador de la acidez de las sustancias alimenticias, secuestrante y saborizante.

Además, se puede aprovechar en la elaboración de caramelos, zumos de fruta, helados, mermeladas, jaleas, conservas de hortalizas, salsas en lata, galletas, productos de panadería y confitería, productos lácteos etc. La dosis permitida está entre 0.3 a 4 %.

El ácido cítrico es un producto normal del metabolismo de prácticamente todos los organismos aerobios. Es uno de los mecanismos de producción de energía, al que da nombre, el ciclo del ácido cítrico o ciclo de Krebs.

Es también abundante en ciertas frutas, especialmente en los cítricos, de los que toma el nombre y a los que confiere su característica acidez.

En el organismo humano el ácido cítrico ingerido se incorpora al metabolismo normal, degradándose totalmente y produciendo energía en una proporción comparable a los azúcares. Es perfectamente inocuo a cualquier dosis presente en un alimento.

### **HIDRÓLISIS**

Hidrólisis es la partición de la molécula de agua en iones H y OH. Según Moore, Stanitski, Wood y Kotz (2000), el término

deriva de *hidro*, que significa “agua” y *lisis* que significa “partir” (p.790).

De Biasioli, De Weitz y De Chandías (1996) mencionan que, cuando se produce una reacción de neutralización, ésta va generalmente acompañada de una reacción en sentido contrario, llamada *hidrólisis*.



“*Hidrólisis*” significa “descomposición por acción del agua”. Cuando una sal se hidroliza reacciona con el agua liberando iones  $\text{H}^+$  o  $\text{OH}^-$  (p. 376).

Villee, C. (1968). Define a la hidrólisis como el "Desdoblamiento de un compuesto en sus partes por adición de agua entre algunos de sus enlaces; el grupo hidroxilo es incorporado en un fragmento y el átomo de hidrógeno en otro" (p.661).

## 6. EDULCORANTES DERIVADOS DE LA AGROINDUSTRIA PANELERA

En la mayoría de las fábricas paneleras se obtiene panela y muy escasamente azúcar. También, se puede procesar miel, turrónes, bocadillos, otros. Debido al futuro potencial de la miel hidrolizada y a la popularidad e importancia de los edulcorantes derivados de la caña de azúcar en la alimentación hablaremos especialmente de ella, además de la panela y azúcar.

### MIEL HIDROLIZADA

Es un líquido viscoso, producto de la concentración de sustancias azucaradas de la caña, constituido en mayor cantidad por azúcares invertidos y en menor cantidad sacarosa. De sabor agridulce, translúcido, altamente soluble en agua y color café claro brillante y/o amarillo ámbar.



### **Importancia**

Elaborar miel hidrolizada de caña, es importante ya que proporciona nuevas alternativas de producción, comercialización, uso y consumo.

Este producto, al tener menor concentración en sólidos solubles se logra mayores rendimientos de producción. Por ser un producto viscoso (alta concentración), difícilmente se daña y permite envasar en caliente en recipientes de cierre hermético (envases vidrio, plástico, otros), logrando asepsia total en el producto.

Además, la miel es un alimento altamente calórico que proporciona energía al cuerpo en poco tiempo, por su elevada concentración de azúcares invertidos como glucosa y fructosa. Característica que le confiere una gran aceptación en personas que practican deportes, que requieren aportes calóricos extras (atletas, futbolistas, entro otros). Para lograr una miel sin cristales, es necesario invertir la sacarosa utilizando ácido cítrico.

### **Requisitos mínimos**

Para que una miel sea de buenas características, debe cumplir requisitos mínimos considerados bajo criterios técnicos, que son:

pH	3,8 a 4
Sólidos solubles en la solución	77 a 78 ° B
Color según el abanico colorimétrico para miel	Entre 3 a 9, mejor el 7
Humedad	Mínimo 17 Máximo 23
Azúcares totales	Máximo 81
Invertidos	Mínimo 45
Impurezas	Menor a 0,3 %
Turbidez (% de tramitancia a 620 nm)	Máximo 72
Azufre	Negativo

La miel es un alimento por la energía que proporciona y nutrientes que entrega. Además, porque se ajusta a la definición que tenemos de alimento que es: “toda sustancia o

producto natural o elaborado, que al ser ingerido por el hombre, le proporciona elementos necesarios para el mantenimiento, desarrollo y actividad de su organismo” (Madrid, V., Madrid, C. 2001.p.15). El proceso para elaborar miel hidrolizada, se indica en el siguiente diagrama de bloques.



### **Defectos**

- La formación de cristales por efecto de una inadecuada inversión de la sacarosa (error al ajustar el valor correcto del pH).
- Impurezas por falta de limpieza en el jugo
- Formación de una capa de sedimentos en el fondo o en la parte superior, causada por una mala clarificación y especialmente por incorporar clarificadores naturales o ácido cítrico a temperaturas incorrectas.
- Mieles muy concentradas
- Miel muy ácida
- Olores extraños en el producto
- Presencia de gases y hongos en la miel
- Miel opaca y turbia



Los jugos de caña a pH normal de la materia prima (4.5 a 5.5), cristalizan a concentraciones (grados brix) de entre 78 a 80.

### **PANELA**

La panela es otro tipo de azúcar o azúcar integral, conocida también como atado, raspadura o chancaca. Es un producto sólido moldeado, obtenido de la concentración del jugo de la caña, nutritivo por sus azúcares y minerales, de color café claro de sabor dulce y aroma característico. La panela es un edulcorante altamente energético, compuesto en gran



proporción por sacarosa y en pequeña cantidad por azúcares invertidos.

Este producto es conocido con varios nombres en diferentes países. ([http://www.condesan.org/eforos/agroindustria\\_rural/.htm](http://www.condesan.org/eforos/agroindustria_rural/.htm)), como:

- CHANCACA - México, Perú y Chile
- PILONCILLO - Costa Rica
- PAPELÓN - Venezuela y algunos países de Centroamérica
- RASPADURA - Cuba, Brasil, Bolivia y Ecuador
- GUR - La India
- MUSCOVADO SUGAR - Filipinas
- JAGGERY y KHANDSARI - Sur del Asia
- BLACK SUGAR - Japón y Taiwán
- PAPADURA - Algunos países de América Latina

### ***Importancia***

La importancia de este edulcorante radica en que es un alimento básico en la economía de personas y familias de escasos recursos económicos, tiene gran calidad nutritiva y energética. Es un producto que se encuentra en cualquier tienda de la ciudad, o pueblo lejano. Según, el Instituto Anboisse de Francia, citado por (<http://www.quassab.com/Es/LaPanela/Default.asp>), muestra la calidad nutritiva de la panela frente al azúcar refinado.

<b>COMPONENTE</b>	<b>AZÚCAR REFINADO</b>	<b>PANELA</b>
Sacarosa (g)	99.6	72 a 78
Fructosa (g)		1.5 a 7
Glucosa (g)		1.5 a 7
Minerales (mg)		
Potasio		
Calcio	0.5 a 1	10 a 13
Magnesio	0.5 a 5	40 a 100
Fósforo		70 a 90
Sodio		20 a 90
Hierro	0.6 a 0.9	19 a 30
Manganeso	0.5 a 1	10 a 13
Zinc		0.2 a 0.5
Fluor		0.2 a 0.4
Cobre		5.3 a 6
Vitaminas (mg)		
Provitamina A		2
Vitamina A		3.8
Vitamina B1		0.01
Vitamina B2		0.06
Vitamina B5		0.01
Vitamina B6		0.01
Vitamina C		7.00
Vitamina D		6.5
Vitamina E		111.3
Vitamina PP		7.00
Proteínas		280
Agua (g)	0.01	1.5 a 7
Energía (cal)	384	312

### **Requisitos mínimos**

Para que una panela sea de buenas características, debe reunir ciertos requisitos básicos como:

Humedad	Máximo 7 %
Azúcares	Mínimo 88 %
Impurezas	Menor 0,4 %
Turbidez (% de tramitancia a 620 nm)	Máx. 72 %T
Minerales	Máximo 3%
Azufre	Negativo
Color, según abanico colorimétrico para panela	Entre 5 a 10, mejor 7 y 8

El proceso de elaboración de panela ha sido preparado considerando todas las etapas del proceso para obtener productos de calidad. El uso o no de antiespumantes, como grasas o reguladores de pH y clarificadores como óxido de calcio y clarol, queda a criterio del panelero y legislación de cada país. En nuestro caso, un buen sistema de limpieza a través del uso de clarificadores químicos, permite obtener productos naturales y de buena calidad en color y sabor.

### **Defectos**

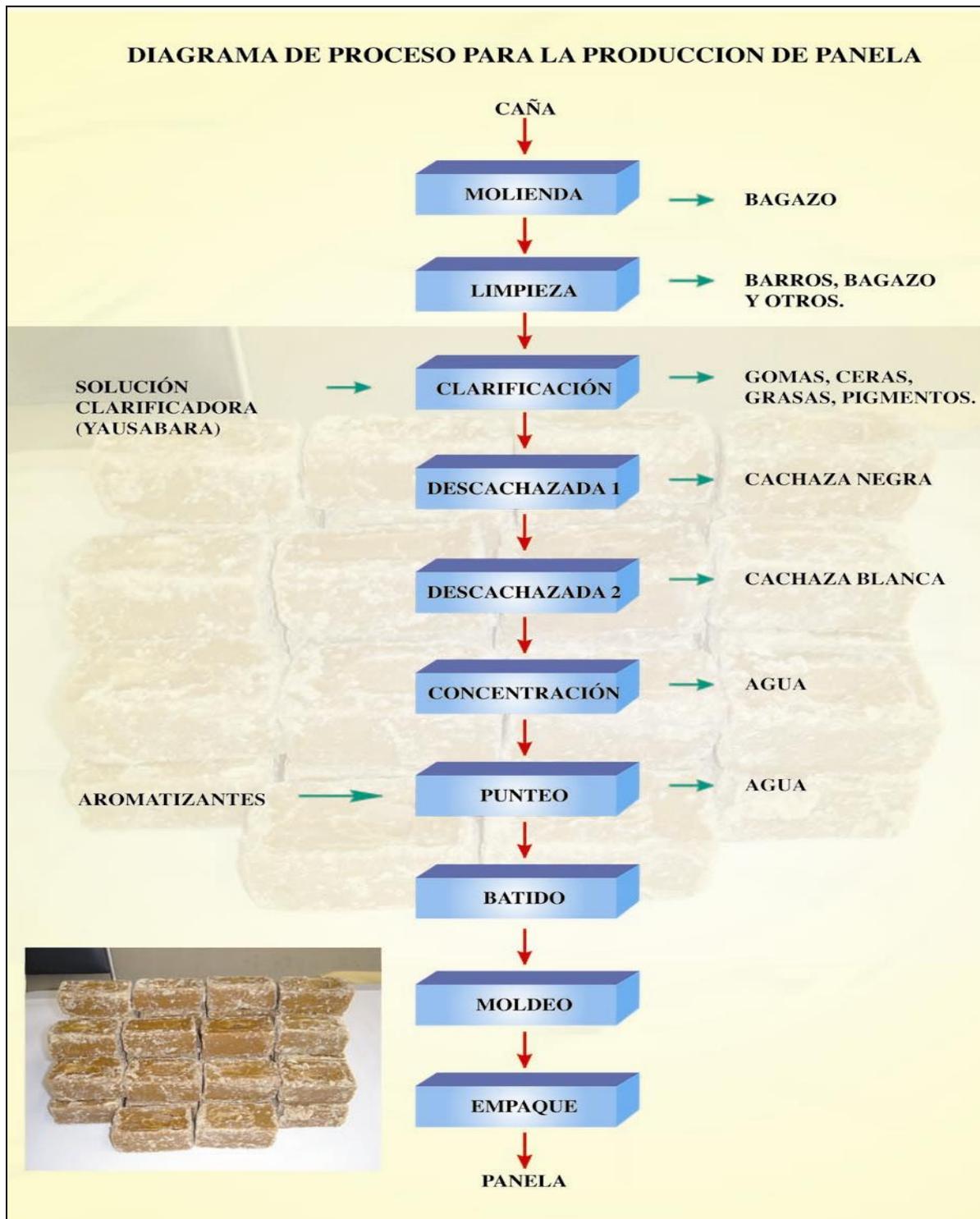
Entre los principales defectos en las panelas, anotamos aquellas que afectan a la calidad y consecuentemente, inciden en el costo y aceptación del producto en el consumidor.

- Impurezas en el producto como tierra, insectos, bagazo.
- Presencia de ojos o franjas blanquecinas, producto de acumulación de sustancias químicas incorporadas como cementinas, calizas, otros.
- Panelas con aristas mal formadas o rotas por un inadecuado proceso en el moldeo, desmolde, transporte falta de empaque.

- Panelas demasiado oscuras, por mala clarificación, limpieza y alta concentración.
- Panelas demasiado blandas por haber punteado a bajas temperaturas.
- Panelas huecas o con cavidades de aire en su interior.
- Panelas derritiéndose por condiciones de almacenamiento inapropiadas (temperatura y humedad relativa demasiado elevada).
- Manchas en la superficie por daño microbiano.
- Panelas blanquecinas por la formación de hongos en la superficie y orificios.
- Bordes en la superficie del producto.
- Olores y sabores extraños.
- Colores no definidos.
- Residuos de la misma panela (polvillo) en la superficie.



El no uso de empaques trae como consecuencias deterioro del producto. Las impurezas, residuo de sustancias químicas, inadecuado almacenamiento, entre otras, son causas que afectan la calidad de los derivados de la agroindustria panelera y de los alimentos.



### ***Producción mundial de panela***

La panela, por sus características nutritivas y proceso de elaboración es universalmente producida en la mayoría de los países. En el cuadro mostramos los principales productores de panela a nivel mundial. (Tomado de la Panela Biológica, recomendaciones para su obtención, Corpoica. <http://www.quassab.com/Es/LaPanela/Default.asp>).

<b>PAÍS</b>	<b>PRODUCCIÓN (Miles ton.)</b>	<b>Participación en la Producción</b>	<b>Consumo Per cápita (Kg/año)</b>
1. India	9.857	71.3	10.0
2. Colombia	1.276	9.2	31.2
3. Pakistán	743	5.4	5.0
4. China	458	3.3	0.4
5. Bangladesh	440	3.2	3.5
6. Myanmar	354	2.6	8.0
7. Brasil	240	1.7	1.4
8. Filipinas	108	0.8	1.5
9. Guatemala	56	0.4	5.2
10. México	51	0.4	0.5
11. Indonesia	39	0.3	0.2
12. Honduras	27	0.2	4.4
Otros países	172	1.2	N.D
<b>TOTAL MUNDIAL</b>	<b>13.821</b>	<b>100.0</b>	

### **AZÚCAR NATURAL**

Conocido como azúcar de panela, panela granulada o panela pulverizada, es un sólido granulado que fabricado cuidadosamente en las agroindustrias paneleras está constituida casi en su totalidad por sacarosa, de sabor dulce, soluble en agua y color amarillo pardo. El color depende de la variedad de caña, presencia de fósforo en el jugo (300ppm), grado de clarificación y tiempo de batido. El producto es natural ya que se forma el cristal de azúcar por el método natural a sobresaturación de 1,4 a 1,5 a presión atmosférica en la zona lábil. La cristalización se origina al hincharse el

producto concentrado, previa la agitación en la tina de batido. Según Hugot, E. (1991), define a la zona lábil como la zona “en que los cristales existentes crecen y pueden formarse otros aún en ausencia de cristales” (p.436).



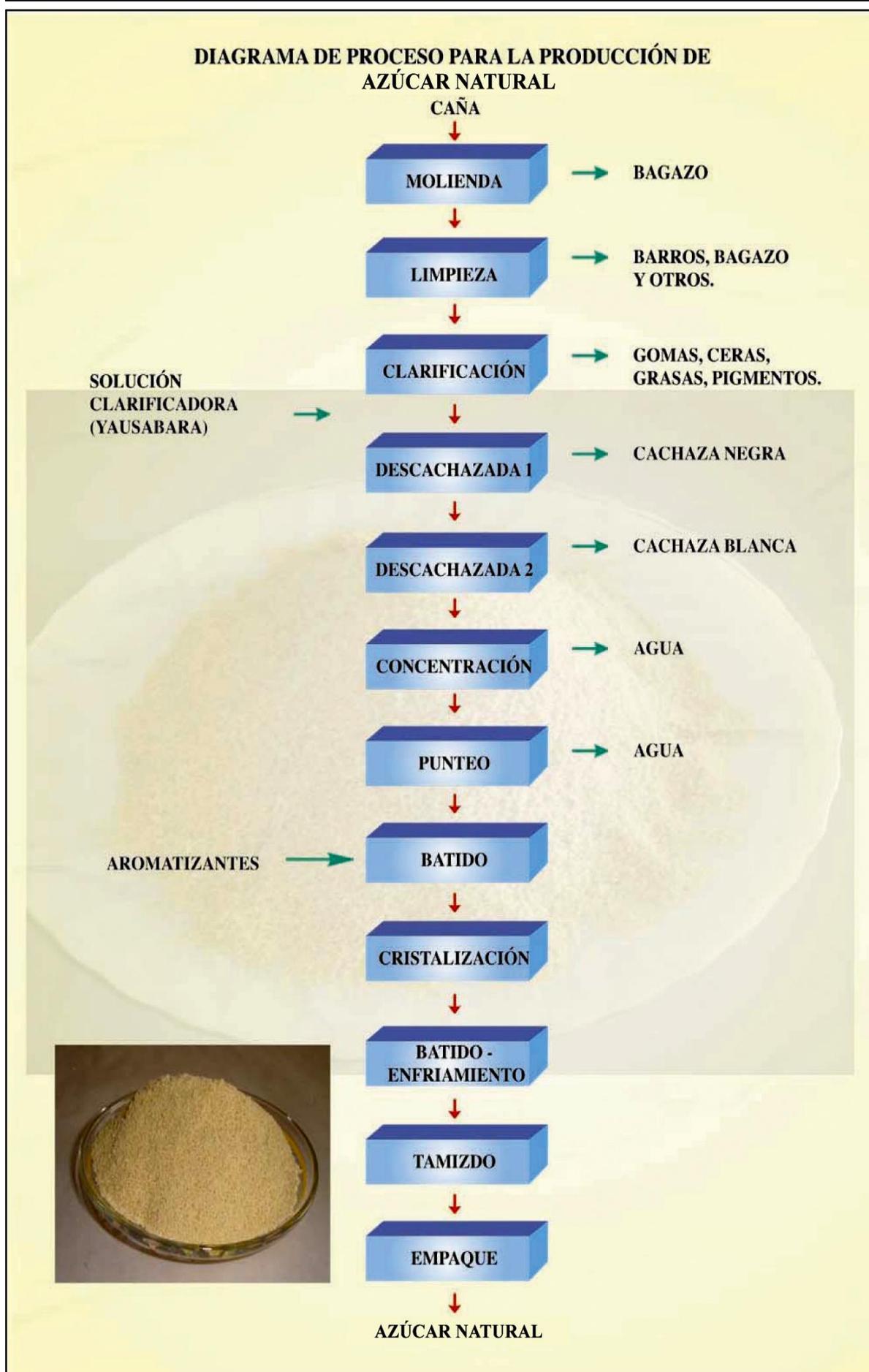
### ***Importancia***

Este producto es altamente aromático de sabor y aroma característicos. Por estar formado de cristales, es higroscópico (absorbe la humedad del ambiente), por lo que es necesario envasarlo. Su consumo poco a poco se generaliza por la asepsia y facilidad de uso.

### ***Requisitos mínimos***

Para que un azúcar natural posea buenas características de calidad, debe reunir ciertos requisitos básicos como:

Color según abanico colorimétrico para azúcar	Entre 5 a 7
Humedad	Máximo 2 %
Azúcares	Mínimo 95 %
Sacarosa	Mínimo 82 %
Impurezas	Máx. 0,4 %
Turbidez (% de transmitancia a 620 nm)	Máximo 72
Azufre (sulfito)	Negativo
Tamaño de la partícula	Máximo 2 mm.



### ***Defectos***

- Azúcar compacto y húmedo
- Olores y sabores extraños
- Azúcar muy oscuro o demasiado blanquecino producto de concentraciones altas o uso de clarificadores químicos en exceso como el sulfoclarol (hidrosulfito de sodio) respectivamente
- Falsos granos y conglomerados
- Colores no definido

Las dos primeras fotografías fueron obtenidas del internet.  
<http://ccbolgroup.com/chancaca.html>., y recortada de  
<http://www.sica.gov.ec/cadenas/azucar/docs/panorama06.html>



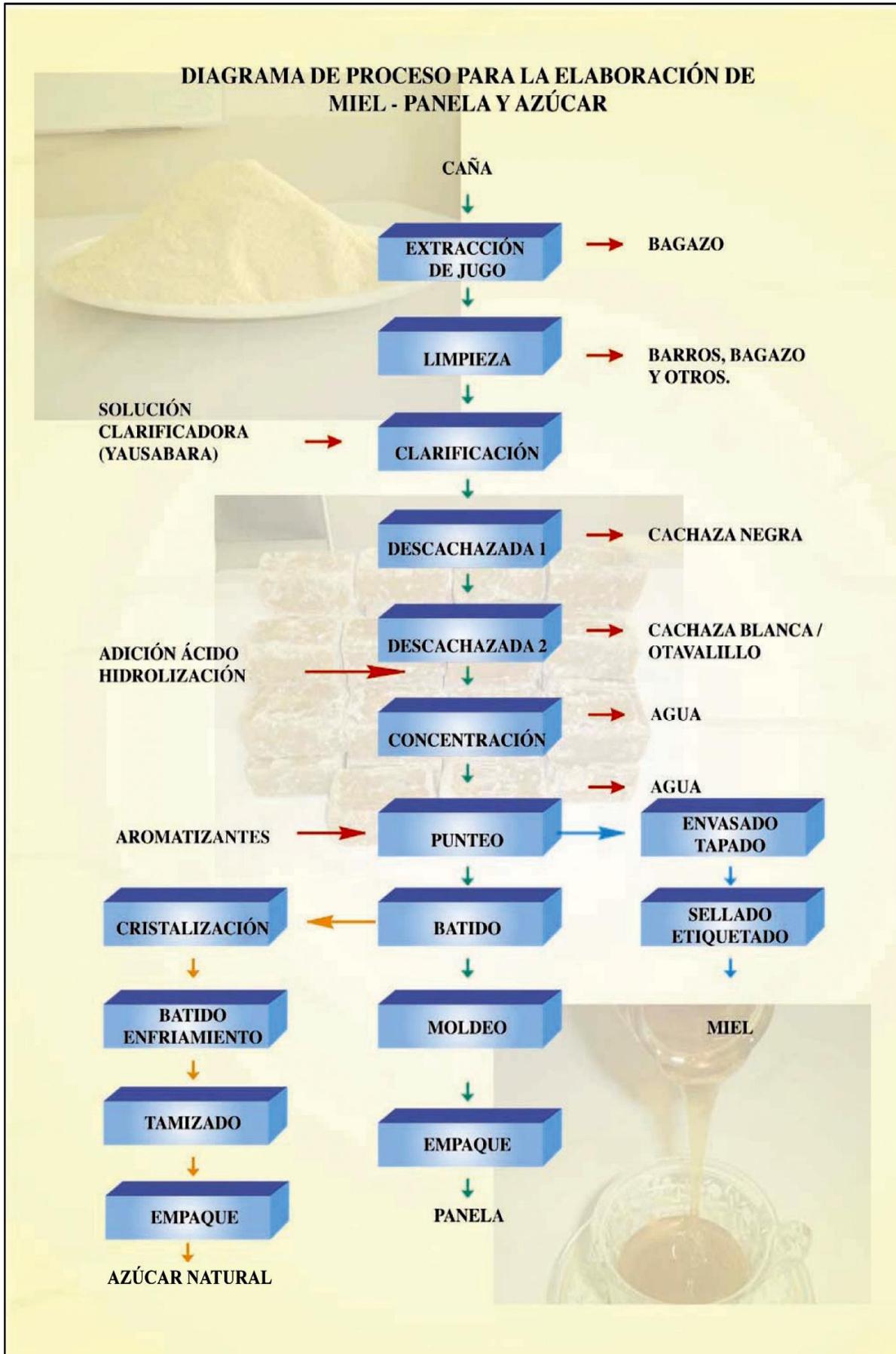
## ***7. OPERACIONES BÁSICAS EN LA OBTENCIÓN DE MIEL, PANELA Y AZÚCAR NATURAL***

Hasta la actualidad el producto élite de las paneleras ha sido por tradición la panela en bloque en diferentes tamaños y formas y tonos. Este producto aportó nutritiva y económicamente a sectores rurales y urbanos marginales por décadas e inclusive hasta antes que aparezca el azúcar de mesa fue el edulcorante predilecto de familias de todo nivel económico.

Años atrás apareció el azúcar, producto de fácil uso, con una mejor presencia y asepsia, ya que se lo entregó al mercado en fundas de hasta un kilo. Sin embargo, el consumo no se popularizó, debido a la falta de difusión del producto, desconocimiento de sus propiedades nutritivas y organolépticas, o quizás por falta de cultura de consumo de productos procesados de forma natural, escasa presencia y mejoramiento tecnológico del sector, entre otros.

Hoy, está agroindustria permite elaborar otros productos, tales como: miel hidrolizada, bocadillos (dulces que contiene maní entero o molido) en diferentes tamaños, los conocidos y exquisitos santos, otros. La miel es un producto de fácil uso para el consumo, nutritivo, se conserva por períodos de tiempo largos, ya que se envasa en caliente a temperaturas superiores de 100°C.

Las etapas de elaboración se definirán brevemente según aquellas que están incluidas en el diagrama siguiente y que considera la tecnología del procesamiento de agroindustria panelera a pequeña escala. Obviamente, no serán consideradas todas las operaciones existentes, sino aquellas que tienen un carácter de aplicación general. El diagrama deriva del diagrama propuesto en las separatas de Industria Azucarera y Panelera de: (W, Quezada. 2000. sp).



## RECEPCIÓN DE LA CAÑA

Es una operación que reviste importancia en cualquier actividad productiva de la empresa agroindustrial. Consiste en recibir del proveedor o del propio panelero la materia prima requerida, de acuerdo a las especificaciones previstas por la empresa.



El hecho de recibir implica la aceptación de lo entregado, es decir, la aceptación de que la condición del material está de acuerdo con las exigencias de la empresa para el proceso. Esta operación implica el

compromiso de un pago por lo recibido, y, debe tenerse el cuidado de especificar claramente si cumple con los requisitos todo o parte del lote que se recibe, en orden de fijar el monto a pagar por el mismo, si proviniera de otro proveedor.

Generalmente los requisitos están determinados por la cantidad de grados brix del jugo en la caña y toneladas o kilos de caña. Contar con un control de abastecimiento de materia prima, permite establecer ajustes de campo orientados a incrementar la productividad y calidad.

Para la recepción, la empresa debe contar con suficiente espacio conocido como patio de caña, lugar donde se acumula la materia prima, proveniente del cantero o cañaveral.

La caña es la materia prima necesaria para obtener jugo y ser concentrado por calentamiento para obtener edulcorantes. La caña debe estar en estado de madurez óptimo (22 a 24 °

brix), limpia (libre de hojas y materiales extraños) y fresca (no almacenarla por más de 24 horas, después del corte).

Para cosechar la caña, se debe estar seguro de su madurez. Para determinarla, se utilizan métodos subjetivos y objetivos.

El método subjetivo es impreciso e incorrecto. La edad de la plantación puede no haber sido anotada, las sequías o lluvias abundantes retardan o aceleran la maduración de la caña.

La mayoría de agricultores dedicados a la actividad del cultivo de caña y proceso de panela, determinan la fecha de cosecha de la caña por el tiempo: meses desde el último corte, grosor del tallo, dulzor del jugo de la caña, color de las hojas, tendencia de tallos a inclinarse o acostarse, otros.

El método objetivo, es mucho más técnico y correcto. El uso de un refractómetro de bolsillo para establecer los grados brix (sólidos solubles en la solución), determina la cantidad de azúcar aproximado en el jugo extraído de la caña. La caña para ser utilizada en la agroindustria panelera debe estar madura .



Para establecerla es necesario determinar el índice de madurez (IM), tal como se indicó anteriormente

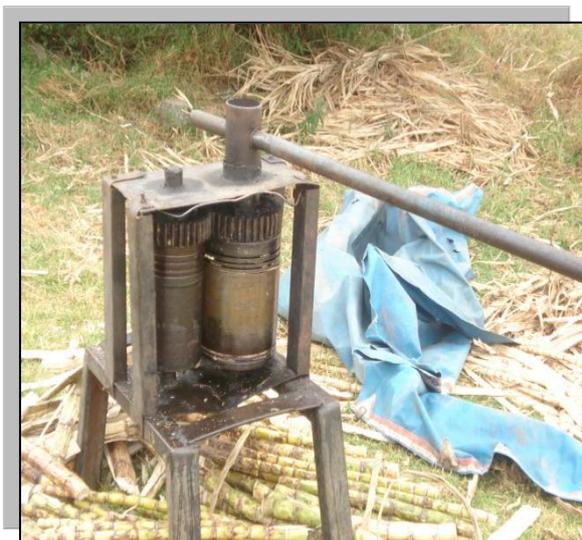
Si la caña está apta para ser procesada, se proceder al corte manual. El uso de

cosechadoras mecánicas no se justifica en esta actividad agroindustrial. Por ningún motivo la caña que se utilice para la producción de panela, debe ser quemada. Una vez cortada la caña, el transporte se realiza utilizando animales o vehículos pequeños (camiones). En la mayoría de las paneleras utilizan

como medio de transporte a los animales, siendo el más común, el asno o burro.

### EXTRACCIÓN DE JUGO

El proceso de extracción del jugo de la caña es antiguo, es resultado de la creatividad natural de las personas de esa época. El uso de dos rodillos o mazas de madera sean verticales u horizontales, fueron las primeras utilizadas, lógicamente accionados por fuerza del hombre. Posteriormente, se construyeron trapiches de dos mazas de metal. Hoy podemos encontrar trapiches de tres mazas de madera, para trabajar pequeñas cantidades de materia prima, en lugares muy apartados.



Los trapiches de tres mazas verticales, accionados por animales, contribuyeron en gran medida para dar inicio a la actividad panelera con fines comerciales. La construcción de trapiches horizontales de tres mazas accionados por energía hidráulica, mecánica o eléctrica, definitivamente

aportan en gran medida a una actividad comercial muy dinámica para el desarrollo del sector y país. La funcionalidad del equipo radica en las toneladas de caña molida por hora o porcentaje de extracción de jugo por hora. Como podemos ver en la fotografía siguiente, todavía existen paneleros que utilizan molinos horizontales, para ser accionados por animales. Fotografía tomada en la ciudad de Atuntaqui (Empresa del Señor Mantilla, junio, 2007).

Hoy en la mayoría de paneleras, el equipo utilizado para realizar la extracción del jugo es el molino conocido como trapiche o molino horizontal. Es una máquina de tres mazas (rodillos), por los cuales atraviesan los tallos de la caña para



ser comprimidos, con el fin de extraer el jugo o guarapo contenido en la caña, quedando como residuo el bagazo.

El equipo es accionado por energía mecánica, aunque en muchos de los casos todavía se utilizan molinos verticales de tres mazas accionados por animales.

La fotografía muestra un molino de tres mazas horizontales, estos pueden ser de diferentes números que van desde el número 1 al 5, que son los más grandes.



La extracción, tiene como objeto separar el jugo por medio de la compresión de la caña, al hacer pasar la misma a través de tres mazas de acero que giran en sentido contrario.

La extracción, se define como la cantidad de jugo que se extrae de la cantidad de jugo que tiene la caña. La ecuación de la extracción es:

$$E = \frac{\text{jugo extraído}}{\text{Jugo en la caña}} = \frac{\text{Caña} - \text{bagazo}}{\text{Caña} - \text{fibra de la caña}}$$

El trabajo efectivo de un molino o trapiche está influenciado por su tamaño y fuerza que determina su capacidad, debe reunir las características siguientes.

### **Capacidad del trapiche**

Es el volumen o cantidad de caña que muele un trapiche en un tiempo determinado. Esta capacidad se mide en toneladas de caña por hora (TCH).

La capacidad de molienda también está determinada por el abastecimiento regular de caña al molino, velocidad de las mazas y separación entre las mazas (maza cañera – maza superior y maza bagacera).

Durante la extracción del molino se debe determinar el porcentaje de extracción en peso del jugo, con la siguiente fórmula. Este método es sencillo y fácil de utilizar en las paneleras.

$$\% Ep = \frac{Pj}{Pc} 100$$

Donde:

%Ep =	Porcentaje de extracción en peso
Pj =	Peso del jugo extraído
Pc =	Peso de la caña

Un buen ajuste en los molinos paneleros permite obtener adecuados porcentajes de extracción de jugo y bagazo con bajo contenido de humedad. El bagazo es utilizado posteriormente en la caldera. Se estima extracciones buenas entre el 50 al 65 %. Se puede obtener extracciones superiores al 70 %, pero el bagazo que sale del molino, es

muy desintegrado, mientras que con extracciones inferiores al 50 % los porcentajes de extracción son bajos y consecuentemente, los rendimientos de producto final, son bajos.

La velocidad de rotación de los molinos es de 6 a 15 rpm, con velocidades superiores a las indicadas se muele más caña por hora, pero disminuye la capacidad de extracción, ya que disminuye el tiempo de permanencia de la caña entre las mazas (presión), por lo que el jugo no tiene tiempo a escurrirse y es arrastrado por el mismo bagazo que sale.

Teóricamente, se establece una extracción de acuerdo al número de masas, con la siguiente ecuación.

$$\% E = 100 \frac{70}{N}$$

N = número de masas en el molino o trapiche

La fibra de la caña está comprendida entre valores del 10 al 18 %, según la variedad. Valores del 13 al 15 %, son normales en cañas paneleras y azucareras.

Para determinar el peso de la fibra de la caña, es necesario conocer el porcentaje de la fibra de la caña y la cantidad de caña en kilogramos (Pc). Tal como se indica en la ecuación:

$$Pfc = \frac{Pc \times \%fc}{100}$$

Este cálculo lo podemos realizar mediante una regla de tres simple, como se indica a continuación.

$$\begin{array}{ccc} Pc & \text{-----} & 100\%f \\ X & & \%fc \end{array}$$

Con este resultado podemos calcular el peso del jugo en la caña, por diferencia entre el peso de la caña y el peso de la fibra en la caña.

$$P_{jc} = P_c - P_{fc}$$

El porcentaje de jugo extraído en el proceso de molienda, lo calculamos de la siguiente manera.

$$\% E_j = \frac{P_j}{P_c - P_{fc}} 100$$

$P_j$  = Peso del jugo extraído

$P_c$  = Peso de la caña

$P_f$  = Peso de la fibra en la caña

De otra forma, se calcula aplicando la siguiente ecuación:

$$\% E_j = \frac{P_j}{P_{jc}} 100$$

Hugot y Porta, proponen una ecuación para calcular el porcentaje de extracción del jugo.

$$\% E = \frac{100 (F_b - F_c)}{F_b (100 - F_c)} 100$$

De la definición de extracción, el porcentaje de bagazo se obtiene haciendo uso de los datos de la fibra de caña y fibra del bagazo. La ecuación se la representa así:

$$\% b = \frac{F_c}{F_b} 100$$

Los kilos de bagazo se calculan así:

$$Pb = \frac{Pc \times \%b}{100}$$

O de otra forma:

$$Pb = Pc - Pj$$

### **LIMPIEZA**

La limpieza de la materia prima, la eliminación de residuos de tierra, restos de contaminantes del cultivo y restos de materiales extraños, es una operación que debe realizarse en prácticamente todas las materias primas. Excepto algunas bayas, la mayoría de las frutas y hortalizas deben ser sometidas a un lavado y una sanitización mediante la inmersión en solución acuosa como el cloro. La cantidad de agua debe ser suficiente para remover la suciedad, sin agregar exceso de agua o producir una lixiviación o lavado de elementos nutritivos o de composición de la materia prima, en este caso azúcares.

La limpieza se realiza generalmente al tallo de la caña y al jugo, en dos etapas, en equipos conocidos como prelimpiadores. En la caña, con el fin de separar la mayor cantidad de hojas frescas, secas y podridas que están adheridas en el tallo y partes de raíces que aún contiene tierra u otro material. Para este caso el trabajo se realiza manualmente, utilizando el machete y muy esporádicamente duchas de agua a presión.

La caña de azúcar, materia prima principal, generalmente se utiliza directamente como se recolecta en el campo, es decir, no hay una operación de limpieza y selección para eliminar las impurezas. Entre estas impurezas, la tierra es la que presenta mayor problema, pues se disuelve en el jugo cuando la caña se exprime. También pueden ser arrastradas

porciones de hojas y trozos de bagazo. Por estas razones el contenido de microorganismos del jugo de caña puede aumentar si no se inicia tempranamente su procesamiento. Debería de eliminarse las impurezas, previo la extracción.

### **Los prelimpiadores**

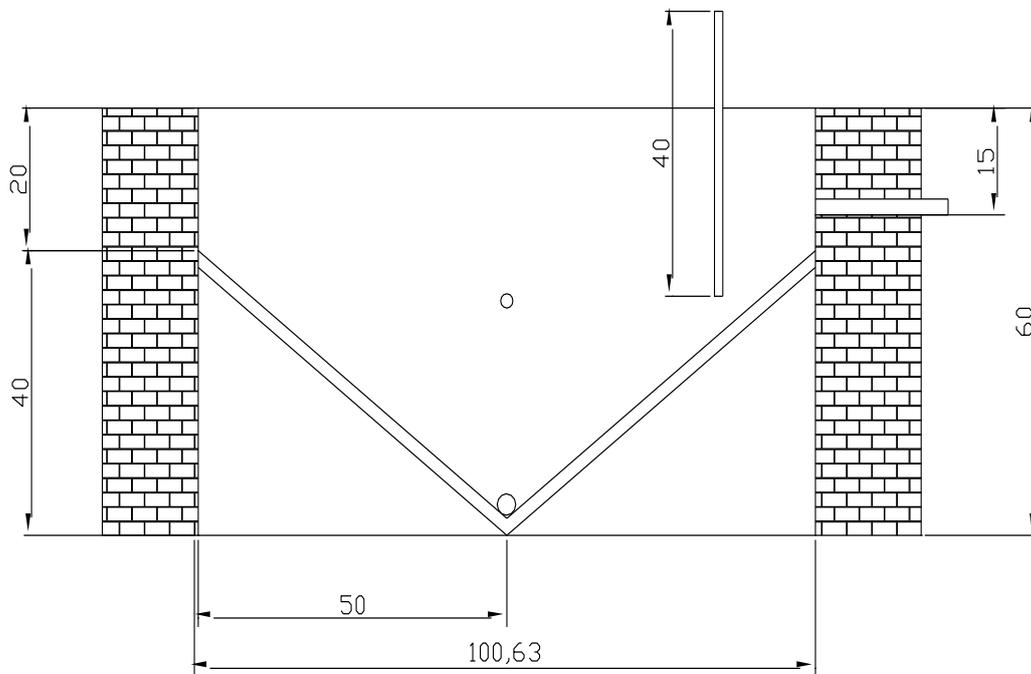
La limpieza del jugo recién extraído en frío, contiene tierra, arena, bagazo, insectos u otro material que se separa por sedimentación y floculación, en equipos llamados prelimpiadores. Para este caso se utiliza equipos contruidos en forma de uve “V” revestidos interiormente con cerámica y orificios que permitan la evacuación de sedimentos y paso del jugo limpio. Para separar las impurezas menos densas que el jugo, es necesario utilizar un lienzo. El uso de estos equipos contruidos con ladrillo cemento y revestidos de cerámica, es una practica generalizada en la mayoría de paneleras de la región, ya que así se obtiene un mejor producto que es aceptado por la mayoría de consumidores.

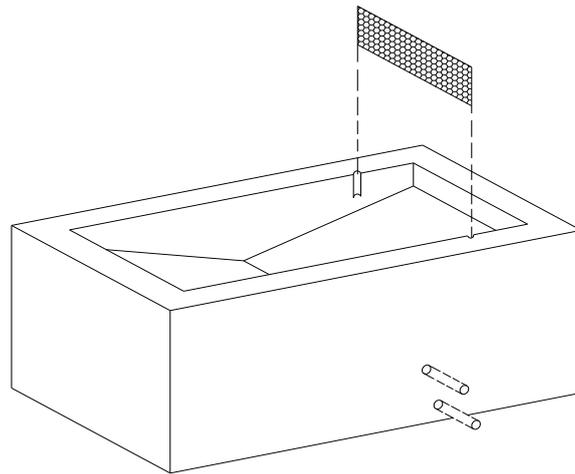
Los prelimpiadores, son elementos clave en el proceso de limpieza de jugos. Permiten retirar el bagacillo, y gran parte de lodos y arenas presentes en el jugo recién extraído, obteniendo el producto claro según el tipo de caña. Con los prelimpiadores se elimina el uso de clarificadores químicos en el producto, dando ventajas económicas, calidad al producir productos naturales y especialmente evita consumir sustancias nocivas para la salud.

Los prelimpiadores serán de material impermeable no poroso, y con la capacidad de soportar la corrosión que producen los jugos. Usualmente se construyen de ladrillo o concreto armado. Para facilitar la limpieza y la presencia de microorganismos, los prelimpiadores se deben revestir de cerámica en todo su interior y si fuese posible exteriormente, así como en sus bordes. (Aymerich, S; Murillo, O. 1998. s.p). El uso de recipientes de acero inoxidable, es una alternativa viable para el panelero, pero costosa, que deberá pagarse solo por efecto del mejoramiento del producto final.

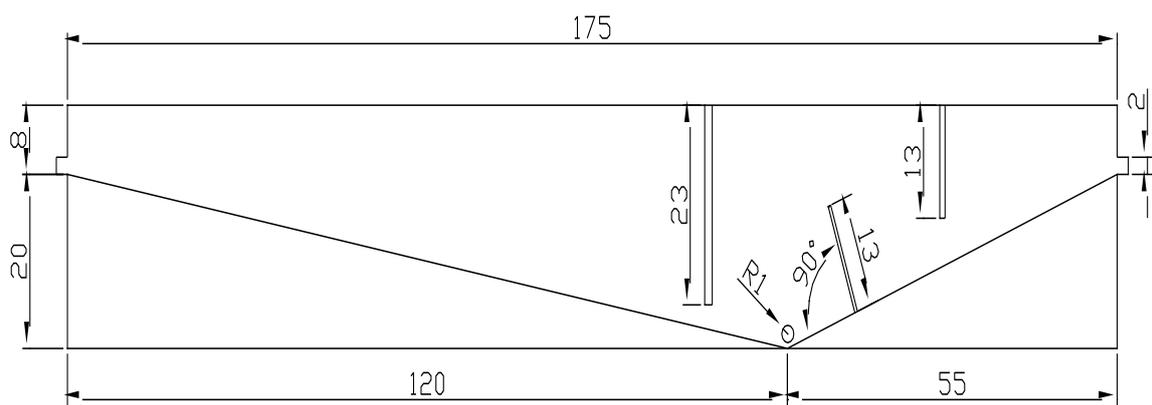
El tanque estará diseñado en función al tamaño justo para acumular una tarea. Para lograrlo, la producción del molino debe estar equilibrada con la velocidad de producción de la hornilla.

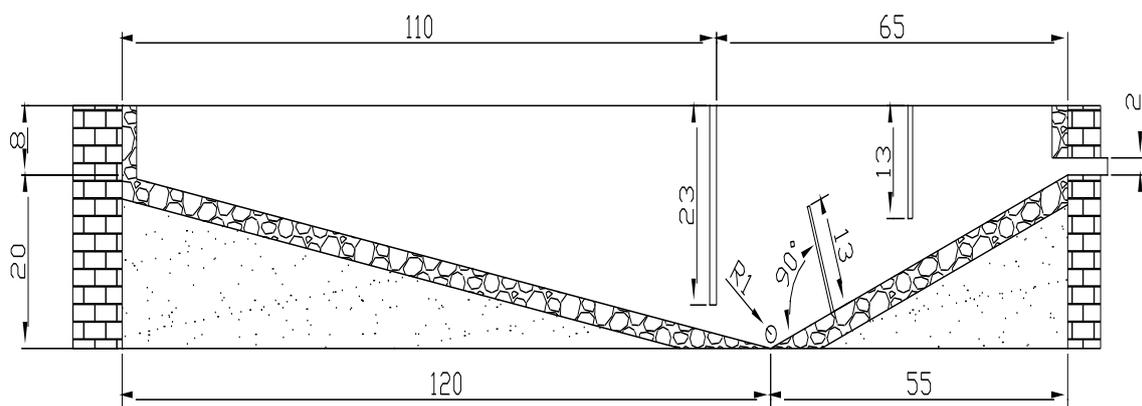
Usualmente se requiere dos prelimpiadores. Tanto el primer y segundo prelimpiadores, se pueden construir muy cerca del molino. La ventaja de esa disposición, es que el operador que introduce la caña puede estar observando su funcionamiento, por tanto cuando el prelimpiador primario acumula mucho bagacillo, él mismo puede retirarlas. Del prelimpiador primario se pasa el jugo al secundario, por medio de tubería, por gravedad. En la figura mostramos el primer prelimpiador.





El segundo prelimpiador se construye usualmente a un costado del primer prelimpiador o a continuación. Ambas propuestas son recomendables, depende la disposición y espacios en la fábrica. Construir un tanque de paso o cajita que retenga dichos lodos, antes de los prelimpiadores puede recomendarse, para evitar el paso de gran cantidad de bagazo y otros materiales sólidos en el jugo, y así impedir que pasen al primer prelimpiador. El uso de mallas, tamices o cernidores en buen estado a la salida del jugo del trapiche, ayuda a retener gran cantidad de bagazo y pedazos de caña quebrados y así ahorrarse la construcción de los tanques de paso. En la figura mostramos el segundo prelimpiador.





## CLARIFICACIÓN DE JUGOS

### *Importancia*

El objeto de la clarificación consiste en separar los no azúcares del jugo, en las tinajas de clarificación, donde la temperatura es menor que en las tinajas de ebullición y punteo. Entendiéndose por no azúcares todas aquellas impurezas propias del jugo como: gomas, ceras, grasas, pigmentos, otros. Con un jugo bien clarificado, se logra un producto final (miel, panela o azúcar) libre de impurezas, con excelentes características de color y sabor.

En nuestro país el sistema de clarificación o separación de impurezas presentes en el jugo de caña, consiste en coagular los no azúcares por calentamiento del jugo a temperaturas cercanas a ebullición. Este proceso en algunas paneleras continúa practicándose. Esto le permitía al panelero obtener un producto concentrado de características naturales, pero, con la desventaja de que el color del producto final (panela) no era el adecuado para el consumidor, por la gran cantidad de impurezas (no azúcares) no eliminadas del jugo.

Para superar este inconveniente el productor panelero viene utilizando una serie de productos que van desde plantas hasta sustancias químicas no permitidas, con el fin de clarificar el jugo de la caña y mejorar la apariencia del producto.

Dentro de las sustancias utilizadas tenemos: sulfoclarol o hidrosulfito de sodio ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$ ) o conocido como ditionito de sodio o hiposulfito de sodio. Además, utilizan la cementina y carbonato de calcio o caliza ( $\text{CaCO}_3$ ), óxido de calcio o cal viva ( $\text{CaO}$ ), hidróxido de calcio o cal apagada  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , etc.

Algunos paneleros, utilizan el E222 y E223, llamados bisulfito de sodio y disulfito de sodio respectivamente. Estos compuestos son prohibidos ya que provocan irritaciones del tubo digestivo, inactiva la vitamina B1 y su consumo prolongado puede producir avitaminosis (carencia de vitaminas en el organismo), provoca dolores de cabeza y vómitos, y están considerados como peligrosos y aconsejan no utilizarlos.

Según información obtenida de: ([http://webservmida.mida.gob.pa/MIDA/pdfsleyes/2001\\_ley\\_0069.pdf](http://webservmida.mida.gob.pa/MIDA/pdfsleyes/2001_ley_0069.pdf)), en Panamá, su legislación dice que queda prohibida la utilización de azufre como insumo en la fabricación de panela. Quien lo haga y quien utilice hidrosulfito de sodio, anilinas, colorantes tóxicos y demás contaminantes y mieles de ingenio, que afecten la calidad nutritiva de la panela o pongan en peligro la salud humana, incurrirán en las siguientes sanciones:

1. Multa de doscientos balboas (B/. 200.00) a quinientos balboas (B/.500.00), la primera vez.
2. Cierre del establecimiento, la segunda vez.
3. Cancelación del registro de inscripción y cierre definitivo del establecimiento, la tercera vez.

En las imágenes, se indican sustancias químicas utilizadas en gran parte de las paneleras de nuestro país.



**CEMENTINA**



**SULFOCLAROL**

Separar los no azúcares del jugo como gomas, ceras, pigmentos y otros, es elemental para la calidad del producto terminado y aceptación del mismo en el mercado. El uso de sustancias clarificadoras sean estas naturales y químicas hoy en día es una práctica generalizada en la mayoría de paneleros.

Los clarificadores naturales no son nocivos y su efecto separador y de limpieza es muy bueno. El empleo de sustancias químicas como sulfitos, carbonatos y otros afectan la salud del consumidor, aunque se obtenga productos “limpios” y de mejor “color”.

Dentro de las plantas utilizadas para clarificar jugos encontramos a la cáscara de balsa, raíz de abrojo y la yausabara en el norte del país. De las más utilizadas y por su nulo efecto en el medio ambiente, ya que son malas hierbas, se aconseja el empleo del abrojo y especialmente la yausabara.

### ***La yausabara***

La planta de yausabara (*Pavonia sepium* St. Hil) conocida comúnmente en el norte del país, se la encuentra en los cultivos y cercas vivas de los terrenos. Para muchos agricultores es una mala hierba, sin embargo, por su gran

contenido en gomas y mucílagos es de gran importancia para la agroindustria panelera de la región norte.

Por su capacidad de atrapar impurezas para clarificar jugos, la ha convertido en la preferida por los paneleros. Esta planta contiene las gomas o mucílagos en los tallos, mismos que deben ser macerados para obtenerlos. La cantidad de gomas obtenida depende del grado de desintegración que sufran los tallos previamente lavados y deshojados, por lo que se hace necesario pasarlos por los molinos o trapiche.

Es escasa la información técnica tanto agronómica como de uso o de transformación de esta planta. Alguna información teórica, señala que la yausabara pertenece a la familia de las malváceas. Existen 1500 especies, divididas en más de 80 géneros, destacándose la yausabara como la única de importancia para el sector panelero.

Inicialmente, a esta planta se la había clasificado de la siguiente manera, según información de la tesis de grado de (Gordón R. y Echeverría, M. 1997. p. ).

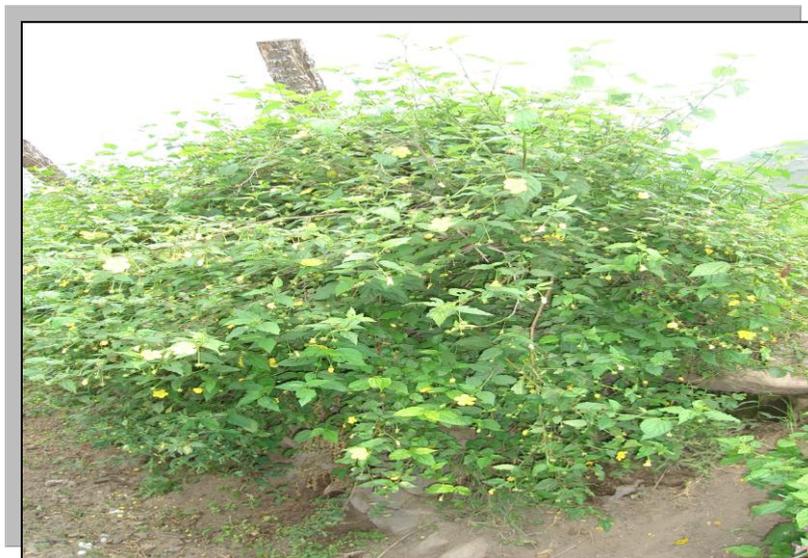
Clase: Angiospermas  
Orden: Malvales  
Familia: Malvaceae  
Género: Sida. s.f.

Esta clasificación se descarta hoy en día, toda vez que se tiene datos e información confiable de la planta proporcionados por expertos, donde señalan la siguiente clasificación.

Clasificación botánica de la planta de Yausabara, según Møller Jørgensen, P. y C. Ulloa. (1995, p. 222).

Reino: Plantae  
División: Magnoliophyta  
Clase: Magnoliopsida

Orden: Malvales  
Familia: Malvaceae  
Género: Pavonia Cav.  
Especie: Pavonia sepium St. Hil.  
Nombre Común: Yausabara



En la provincia de Imbabura, a esta planta se la encuentra en las cercas o linderos de los terrenos. Entre los cultivos y en terrenos que hayan sido ya trabajados. En la imagen se muestra la planta de yausabara utilizada en la clarificación del jugo de la caña



La composición de la planta de yausabara, según análisis realizados en la Universidad Técnica Particular de Loja, es la siguiente.

ANÁLISIS	PORCENTAJE (%)
Humedad	8,90
Proteína	11,0
Grasa	0,97
Fibra	45,71
Cenizas	11,96

Conocer la presencia de tóxicos en la planta, es importante, toda vez que la solución clarificadora es muy densa y debe incorporarse al jugo. La escasa presencia de estos compuestos, se puede ver en el siguiente cuadro.

REACTIVO	COLORACIÓN	PRESENCIA	REACCIÓN
Dragendorff	Naranja	Alcaloides	Moderado ++
Mayer	NP	Alcaloides	Negativo (-)
Shinoda	NP	Flavonoides	Negativo (-)
Gelatina + NaCl	NP	Taninos	Negativo (-)
Borntrager	Amarilla	Antroquinonas	Negativo (-)
Agua caliente	NP	Saponinas	Escaso (+)
HCl (d) + papel filtro impregnado con picrato sódico	NP	Glicósidos cianogenéticos	Negativo (-)
Salkowsky	Rojo Sangre	Triterpenos	Moderado (++)

NP: No presenta color preestablecido.

### ***Extracción de Mucílagos***

La mayor cantidad de gomas, se logra en plantas en estado de floración. El proceso se inicia con la recolección de tallos maduros, separación de hojas, lavado, pesado y triturado. En las fotografías se muestra lo antes señalado.



Posteriormente se maceran por algunos minutos y finalmente separar la solución clarificadora por medio de un filtro.



La solución que se obtiene, es espesa o muy densa (babosa). Finalmente, está lista para ser incorporada al jugo a temperatura de  $90^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ . En las paneleras, se incorpora el mucílago en las tinas clarificadoras que reciben el jugo limpio de los prelimpiadores, si los tienen, o directamente del molino, donde la temperatura del jugo es menor que en las tinas de ebullición y punteo.



La cantidad a incorporarse es de 500 a 600 mililitros por cada 20 a 25 litros de jugo de caña. En porcentaje representa entre el 2,5 al 3 % de solución. Se agita y se espera que los azúcares del jugo se coagulen por el calentamiento para que los mucílagos de la yausabara los atrapen y por diferencia de densidades los lleven a la superficie del líquido (floculación). La eficiencia del clarificador se puede medir por dos vías. A través del producto final y mediante análisis de turbidez después de clarificar el jugo.

### **DESCACHAZADO 1 Y 2**

Consiste en separar las impurezas que floculan por efecto del clarificador y calentamiento del jugo al coagular las ceras, gomas y otros; y, a ellos se adhieren los pigmentos.

Antes que el jugo de caña empiece a hervir (94° C) se debe descachazar, eliminando la cachaza negra. Separada la cachaza negra, el proceso de ebullición continúa y se separa la cachaza de color amarilla blanquecina, ayudados de un colador con mango de madera. En la foto se muestra un proceso de descachazado en laboratorio.



### **CONCENTRACIÓN Y PUNTEO**

La concentración del jugo se realiza generalmente en dos tinajas que reciben la mayor cantidad de calor para evaporar en menor tiempo posible el agua contenida en el mismo. Se define por concentración al incremento de sólidos en el disolvente para disminuir su volumen final, a través de la evaporación del agua por efecto de la temperatura.

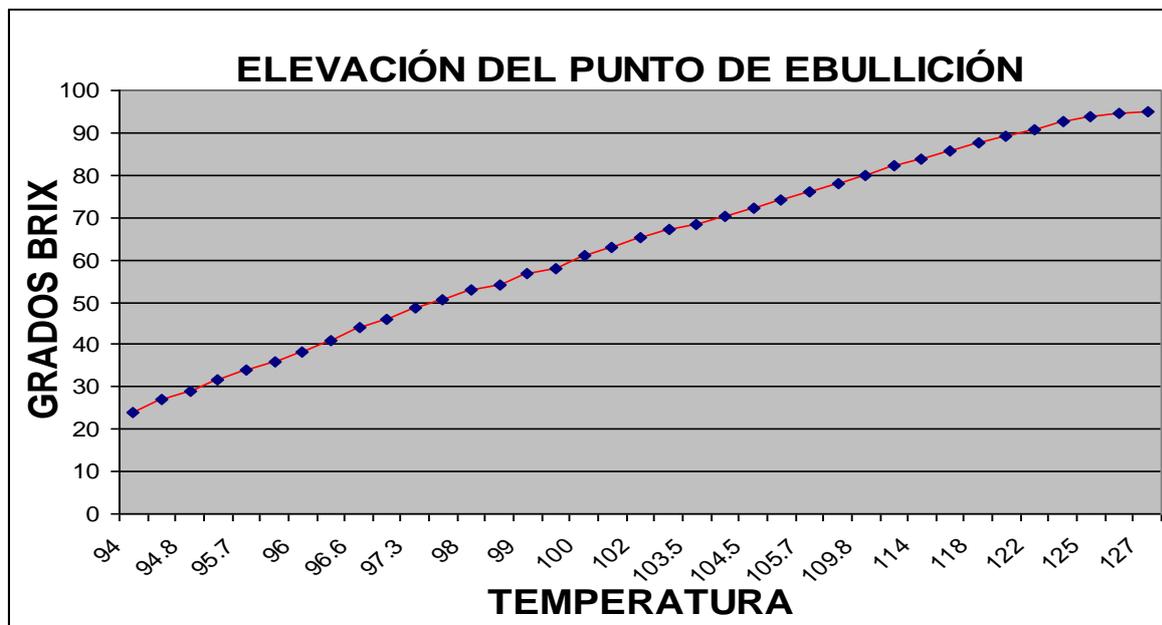
Estas tinajas deben ser de acero inoxidable, ya que el producto, miel (jarabe concentrado) está en constante ebullición. En la primera tina de ebullición se recibe el jugo clarificado, por gravedad donde se concentra a valores aproximados de 55 a 60 °brix, mientras que en la segunda se concentra hasta valores cercano al punteo. El paso del producto de la primera a la segunda tina de concentración generalmente se realiza en forma manual.

El punteo, es la concentración óptima que debe alcanzar el producto antes de seguir con la siguiente etapa. El cuadro muestra el comportamiento de la concentración del jugo en función de la temperatura de ebullición.

TEMPERATURA	GRADOS BRIX
94	24
94.5	27
94.8	29
95.4	31.6
95.7	33.8
95.8	36
96	38.4
96.2	41
96.6	44
97	46
97.3	48.7
97.6	50.5
98	52.8
98.5	54
99	56.8
99.6	58
100	61
101	62.8
102	65.2
103.1	67.3
103.5	68.4
104.1	70.4
104.5	72.2
105.2	74.3
105.7	76
108	78
109.8	80
112	82.2
114	83.8
116	85.6
118	87.5
120	89
122	90.8
124	92.5
125	94
126	94.5
127	94.9

La concentración del jugo de la caña tiene una relación directa con la temperatura de ebullición de la solución azucarada. Es decir, a mayor concentración del jugo, mayor será el punto de ebullición de la solución.

Con esto demostramos que en soluciones no electrolíticas cumple con una de las propiedades coligativas de las soluciones, que es el incremento del punto de ebullición. Para graficar estos resultados, fue necesario establecer datos de temperatura y concentración de sólidos solubles (grados brix) en la solución del jugo de caña.



Los derivados de la agroindustria panelera pueden ser aromatizados por diversas formas y darles sabor con la incorporación de plantas aromáticas. Se puede emplear aromatizantes de cítricos y otros, aceites esenciales de todas las plantas y productos deshidratados como canela, anís, clavo de olor, etc. El aromatizante puede incorporarse directamente como planta fresca, en la etapa de punteo en miel, panela y azúcar. En forma sólida, al azúcar, en la etapa de mezclado y tamizado. En forma líquida, como aceite esencial, mediante atomización, utilizando un



aplicador spray, que es más conveniente, ya que el líquido se espase gracias a una pulverización de las partículas del aceite esencial, logrando mayor contacto en el producto.

## 8. MIEL HIDROLIZADA

Clarificado el jugo, se inicia la ebullición para su concentración, que consiste en evaporar el agua presente en el jugo. La cantidad de agua que se separa por evaporación está en función de los sólidos solubles presentes, de la cantidad de jugo que se somete a concentración y de la concentración final. La concentración final está entre 77° a 78° brix, siendo 78 ( $\pm 0.5$ )° brix la concentración más recomendada, por la fluidez y viscosidad que adquiere el producto. Esto implica alcanzar una temperatura aproximadamente de 108° C.



Los valores de sólidos solubles que se anotan, permiten obtener las mejores características físicas en la miel. Valores inferiores de grados brix, el producto (miel) es muy diluido y forma dos fases, una fase de impurezas, tanto sobre la miel y bajo la miel, (según el proceso) y otra de miel. Valores superiores a los 78 ( $\pm 0.5$ ) grados brix, el producto es muy viscoso (pierde fluidez). El pH aconsejable para miel hidrolizada es de 3.8 a 4. Valores superiores a pH=4, empieza

a formarse cristales en el producto. El proceso de elaboración de miel se indica, en el diagrama de la página 40.

La ecuación para establecer la cantidad de producto final, es la siguiente:

$$J \times B_j = M \times B_m$$

Donde:

J =	Cantidad de jugo de caña clarificado
°B <sub>j</sub> =	Grados brix del jugo
M =	Cantidad de miel o producto final
°B <sub>m</sub> =	Grados brix de la miel

Si únicamente se cuenta con la cantidad de jugo extraído del molino no clarificado, se resta el 4 % del peso de la caña al jugo extraído.



### ENVASADO Y ENFRIADO

El producto se debe envasar en recipientes de vidrio de diferente capacidad. Con fines de comercialización, envases de 250 y 500 gramos son los más adecuados. Se debe escoger envases de vidrio que permiten ver el producto y detectar alteraciones físicas. También se puede envasar en

recipientes plásticos de un galón de capacidad o hacer uso de material de polietileno de densidad adecuada.



#### **SELLADO - ETIQUETADO**

Al salir el producto a 108 °C, se debe enfriar entre 100 a 103 °C, con la tapa puesta (exhausting) y luego sellar. Posteriormente, el producto es etiquetado y almacenado.

#### **ALMACENAMIENTO**

El producto puede almacenarse a temperatura ambiente en percha en condiciones de humedad y temperatura de acuerdo a las variaciones de los días. A temperaturas entre 18 a 30°C, el producto puede durar más de un año en perfecto estado.

La calidad de la miel está determinada por el análisis sensorial especialmente en la transparencia, homogeneidad, color, sabor, concentración y pH.

La fotografía siguiente, indica la miel etiquetada y lista para ser consumida, en aguas aromáticas, dulces, en postres, otros.



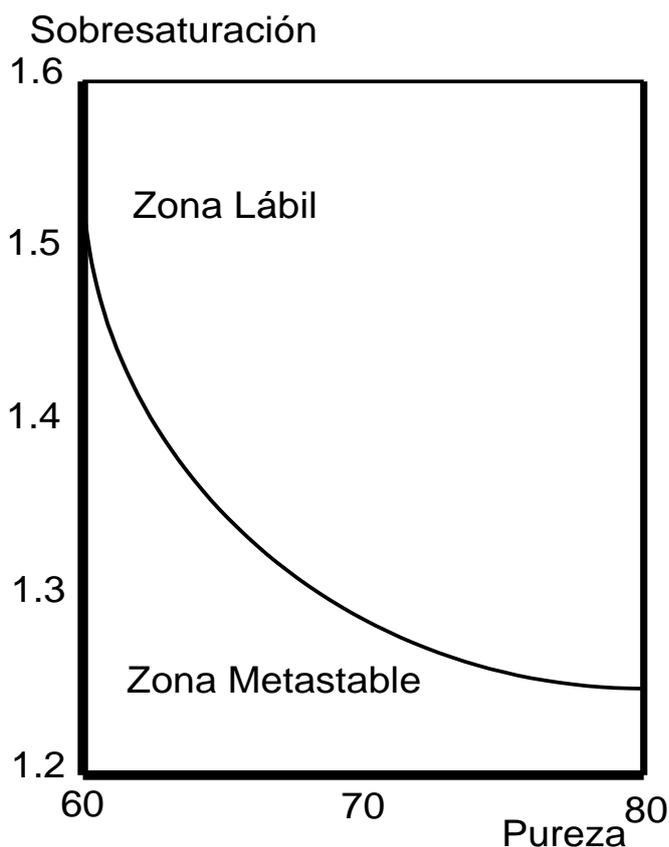
La miel en el mercado no existe. Sin embargo, actividades de transferencia de tecnología a los sectores paneleros han sido importantes para motivar la producción del producto desconocido por ellos.



## 9. PANELA

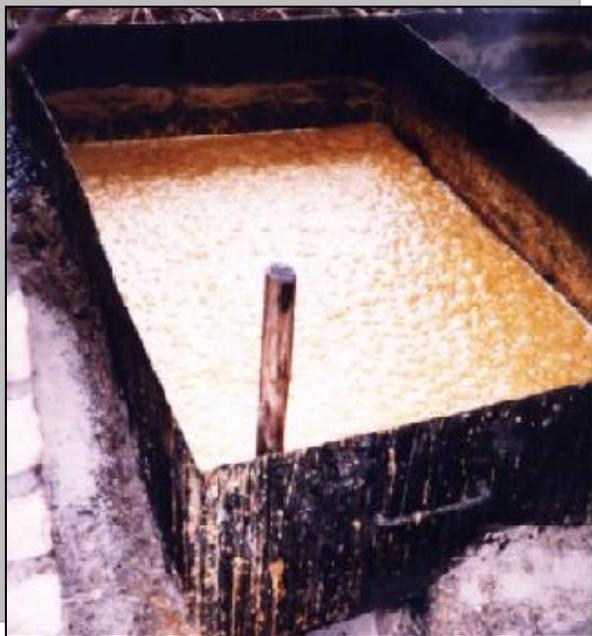
Una vez que la miel alcanza una temperatura superior a 114 °C, se puede empezar a obtener panela. Temperaturas entre 116 a 122°C son las más recomendadas, ideal es 118°C dependiendo de la dureza del producto final. Esto significa que para obtener panelas suaves la temperatura de concentración es menor y para panelas más duras la temperatura de concentración es mayor.

La concentración debe estar entre 88 a 92° B. Para los paneleros se recomienda utilizar el termómetro digital de punta metálico por facilidad de lectura y manipulación, para evitar posibles quemaduras.



La panela y azúcar se obtienen por el método natural a presión atmosférica a sobresaturaciones de 1.4 a 1.6 en la zona lábil. La zona lábil significa que los “cristales existentes crecen y pueden formarse otros aún en ausencia de cristales” (Hugot, E. 1984. p.436).

## PUNTEO Y BATIDO



El punteo significa establecer el punto ideal para sacar el producto. Se lo puede realizar considerando la temperatura de ebullición del producto que es un método preciso para obtener un producto homogéneo o, a través de la experiencia del melero, que también permite obtener un producto diverso tanto en color y textura.

Para evitar que se derrame las mieles de las tinajas por efecto de la ebullición, se usa antiespumantes como grasas, aceites comestibles y cebos. Para no incorporar demasiada cantidad de antiespumante se contará con un dosificador. Los cebos deben evitarse, porque entregan olores desagradables al producto final.



El Batido se realiza con el fin de enfriar el producto, evitar que se queme y especialmente mejorar el color, por efecto de la oxigenación del mismo. Puesto que los azúcares, a mayor contacto con el oxígeno, se logra mayor blancura del mismo.

En la tabla se indica la cantidad de panela producida (Kg.) por cada 1000 kilos de caña, a diferentes porcentajes de extracción y concentración de sólidos solubles. El brix de la panela es de 90 y un peso de cachaza igual al 4 % respecto al peso de la caña. La ecuación para éste cálculo, es la siguiente.

Primero se debe conocer la cantidad de jugo extraído (Kg) y con el uso de la ecuación antes indicada.

$$\% Ep = \frac{Pj}{Pc} 100$$

Luego se determina la cantidad de panela, según datos de: peso de jugo, concentración inicial jugo y final de la miel. Antes se debe determinar la cantidad de cachaza que se separa respecto a la cantidad de caña molida y se resta del volumen de jugo obtenido en los molinos. El peso del jugo ( $PJ$ ) es igual al jugo ( $J$ ).

$$J \times Bj = M \times Bm$$

$$P = \frac{J \times Bj}{Bm}$$

Si:  $M = P$ , entonces.

$J$	=	Cantidad de jugo de caña clarificado
$^{\circ}Bj$	=	Grados brix del jugo
$P$	=	Producto final o panela
$^{\circ}Bm$	=	Grados brix de la miel

Brix del jugo	Extracción en peso					
	40	45	50	55	60	65
16	64	72	82	91	100	108
17	68	77	87	96	106	115
18	7	82	92	102	112	122
19	76	86	97	108	117	129
20	80	91	102	113	124	136
21	84	96	107	119	131	142
22	88	100	112	124	137	149
23	92	105	117	130	143	156
24	96	109	123	136	149	163

### MOLDEO, ENFRIADO Y DESMOLDEADO

Logrado el color deseado gracias al batido, se procede a moldear en moldes de madera. El tipo de molde sea en la forma y tamaño, depende de la zona y costumbre del mercado. En esta etapa se enfría el producto para que solidifique. El desmolde consiste en separar la panela del molde de madera, una vez que haya alcanzado la dureza requerida.



## SELECCIÓN Y CLASIFICACIÓN

La selección corresponde a una separación bajo el criterio de "pasa o no pasa", es decir de aceptación o rechazo de un material cualquiera. La clasificación, por su parte, corresponde a un ordenamiento del material en categorías, asumiendo que todo el material por clasificar ha sido previamente seleccionado y aceptado. La selección normalmente se realiza de acuerdo a criterios de tamaño, daños mecánicos u otras características físicas como color, textura, etc.

En un mercado competitivo, debería realizarse un proceso de selección y clasificación del producto en fábrica, antes que sea distribuido al consumidor, en panela, azúcar y miel. La imagen de la empresa está por sobre todo y se la gana con el producto final.

## ARRUMADO Y EMPAQUE

Consiste en ordenar el producto uno sobre otro para facilitar el empaque y tener espacio para las próximas producciones. Escasas son las paneleras que empacan en fundas de plástico litografiadas con la información del producto.



En muchas “empresas agroindustriales”, el empaque lo realizan en fundas (costales) o utilizan hojas secas de plátano o caña. No consideran ningún criterio técnico de empaque y almacenamiento del producto. Gracias a que la panela es un producto altamente concentrado, donde la presión osmótica

alcanzada es elevada, evita el deterioro del producto y únicamente en condiciones de almacenamiento no aptas, se tiene presencia de mohos en la superficie del producto.



Obtener panela soluble, significa incorporar entre el 1 al 3% de almidón, respecto del peso del producto. El almidón ayuda a aglutinar los cristales de azúcar para lograr que el producto se pueda moldear y permanezca firme en el envase. La panela soluble es utilizada para edulcorar aguas aromáticas en caliente. Se recomienda trabajar para elaborar este producto en condiciones de proceso de acuerdo a las del azúcar natural.



## 10. AZÚCAR



Para la obtención de azúcar orgánico, la concentración a la que se llega es superior a los de la panela, es decir valores entre 92 a 94 grados brix. Significa que la temperatura de la miel, estará comprendida entre 125 a 127 °C. La altura a la

que se ubica la panelera influye para determinar el punto de azúcar (concentración final).

### **CRISTALIZACIÓN**

La producción de cristales de azúcar en las paneleras se realiza por el método natural a olla o paila abiertas, es decir, a presión atmosférica. Este método se logra en una zona llamada Lábil a sobresaturaciones entre 1,4 a 1,6; siendo el valor promedio de 1,5. Es aquí donde los cristales se forman y crecen sin la presencia de otros cristales. La formación de estos se realiza por efecto del hinchamiento de la masa, previa al batido.

La elevación del punto de concentración es directamente proporcional a la temperatura, es decir, a medida que se incrementa la temperatura en la solución (jugo de caña), se incrementan los sólidos solubles en la solución azucarada.

Las fotografías, muestran la concentración e hinchamiento de la miel obtenida en el laboratorio de la universidad a pequeña escala de producción y una panelera de la zona, donde se trabaja con mayores volúmenes de jugo.



### **BATIDO**

Logrado el punto de azúcar, se bate para mejorar el color (blanqueo) del producto y evitar que se queme.

A mayor exposición del producto con el oxígeno (batido), se aclara el azúcar. Luego se inicia el proceso de cristalización natural y se manifiesta por un repentino hinchamiento del mismo. Aquí se debe dejar reposar para que se formen los cristales. El batido e hinchamiento se puede repetir por una o dos veces más y así lograr mayor cantidad de cristales formados. La cantidad de aglomerados en la cristalización de azúcar por el método natural, es considerable.



### **ENFRIADO Y TAMIZADO**

Formados los cristales es conveniente enfriar para facilitar el tamizado. Tamices metálicos son los más convenientes para obtener un grano uniforme. Se pueden utilizar varios tamices y obtener productos de variado tamaño (diferente malla), según las exigencias del mercado.

En este proceso quedan como residuos gran cantidad de terrones o conglomerados, que pueden ser aprovechados para otros usos; o en su defecto desintegrarlos y envasarlos como azúcar natural. El uso de un molino desintegrador, ayuda a evitar los terrones (conglomerados) de azúcar en la fábrica para obtener mayor rendimiento de material por tonelada de caña (TC).

### **ENVASADO Y PESADO**

El uso de fundas de polietileno (plástico) de diferente tamaño y densidad, es el más común en el proceso de envasado. Fundas de 0.5, 1, 2 y hasta 10 kilos son utilizadas por los paneleros que producen azúcar por el método natural.



El pesado, es una de las operaciones de mayor significación comercial en las actividades de la empresa. Cuantificar la cantidad de producto obtenido ayuda a tener en cuenta varios aspectos como: volumen de compra, peso o volumen adecuado para el proceso que ayuda a determinar el rendimiento y por ultimo, lo mas importante, el volumen por

pagar al proveedor y el volumen que ha de ingresar por kilo o unidad de producto. Una forma de aromatizar el azúcar, es mediante atomización. Para aproximadamente 10 a 12 kilos, suficiente rociar dos a tres segundos con un aplicador spray.



## 11. CONTROLES EN EL PROCESO

### CONTROL DEL PH

El pH es de suma importancia desde el punto de vista biológico y agroindustrial. Los valores de pH de la materia viva permanecen constantes, debido a la existencia de mecanismos de regulación, que actúan por intermedio de sustancias especiales.

En la práctica, la acidez o alcalinidad de un medio se expresa por medio del número de hidrógenos (n), llamado pH (potencial hidrógeno). Si el pH es menor a 7, el medio es ácido. Si el pH es igual a 7, es neutro y si el pH es mayor a 7, es básico o alcalino.

El pH de un medio, se define como el logaritmo decimal cambiado de signo de la concentración de iones hidrónico ( $H^+$ ), expresado en moles por litro o ión-gramo por litro. La fórmula es:

$$pH = - \log (H^+)$$

El peachímetro, es el equipo utilizado para medir el pH del jugo de la caña, de las soluciones a diferentes concentraciones y otros productos.



solución.

El pH, mide la cantidad de hidrógeno presente en la solución. La clase de acidez que se mide es la real o también llamada actual o iónica, ya que, determina la cantidad o gramos de hidrogeniones ( $H^+$ ), que verdaderamente existen en la

Esto implica que, el carácter de acidez de una solución depende de la acidez real. Consecuentemente, mientras mayor es la cantidad o concentración real de hidrogeniones ( $H^+$ ) en una solución, mayor será su carácter de acidez.

### ***Valores de pH miel, panela y azúcar***

Para la miel hidrolizada, el valor adecuado de pH está entre 3.8 a 4. Para la panela y azúcar se requiere que la sacarosa no se invierta, con el fin de lograr una cristalización adecuada del producto final. Por tal motivo, es conveniente que el pH del jugo se acerque a la neutralidad, es decir a valores cercanos a 7, lógicamente depende del panelero el uso o no de sustancias químicas.

Para llevar a pH cercanos a 7 se incorpora álcalis como carbonatos o especialmente hidróxido de calcio. Con el uso de clarificadores naturales y un buen proceso de separación de sólidos, se evita los químicos. Vale recordar que el jugo de la caña tiene un pH entre 4.5 a 5.5. En la provincia de Imbabura, por lo general se obtienen jugos que tienen pH alrededor de 5.2 a 5.5; con la clarificación natural se incrementa a valores cercanos a 5.7, valor con el cual se puede trabajar para obtener un producto de calidad de color natural y dureza en la panela y grano adecuado para el azúcar.

Por ejemplo, para elaborar miel debe ajustarse el pH a valores de ácidos (3.8 a 4) como máximo, mientras que para panela y azúcar hay que evitar acidificar el jugo y llevarlo a pH cercanos a la neutralidad, esto es 7 o mantener los valores originales del jugo original.

### **CONTROL DE LOS SÓLIDOS SOLUBLES EN LA SOLUCIÓN**

Los brixómetros o refractómetros, son equipos utilizados para medir los grados brix de las soluciones. Estos aparatos miden los sólidos solubles en la solución. Para el caso, se necesitan tres brixómetros de diferentes escalas: Escalas de 0° a 32°



para jugos; de 28° a 62° y de 58° a 92° para mieles. También los hay equipos con escalas que van desde los 0 a 92° brix. Una buena miel tendrá una concentración de 78 ° Brix, mientras que para panela será de hasta 90 a 92° Brix y para el azúcar de 94 a 95° Brix.

Medir los sólidos solubles en mieles a altas temperaturas se dificulta, por ello, se recomienda trabajar controlando únicamente la temperatura.

## CONTROL DE LA TEMPERATURA

El termómetro es un aparato utilizado para medir la temperatura de la solución, a medida que se concentra.



Para este caso se recomienda utilizar un termómetro de punta metálico de escala superior a 150 grados centígrados. La temperatura para el punteo de miel será aproximadamente de 108 °C, para panela un promedio de 118°C y para azúcar de 125 a 127 °C.

## CONTROL DE LA DENSIDAD

Para este caso se utiliza el densímetro. La densidad es la masa que tiene un cuerpo expresado en gramos por el volumen que ocupa en mililitros.



La ecuación matemática es:

$$D = \frac{m}{v}$$

En la fotografía se muestra el equipo utilizado para medir las densidades del jugo de la caña, miel y de la solución del mucílago clarificador de la yausabara (Pavonia

Sepium).

## **12. EL COLOR EN LOS DERIVADOS DE LA AGROINDUSTRIA PANELERA Y SU COMPOSICIÓN**

### **COLOR DE LA MIEL, PANELA Y AZÚCAR**

Color, fenómeno físico de la luz o de la visión, asociado con las diferentes longitudes de onda en la zona visible del espectro electromagnético. Como sensación experimentada por los seres humanos y determinados animales, la percepción del color es un proceso neurofisiológico muy complejo. Los métodos utilizados actualmente para la especificación del color se encuadran en la especialidad llamada colorimetría, y consisten en medidas científicas precisas basadas en las longitudes de onda de tres colores primarios. (Microsoft. Encarta. 2006). El diccionario conceptualiza al color como una característica de impresión que hace en la retina del ojo la luz reflejada por los cuerpos (Diccionario Visual 1993, p. 294).

El color es una característica de opinión que determina la aceptación o rechazo del producto. Alimentos con colores característicos son aceptados y demandados en mayor escala por los consumidores. Productos con colores oscuros o demasiado transparentes, pierden la naturalidad del mismo.

Los derivados de la agroindustria panelera como miel hidrolizada, panela y azúcar natural, en el mercado se los encuentra en diferentes tonos de colores según la zona, la panelera, o por efecto de la incorporación o no de clarificadores, sean estas sustancias químicas o naturales. Esto hace perder calidad del producto y lo pone al consumidor en incertidumbre, por no poder establecer cual de estos productos es el mejor. Contar con una gama de colores que establezca el color natural del producto nos condujo a elaborar un abanico colorimétrico.

El abanico colorimétrico para edulcorantes de la agroindustria panelera ACAP elaborado en el 2007, es una tabla de colores

que proporciona al consumidor, panelero y a los organismos de control una herramienta que permite estandarizar el color adecuado que debe tener el producto natural, sin alteraciones por el uso de clarificadores químicos o colorantes sintéticos.

Para elaborar el abanico colorimétrico ACAP, nos basamos en modelos de un pantone del abanico colorimétrico Roche para establecer el color de la yema de los huevos que se producen en condiciones normales de una alimentación natural de las gallinas y, del pantone de pinturas cóndor. Con estos modelos, se elaboró el abanico según la gama de colores que presentan los productos encontrados en el mercado tanto de miel, panela y azúcar natural y de los elaborados en el laboratorio.

Los colores elegidos se han seleccionado bajo una serie de evaluaciones sensoriales, que ha dado origen a la tabla colorimétrica referencial debidamente numerada en función del grado de intensidad de color. Por lo consiguiente proporciona, una norma objetiva para determinar el color del producto natural, según los requisitos mínimos establecidos para cada producto.

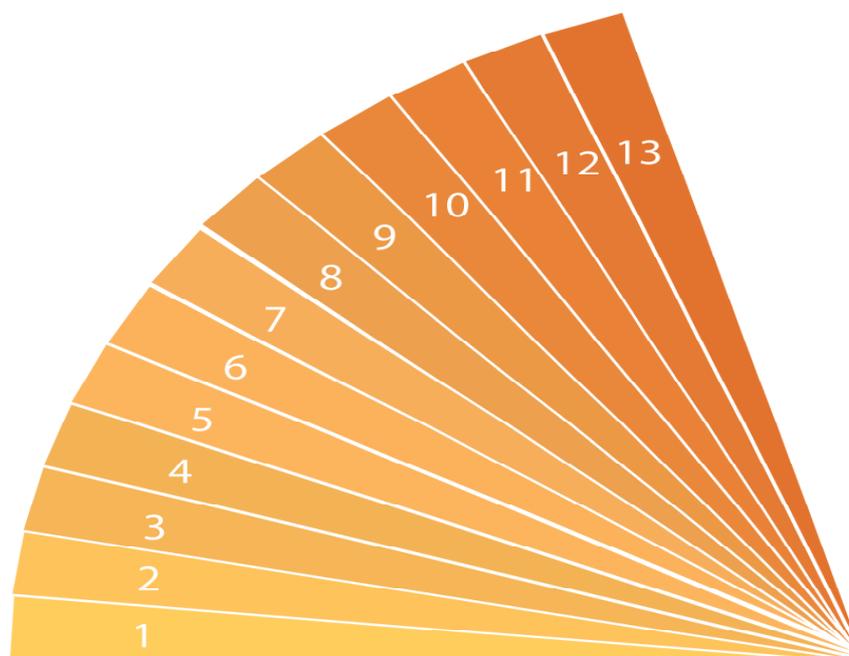
La primera gama de colores del abanico colorimétrico corresponde a la miel hidrolizada, debidamente numerada del uno a trece y de menor a mayor grado de intensidad según el producto.

Los colores mayormente aceptados deberían ser los que tienen color característico al producto, no obstante por desconocimiento de la mayoría de consumidores prefieren los productos más claros y que definitivamente son productos a los que se ha incorporado en el proceso de clarificación sustancias químicas, como el óxido de calcio, cementina y el sulfoclarol especialmente.

Para miel hidrolizada, le corresponden los números comprendidos entre 3 a 9; sin embargo, se debería ajustar el

proceso para obtener miel de un tono de color entre 7 y 9, siendo el número 8 el mejor.

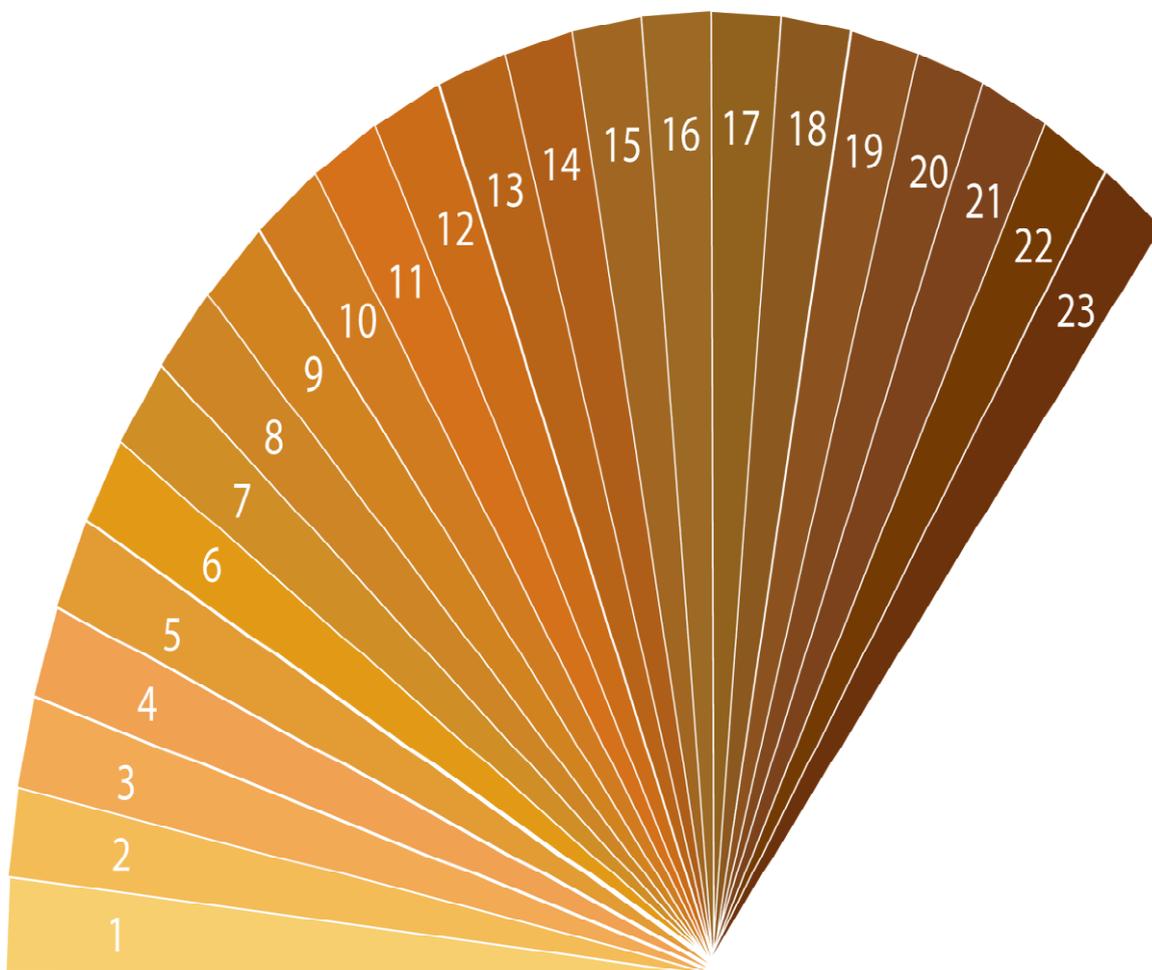
### Abanico colorimétrico para miel hidrolizada



La segunda gama de colores del abanico colorimétrico corresponde a la panela, que está debidamente numerada del 1 al 23, y, de menor a mayor grado de intensidad según el producto, en este caso panela. El abanico colorimétrico para panela, muestra colores demasiado blanquecinos que son productos obtenidos a base de sustancias químicas como el hidrosulfito de sodio (Clarol) y productos muy oscuros, que no han recibido ningún tratamiento de limpieza física, como uso de prelimpiadores en el proceso, clarificación química (sulfoclarol) o natural (mucílagos).

Para la panela, corresponden los números entre 5 a 10, sin embargo, panelas con colores que se ajusten a los números de la tabla colorimétrica entre el 7 y 8, sería conveniente para los productores, ya que estos se parecen a un producto natural característico, como es la panela.

### ***Abanico colorimétrico para panela***



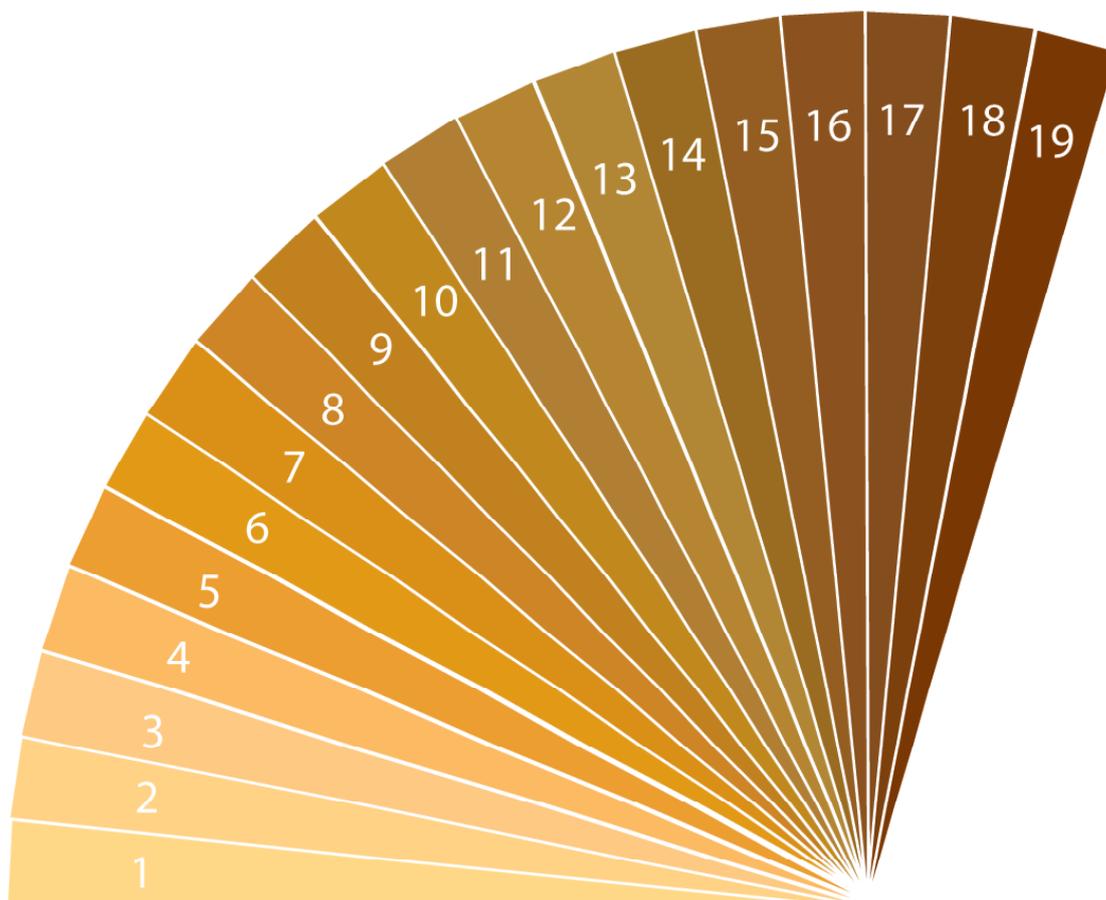
La tercera gama de colores del abanico colorimétrico corresponde al azúcar natural, debidamente numerada del 1 al 19, donde la intensidad de color está ajustada de menor a mayor grado.

Para azúcar, los colores le corresponden los números comprendidos entre 5 a 7. Aquí no existe preferencia, todos se ajustan al color característico de los productos.

Al igual que la panela, azúcares de color blanco o muy oscuros, pierden naturalidad, que indica que son procesados utilizando sustancias químicas. Productos muy oscuros son

aquellos que no han recibido procesos de prelimpieza, o simplemente son productos altamente concentrados, es decir, que el punto ha sobrepasado del normal.

### ***Abanico colorimétrico para azúcar natural***



### **COMPOSICIÓN**

Definitivamente, los dulces obtenidos de la agroindustria panelera son únicos por su aroma, sabor, aporte calórico y otros componentes, como hidratos de carbono y minerales. Dentro de los minerales para el caso de la miel prevalece el fósforo. La cantidad de azúcares invertidos en este producto debe ser elevada, valor que se logra gracias a la inversión de la sacarosa a pH igual a 3.8 o máximo 4.

Para el caso de la panela los componentes de este producto son similares a la miel, diferenciándose en el porcentaje de humedad que debe ser máximo hasta 8%. Mientras que en el azúcar el porcentaje de humedad será hasta un máximo del 2.5%. La composición química de la miel, según (W, Quezada. 2005. p.79), es:

<b>MIEL HIDROLIZADA</b>		
<b>DETERMINACIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>RESULTADOS</b>
Humedad	%	17,4
Proteína	%	0,22
Azúcares Totales	%	80,98
Azúcares invertidos	%	43,69
Cenizas	%	2,39
Carbohidratos	%	79,99
Fósforo	ppm	133,30
Hierro	ppm	26,22
Calcio	ppm	327,69
Magnesio	ppm	923,72
Energía	Kcal. / 100g	328,86
pH		4
Brix	°B	78±0.5

Por el contenido en hierro y fósforo, a la miel se le atribuye que es un producto que ayuda a contrarrestar la anemia en las personas, es generadora de energía y excelente para la gripa, preparada en infusiones calientes.

Así como la miel, la panela es rica en nutrientes y excelente para personas resfriadas, en aguas aromáticas. El uso de la panela como miel en la elaboración de confites de higo o higos pasados en este producto, son altamente nutritivos y se le atribuye propiedades que permiten incrementar el número de glóbulos rojos en la sangre y evitar la anemia.

<b>PANELA</b>			
<b>DETERMINACIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>RESULTADOS</b>	<b>MÉTODO</b>
Humedad	%	8.62	AOAC 925.45B
Azúcares totales	%	96.42	INEN 380
Azúcares reductores	%	8.94	Método interno
Azúcares invertidos	%	87.48	Método interno
Acidez	mequiv/100g	58.2	AOAC 962.19
Cenizas	%	2.13	AOAC 920.181 <sup>a</sup>
Fósforo	mg/100g	88.7	AOAC 970.39
Impurezas	%	0.50	Método interno

Finalmente, el azúcar natural es el producto que debería sustituir al azúcar blanco de mesa, conocido como azúcar sulfitado y al azúcar refinado. Por la facilidad de uso, aroma, color y presencia en el envase, debería convertirse en el producto, después de la miel hidrolizada, en el preferido por todos los consumidores. La composición del azúcar natural al igual que los anteriores tiene similares características nutritivas y curativas. No obstante, hay que hacer notar que el mayor o menor grado de cristales formados, depende del pH del jugo con que se trabaje.

El o los azúcares obtenidos en los ingenios azucareros, se caracterizan por ser ricos en sacarosa únicamente, pero muy pobres en minerales, propios de la materia prima. Por dictar un ejemplo, cuando un azúcar tiene 96 a 98 % en sacarosa, se llama azúcar crudo A, cuando tiene 99.5 % de sacarosa, se denomina azúcar blanco o sulfitado y finalmente, cuando alcanza entre 99.8 a 99.9 % de sacarosa, se denomina azúcar refinado. El estudio de los azúcares mayores al 96 % de sacarosa, son objeto de otro documento y estudio diferente al proceso del azúcar natural.

<b>AZÚCAR NATURAL</b>			
<b>DETERMINACIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>RESULTADOS</b>	<b>MÉTODO</b>
Humedad	%	2.11	AOAC 925.45B
Azúcares totales	%	98.58	INEN 380
Azúcares reductores	%	3.44	Método interno
Azúcares invertidos	%	95.14	Método interno
Acidez	mequiv/100g	35..3	AOAC 962.19
Cenizas	%	3.36	AOAC 920.181A
Fósforo	mg/100g	50.6	AOAC 970.39
Impurezas	%	0.51	Método Interno

### 13. EL PRODUCTO EN EL MERCADO Y CONSERVACIÓN

#### PRODUCTO EN EL MERCADO

La panela se la encuentra en el mercado en diferentes coloraciones, presentaciones y/o empaques. El más tradicional es el de forma rectangular, cónico y atado. La forma depende de la zona de producción, costumbre de proceso y mercado de consumo. El color depende del uso o no de clarificadores y de equipos de limpieza.

Los empaques utilizados en panela pueden ser desde el polietileno (plástico) y nylon o yute, hasta el uso de materiales vegetales como la misma hoja seca de caña o plátano y en muchos casos se la encuentra sin ninguna protección. Las fotografías corresponden al producto que se encuentra en los mercados y puntos de venta de la ciudad de Ibarra.





El azúcar natural generalmente se lo encuentra en envases plásticos con diferentes nombres como panela molida, panela en polvo y panela granulada. En los principales centros comerciales y tiendas, no existen muchas marcas de estos productos.

En el caso de la miel, una muy buena forma de envasarla y protegerla del deterioro, son los recipientes de vidrio o plástico de boca ancha y baldes. El producto en el mercado, no existe, por lo que es una alternativa de producción y consumo, que genera expectativas.



## CONSERVACIÓN

Para que el azúcar, panela o miel se conserven por tiempos prolongados, es conveniente recordar y poner en práctica ciertas consideraciones.

- Encostarse el azúcar o panela en seco y fría.
- Evitar que los sacos o el producto esté en contacto con el piso.
- Protegerse de la humedad y almacenar en ambientes de humedad relativa baja, ya que es un producto altamente higroscópico.
- Evitar poner demasiados sacos uno sobre otros, ya que puede apelmazarse y deteriorar el producto.



Cuando no se toma en cuenta estas consideraciones, el producto sufre deterioro, en las imágenes podemos ver panelas de mala calidad, sea por efectos del proceso de elaboración o por un inadecuado proceso de transporte y almacenamiento.

Los empaques para estos productos deben ser cuidadosamente seleccionados. Un empaque tiene que cumplir “funciones de **contener, transportar y dispensar**”. Además, los empaques deben “**preservar, medir, comunicar**”.

**y mostrar**". Últimamente, deben cumplir las funciones también de, "**motivar, promocionar** y a veces **resaltar** su contenido" (IFAIN. 1991. p.106).

La selección del empaque para estos productos, estará determinado por la compatibilidad del producto, costo, facilidad de manipuleo y estibamiento. Los plásticos como envases primarios y las cajas de cartón como envases secundarios, son ideales.

El deterioro de los alimentos se origina también por envases no aptos y el no usarlos en el transporte. Una forma inadecuada de transportar panela, es arrumada en el balde de los vehículos o en arrumados en sacos o costales. El uso de gavetas plásticas para transportarlos, ayudaría mucho a conservar la calidad y estética del mismo.

Para almacenar, se deberá hacer uso de pallets para evitar que el producto entre en contacto con el piso y facilitar la descarga y carga, a través de montacargas. Los pallets o paletas pueden tener las siguientes dimensiones.

Para uso industrial = 1 x 1.2 m.  
 Para uso marítimo = 1.016 x 1.209 m.  
 Ensopallets = 0.8 x 1 m.

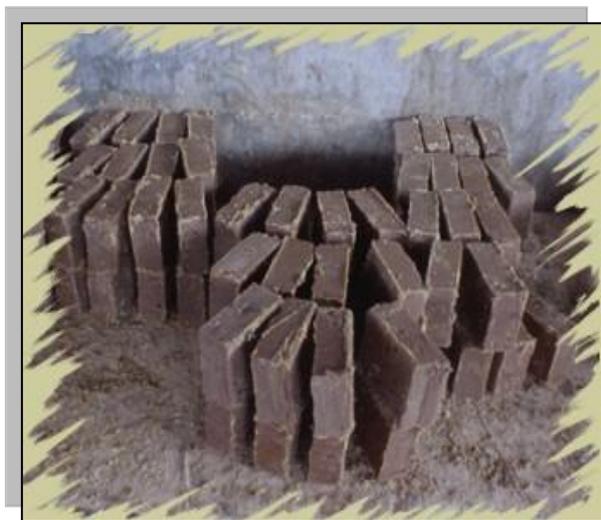
Poner en el piso el producto acelera el proceso de deterioro, que finalmente desmejora la calidad del mismo, reflejándose en el bajo precio y aceptación.

Todo esto nos hace pensar en el grado de desarrollo que se ha venido dando en la agroindustria panelera en nuestro país y la escasa cultura de consumo y aceptación del producto. La producción está estrechamente relacionada con la demanda del producto en el mercado consumidor.

Entonces tenemos que producir y pensar con calidad, ya que es elemental para ser competitivos. Calidad, es el conjunto de características inherentes cumple con los requisitos exigidos

por el mercado. Otros como Gutiérrez, H. (1997) define a la calidad como “el conjunto de propiedades y características de un producto o servicio que le confiere la aptitud para satisfacer las necesidades explícitas e implícitas preestablecidas” (p.8). Esto implica que la calidad de un producto, es que sea adecuado para su uso

“Los olores, colores, sabores y texturas son propiedades que influyen marcadamente en la aceptación o rechazo de los alimentos por parte de los consumidores” ([http://www.incap.org.gt/lab\\_Análisis\\_sensorial.htm](http://www.incap.org.gt/lab_Análisis_sensorial.htm)).



El color de la panela, es determinante en el rechazo o aceptación del consumidor. La imagen corresponde a (<http://www.venaventours.com/merida/trapiche/trapiche.asp>.)

En un mercado cada vez más exigente, estos atributos deben ser diseñados y controlados cuidadosamente por la agroindustria alimentaria moderna, y que se lo realiza por el análisis sensorial, que definitivamente determina la calidad de los mismos. El análisis sensorial, es una herramienta única para conocer mejor la compleja relación entre alimentos y consumidores.

#### **14. ASPECTOS BÁSICOS EN LA DISTRIBUCIÓN DE UNA AGROINDUSTRIA PANELERA**

La actividad panelera en el Ecuador, ha recibido muy poco o ningún apoyo técnico en los últimos años. Quizá la última novedad y el avance se debe en la mayoría de los trapiches, fueron los molinos accionados con motores de combustión interna, y más adelante los de motor eléctrico. Otro paso importante es la tecnología de vapor, la cual es apta para extensiones grandes de caña, de este tipo de moliendas o paneleras se encuentra en el vecino país de Colombia, donde el desarrollo de la actividad panelera es significativo.

El estado de las diferentes plantas es muy variado, se encuentran todo tipo de hornillas en diferentes grados de eficiencia, Plantas móviles que se construyen y empiezan a operar de un día para otro, plantas con estructuras de madera, techos de paja de caña y piso de tierra; plantas donde los perros, gatos, otros animales y plagas transitan libremente; plantas donde para obtener un dulce claro se debe agregar bisulfito, cementina o algún otro componente químico, de manera indiscriminada; plantas donde los accesos son riesgosos y difíciles; plantas donde en determinados momentos los operarios deben salir, debido a los enjambres de abejas o plagas; plantas donde los operarios son mal pagados, maltratados y mal alimentados. Esta es la realidad de la mayoría de agroindustrias paneleras en el país.

Por tanto, si se quisiera que las paneleras del país cumplan todas las condiciones ideales de una planta de alimentos, llegamos a la conclusión de que deberían cerrar prácticamente todas. Lo cual sería totalmente imprudente en el sentido de que no se ha dado la asistencia técnica adecuada a esta agroindustria; se crearía una gran crisis humana debido a que se dejaría sin sustento a miles de personas que viven de esta agroindustria; que se sacaría de

la producción nacional recursos muy importantes, para el desarrollo humano de la nación. Ojo, mano de obra no calificada exclusivamente del sector rural, donde subsisten de la actividad panelera. Información recaba de diferentes trapiches en la provincia de Imbabura, pronostican una actividad panelera en decadencia y con nulas aspiraciones de mejoramiento y competitividad, especialmente en calidad y productividad, cuando estamos en un proceso de libre comercio y globalización ya generalizada. La información recopilada se resume en los siguientes aspectos:

- Uso de clarificadores químicos prohibidos
- Estructuras paneleras móviles
- Procesos tecnológicos en decadencia
- Escasa calidad tecnológica, ética y estética
- Generalmente se elabora un solo producto (panela)
- Empaque (hojas de plátano y de caña)
- Panelas diluyéndose por efecto de malas condiciones de almacenamiento
- Proceso de comercialización, donde el intermediario logra las mayores ganancias
- Por la calidad del producto, está dirigido el consumo generalmente para grupos sociales de escasos recursos.
- Escasa cultura de consumo, y otros que es mejor no mencionar.

Por lo tanto, para que se den cambios hay que empezar por entregar información, que en la actualidad es nula o proviene de otros países. Para que una planta panelera empiece a operar, debe considerarse que es una empresa agroindustrial, que va a fabricar alimentos de consumo masivo, por tal motivo debe priorizar algunos aspectos, tales como:

- Pisos de concreto en todo la fábrica (interior y exterior)
- Por lo menos vías lastradas o empedrados
- Uso de equipos prelimpiadores de jugos
- Las bagaceras deben estar separadas de la zona de molienda

- La zona de la hornilla o tratamiento de jugos, debe estar aislada de las demás.
- El agua de ser posible debe ser potable, sino es el caso entubada y tratada con cloro.
- Evitar el uso de llantas como combustibles.
- Laboratorio básico de control de calidad.
- Evitar botar las cachazas a afluentes o cerca de la fábrica.
- Las aguas de lavado y las residuales deberá pasar por un sistema de tratamiento adecuado.
- Envasar el producto con materiales que protejan al producto.
- Servicios básicos (agua, luz, alcantarillado, otros).
- Ambientes adecuados para dar comodidad al obrero (servicios higiénicos, comedor, lavamanos, duchas, otros).

Como fábrica de alimentos productora de edulcorantes, tiene y debe cumplir requisitos mínimos que establece una buena práctica sanitaria y que se enmarcan dentro de la clasificación de las empresas.

Por pequeñas plantas productoras de panela vamos a comprender aquella que produzca hasta 100 kilos por hora de dulce (ver cuadro del punto 11). Una jornada de trabajo normal en paneleras es de doce horas, desde que ingresa la primera persona a la planta, hasta la última que sale de la misma, esto según la clasificación dada por (Díaz de Santos 1994. p.15).

<b>Categoría</b>	<b>Número de personas empleadas</b>
Microempresas	1 a 9
Pequeña empresa	10 a 49
Empresa Mediana	50 a 499
Gran empresa	500 o más

Entonces, por lo antes mencionado debemos equiparla como tal, por lo que, es necesario que contemple aspectos que

definen a toda empresa como “una organización que produce bienes y servicios para ser vendidos al mercado con fines de obtener un beneficio o lucro”.

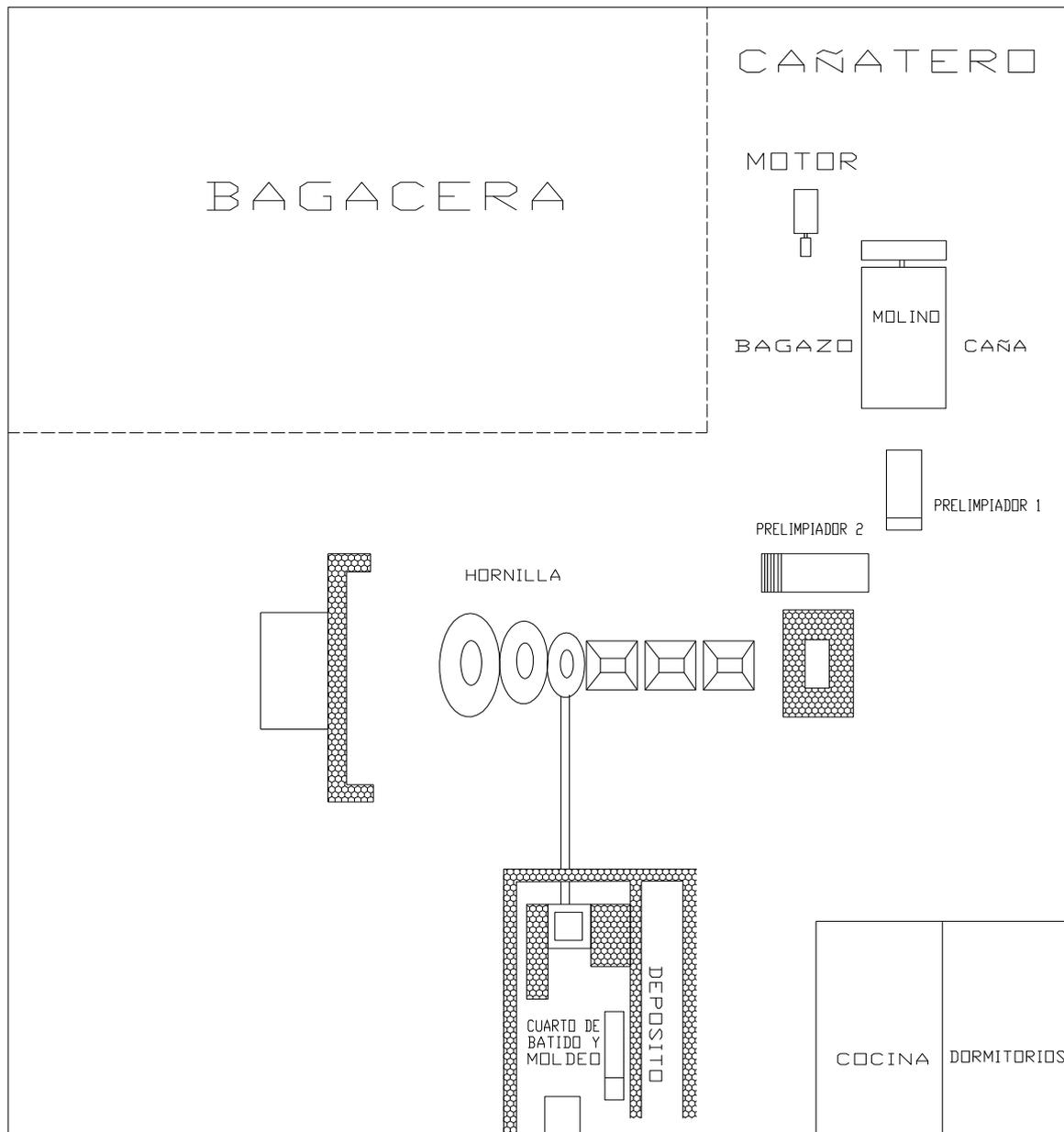
La distribución de una planta panelera, es importante para obtener panela y azúcar, que puede servir para la obtención de miel, lógicamente con algunos arreglos en el área de batido, moldeo y arrumado y la incorporación de equipos de envasado para miel y azúcar.

La fábrica estará demarcada por el proceso mismo para producir el producto, en este caso panela. Este proceso a grandes rasgos es el siguiente; recepción de la caña, molienda, recolección y secado de bagazo, limpieza de jugos y paso de los jugos a las tinas y posterior la concentración del jugo y punteo, batido y moldeo (para panela), batido, cristalización y tamizado (azúcar), empaque, almacenamiento, transporte y venta.

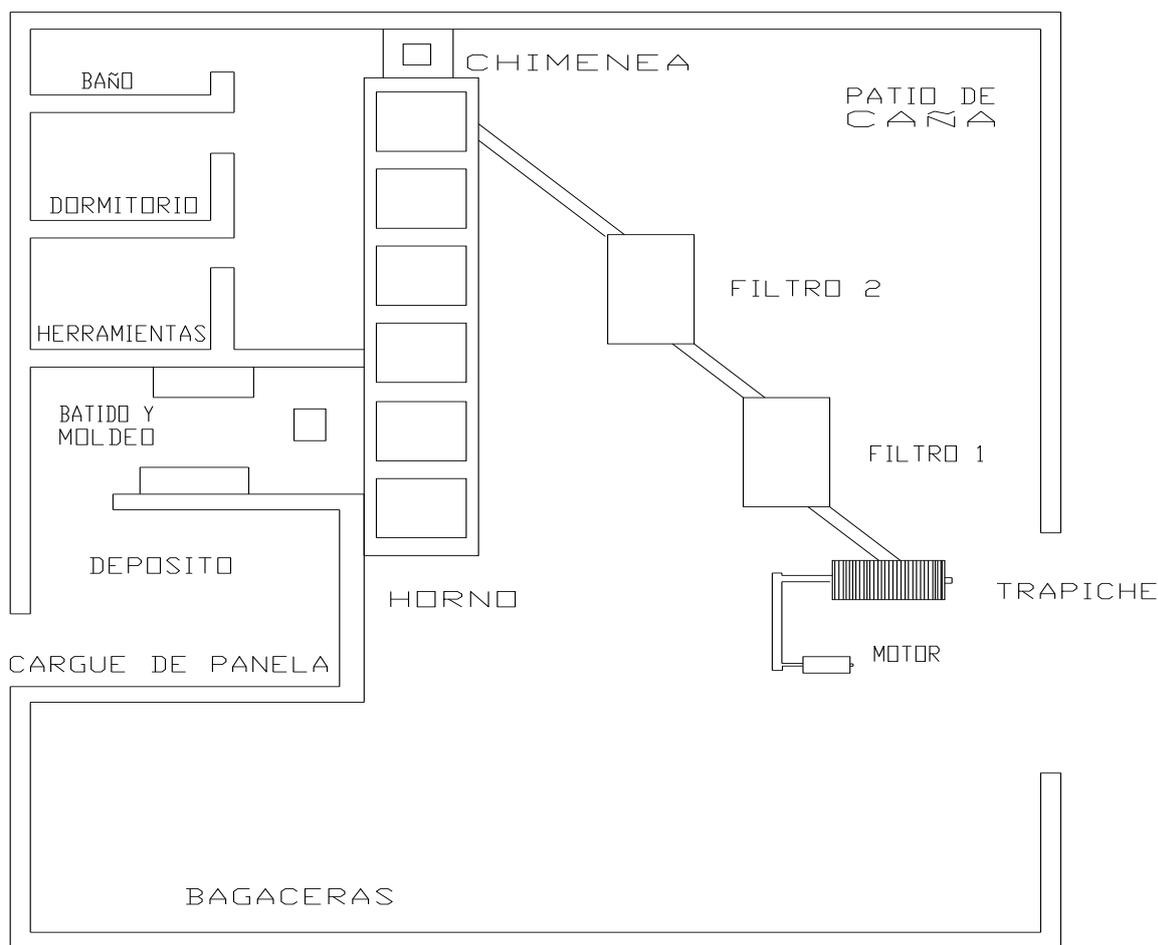
En una agroindustria por lo menos deben considerarse cinco espacios o áreas, tales como:

- Área de caña
- Área de extracción y limpieza
- Patio de bagazo
- Área de clarificación – concentración y cocimiento o punteo
- Área de batido, moldeo, arrumado, envasado y almacenamiento.

Cada sitio del flujo o proceso debe estar claramente separado, tanto desde el punto de vista físico como desde el sanitario. Una distribución donde hay choque entre distintas funciones pondrá en riesgo las personas, el producto y dificulta el proceso, ya que se aumentará los riesgos de accidentes. Según el CIMPA. (1991) una distribución de una panelera por áreas sería la que se señala en la figura siguiente (p.11).

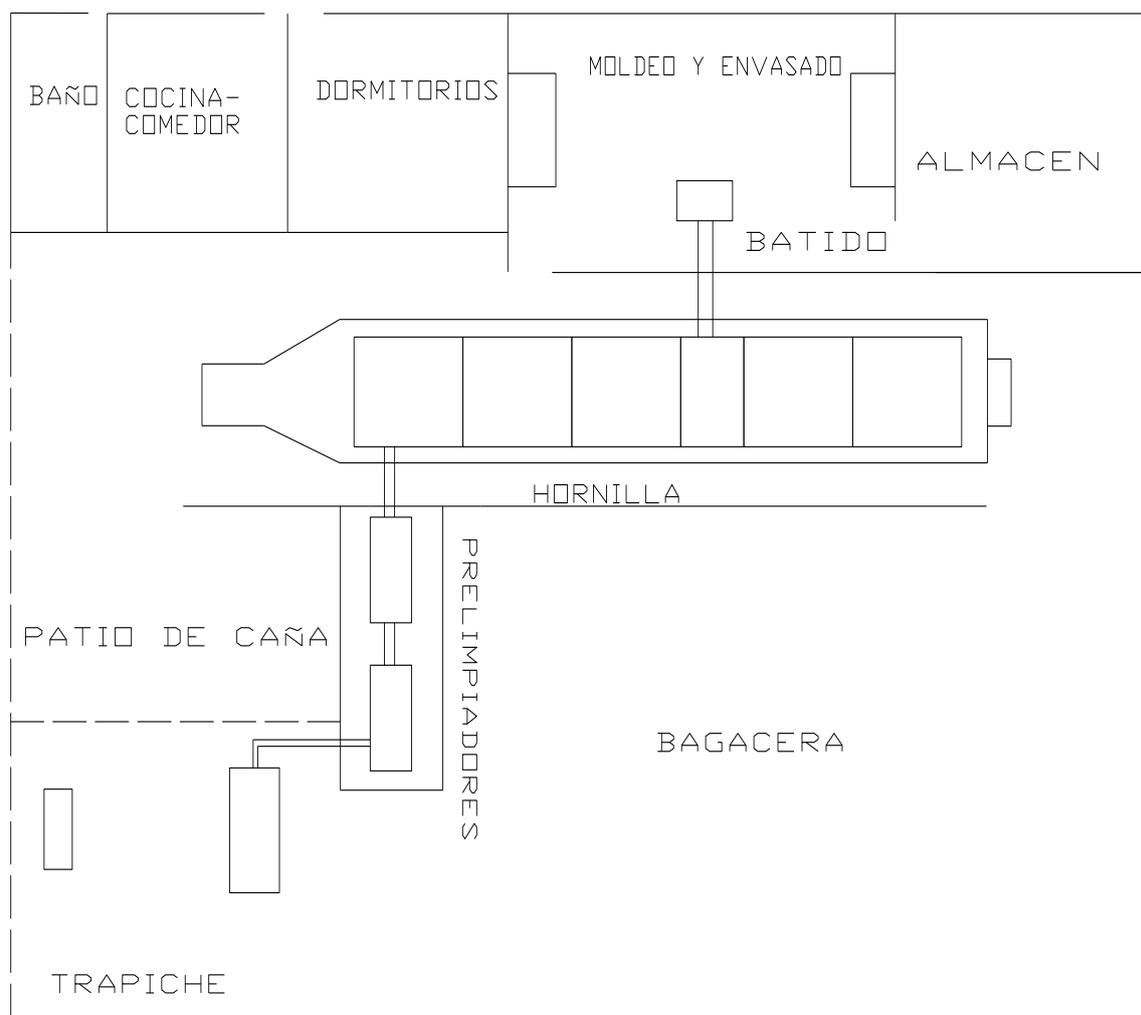


En nuestro país existen propuestas de distribución de equipos en una planta panelera. El siguiente plano es un modelo de distribución de los equipos de una planta o unidad productiva panelera. Esta distribución mejorará el rendimiento de su producción, según el esquema en su finca propuesto por (Arboleda, F. Reyes, G. 1992. p. 17).



La agroindustria panelera en el Ecuador, aún no ha logrado un verdadero desarrollo, por ello muchas instalaciones son precarias, poco funcionales y con áreas mal distribuidas.

La distribución de una planta procesadora de miel, panela y azúcar natural, no se diferencian entre sí. Las dos propuestas anteriores en cierto modo cumplen con las áreas necesarias para su funcionamiento y proceso de los productos antes indicados; sin embargo, aún no han sido tomadas en cuenta como partes elementales algunos aspectos de un proceso productivo rentable. La calidad del producto final a obtener dependerá del proceso tecnológico aplicado, buen funcionamiento y distribución de su fábrica. Una distribución técnica se indica en la siguiente figura. (Quezada, W. 2005).



## ÁREA O PATIO DE CAÑA

En esta zona, el espacio dispuesto debe ser el necesario y suficiente, de manera que permita la movilización de los vehículos, que llegan con la caña. La disposición debe permitir el acomodo para proveer una descarga fácil y con flujo directo a la zona de molienda. La construcción de dichos patios, será de materiales que no permitan la acumulación de agua, barro o polvo.

Sí los patios se mantienen sucios esto se va a reflejar en el producto final, pues estas suciedades irán pasando de alguna manera a los jugos a través de la caña y/o de estos a las mieles. Los pisos de cemento con una pequeña inclinación que facilitan la limpieza y evacuación de aguas

especialmente. Por ello, el lugar donde se deposita la caña, debe tener pisos de concreto, o material impermeable, con desnivel mínimo del 2%, hacia fuera. Es recomendable que esté bajo techo, siempre que sea posible, ya que la exposición de la luz del sol desmejora la calidad de la caña, y como consecuencia la del producto final.

Una vez que entran al jugo, estos contaminantes se deben tratar de retirar, y en muchas ocasiones cuando se logra retirar esos lodos ya los jugos se han manchado; se obtiene al final un producto oscuro y/o con materia extraña, tal como arenas, lodos, otros.

Esta zona se delimitará de las zonas cercanas como molienda y prelimpiadores mediante paredes de concreto de más 1 a 1.5 metros. El área de recepción de la caña y molienda es la zona más alta de la planta; por ello se debe evitar la presencia de materiales extraños en la zona de jugos, tales como bagazo, bagacillo, aceites, polvo, lodos y cualquier otro contaminante, etc.

## **ÁREA DE MOLIENDA Y PRELIMPIEZA**

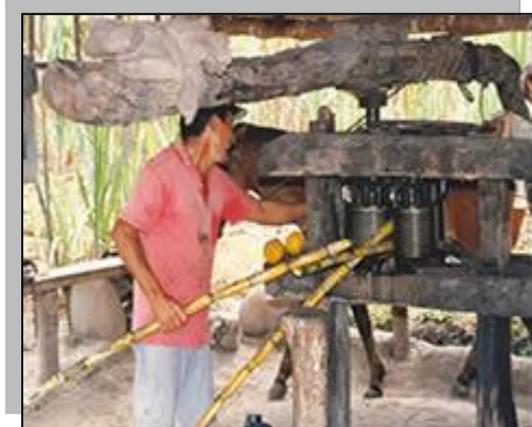
### ***Molienda***

La caña debe recibirse en la parte externa del trapiche, manteniéndola separada de las pailas. La misma debe ser lavada con suficiente agua a presión, inspeccionarla antes del proceso para determinar su calidad y debe ser procesada lo antes posible (máximo mantenerla almacenada 24 horas).

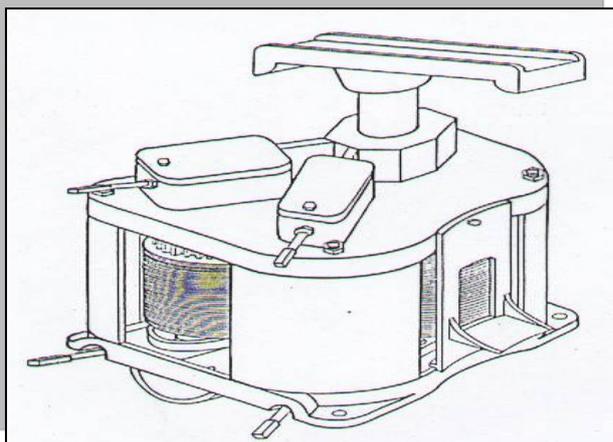
Para la extracción del jugo de la caña, la agroindustria panelera se vale de dos tipos de molinos: los horizontales y los verticales (Cimpa. 1991. p.6 y 8).

Los molinos verticales que son accionados por tracción animal, especialmente por perisodáctilos (animales de pezuña y casco sin división como: caballos, asnos y mulas) y, por los artiodáctilos (animales que tienen pezuña y cascos divididos,

especialmente los bovinos). Imágenes de ([http://www.moyobamba.net/chancaca/.](http://www.moyobamba.net/chancaca/))

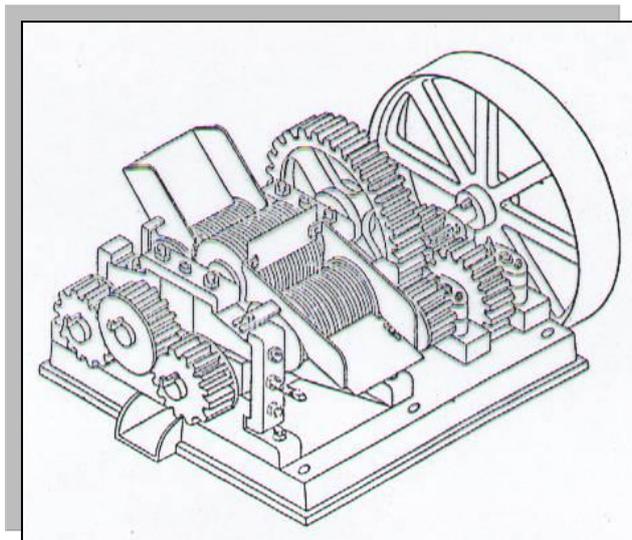


Los molinos verticales, son usados en lugares donde no existe energía, producciones de caña limitada, la economía del panelero no es buena y el consumo es familiar o atienden a un mercado local. En este tipo de moliendas los rendimientos de producción son bajos, toda vez que se sujeta a la fuerza del animal la cantidad de jugo obtenido por hora. Sin embargo, aporta significativamente con trabajo y alimento a muchas familias de estratos sociales bajos en los sectores rurales y marginados.



En la figura se muestra la forma de cómo está construido el tipo de molino vertical de tres masas.

Hoy en día, el uso de molinos horizontales son cada vez más populares, mismos que se accionan mecánicamente.



La acción mecánica puede darse por motor eléctrico o aquellos que utilizan combustibles. Estos molinos también pueden ser accionados por fuerza hidráulica. Dentro de los molinos horizontales, la capacidad de ellos depende de la cantidad de litros de jugo por hora o TCH.

Existen molinos de diferente numeración que van desde el número 1 hasta el 5, que son los de mayor capacidad. Molinos número tres en adelante, son utilizados en las agroindustrias paneleras.

El molino y su motor, se ubicarán delante de la zona de recepción de la caña o a un lado de este, esto según los modelos de distribución propuestos anteriormente. Las bases donde se asiente el equipo de extracción y el motor debe ser de concreto junto con los pisos y su alrededor. El espacio donde se ubique el motor debe instalarse de manera que no implique riesgo alguno para las personas que allí trabajen, así como para el producto y/o las instalaciones. Se debe tener presente aspectos de seguridad e higiene industrial.

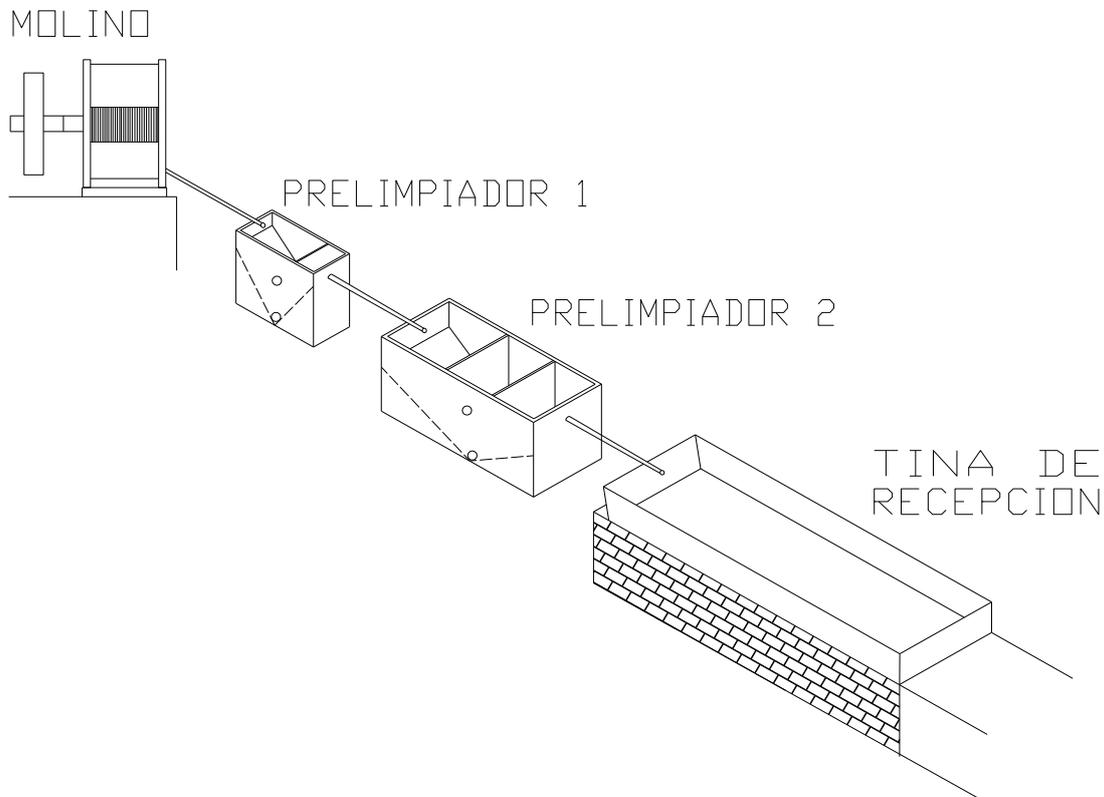
Si el motor es de diesel o similar, deberá construirse desagües que permitan recoger posibles derrames de aceite o diesel, evitando de esta manera que pasen al resto de la planta, especialmente se contamine con la caña. Alrededor del motor no debe acumularse ningún tipo de material (caña, bagazo, madera, otros).

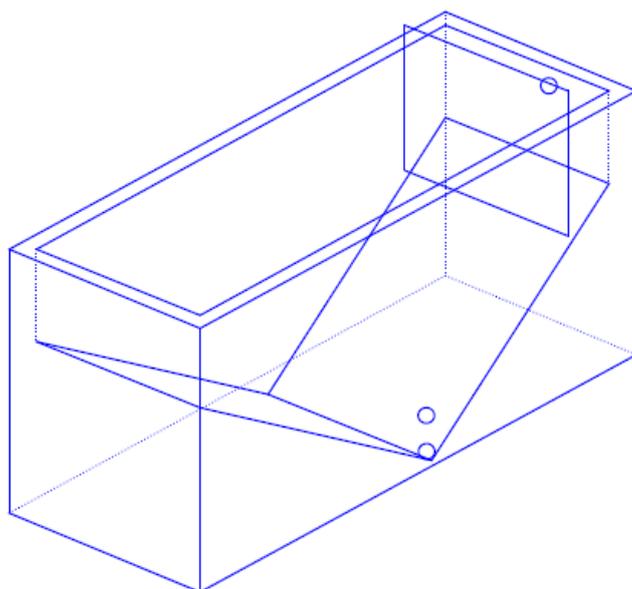
Se debe disponer de un espacio adecuado para recoger el bagazo recién salido de la molienda. Debe ser pequeño y suficiente para evitar que sea usado como bagacera. Generalmente, es conveniente usar espacios abiertos para que el bagazo recién obtenido se oree (secarlo) y pase a la

bagacera, que será un ambiente con cubierta transparente para que termine de secarse y sea usado luego como combustible.

### ***Prelimpieza***

La separación de materiales extraños al jugo como tierra y arena en forma de lodos, bagacillo, hojas, etc., permite obtener un jugo libre limpio. Para este caso es necesario utilizar filtros o tanques sedimentadores que permitan separar estos materiales por sedimentación y floculación. Para ello se usan los prelimpiadores que deben ser dos, mismos que son ideales en el proceso de limpieza de jugos. Con los prelimpiadores se elimina el uso de sustancias químicas como el sulfoclarol, carbonato de calcio, cementinas, otros; que afectan la economía del panelero, calidad del producto final y lo que es más grave la salud de las personas. En la figura, mostramos la ubicación y funcionamiento que debe darse a los dos prelimpiadores en una agroindustria panelera.





La forma de construir los prelimpiadores, es tal como se indica en la figura y que corresponde al primer prelimpiador. Los prelimpiadores serán de un material impermeable, no poroso (ver punto clarificación de jugos) y con la capacidad de soportar la corrosión que producen los jugos. Vale recordar que el jugo de la caña es ligeramente ácido (pH entre 4.5 a 5.5). Usualmente se construyen de ladrillo cemento, para facilitar la limpieza y evitar la presencia de microorganismos que fermentan el jugo, los prelimpiadores deben revestirse de cerámica en todo su interior y si fuese posible exteriormente, así como en sus bordes.



El uso de acero inoxidable, es una alternativa viable para el productor, pero mucho más costoso, sin embargo se ve compensado en la higiene del producto y durabilidad. En la figura mostramos

un prelimpiador pequeño ubicado a la salida del molino.

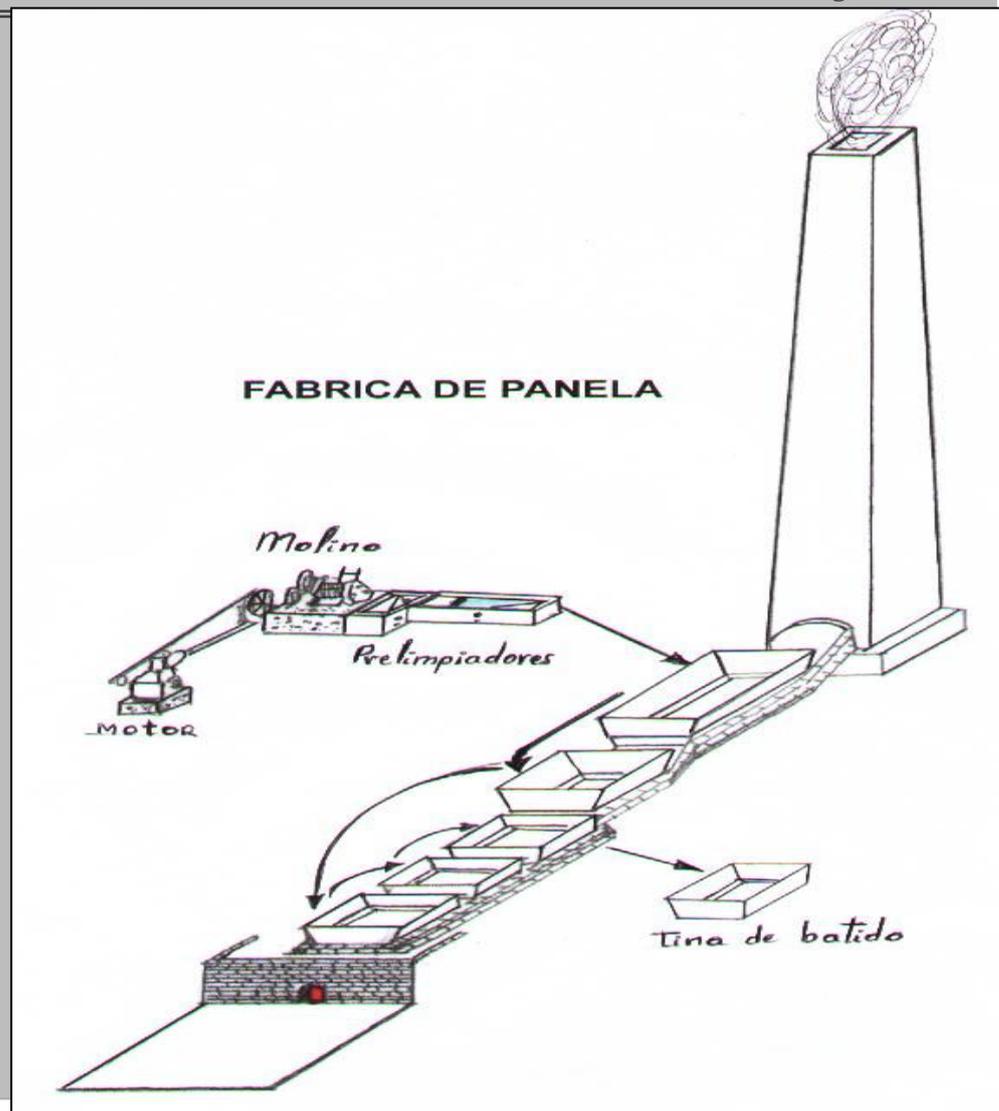
La capacidad de los tanques prelimpiadores estará de acuerdo a la capacidad de extracción del molino y de la hornilla, es decir litros de jugo por hora o toneladas de caña molida por hora (TCH)

Usualmente se requiere de al menos dos prelimpiadores (ver figuras en el punto 7, en prelimpiadores y tanque de paso). Generalmente se construyen muy cerca de las tinas de clarificación y separadas del manejo de materiales sólidos como caña, bagazo u otros. El uso de un tamiz a la salida del jugo del molino es conveniente para retener el bagacillo e impedir que estos lleguen a los tanques prelimpiadores.

Hay que indicar que el movimiento del jugo del molino a los tanques prelimpiadores y de éstos a las tinas de clarificación y de concentración (ebullición) se realiza por gravedad, utilizando tubería de acero inoxidable, de diámetro según la capacidad de la fábrica. Los prelimpiadores deben tener orificios para el paso de jugos limpios y de sedimentos (lodos) al final de cada jornada. Sin embargo, algunos paneleros los construyen muy cerca del molino para que sea operado por el personal de molienda.

El uso de lienzos o tamices enmarcados en madera en ambos prelimpiadores obligan a que el jugo pase por el lienzo retenedor y, la sedimentación de material extraño más denso que el jugo se produce en menor tiempo. Retener materiales menos densos que el jugo por floculación, como hojas, bagacillo, insectos, etc.; es otra de las funciones de este importante implemento que forma parte de los prelimpiadores.

La construcción de un tanque pequeño de sedimentación antes de los prelimpiadores ayuda también a la limpieza. En la figura se muestra la distribución para el funcionamiento de una panelera, que puede realizarse muy bien para la producción de otros productos



### ÁREA DE ALMACENAMIENTO Y SECADO DE BAGAZO

El bagazo que resulta de la extracción, se emplea en las agroindustrias paneleras como combustible para producir la energía que genera la hornilla y así lograr la concentración del jugo.

Según el tipo de cámara que se use en la hornilla y el estado del molino, el bagazo debe secarse o bien usarse recién salido del molino. En la mayoría de los trapiches el bagazo se almacena en un espacio que forma parte de la misma estructura del resto de la planta. Sin embargo, esta práctica encierra un gran riesgo para la seguridad del personal del edificio, ya que el bagazo es combustible y en un descuido podría generar un incendio de consecuencias inimaginables,

por lo que esta estructura debe estar separada del resto de la planta.

La estructura para el almacenamiento del bagazo será abierta, de manera que permita la circulación de aire. El espacio abierto destinado para este fin debe estar sujeto a la capacidad de la fábrica (TCH). Construir una infraestructura física cubierta, únicamente con material que permita el paso de la luz solar, es aconsejable para almacenar el bagazo seco (30 a 40 % de humedad) y asegurar el aprovisionamiento de bagazo en época de invierno.

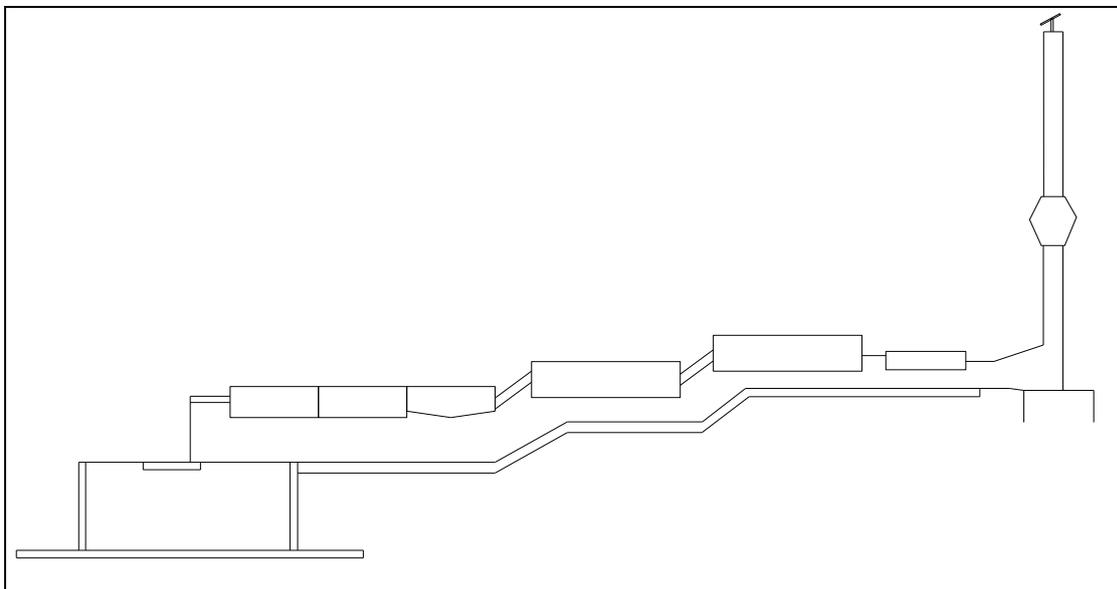
La bagacera debe estar construida muy cerca del molino o seguido del mismo, perpendicular a la puerta de alimentación de la hornilla. Muy cerca de la puerta de alimentación de la hornilla debe haber un espacio para almacenamiento temporal, y asegurar la constante alimentación a la hornilla. Los pisos deben ser de cemento con inclinación que facilite la evacuación de aguas lluvias o residuos del propio proceso.

### **ÁREA DE PROCESAMIENTO DE JUGOS**

Esta zona es particularmente crítica, pues aquí es donde se debe tener control del proceso, control higiénico y de calidad en la elaboración del producto. En virtud de esta situación, se buscará un aislamiento respecto del resto de la planta y el ambiente exterior. Se realizará con la finalidad de evitar el acceso y contaminación del producto que se elabora por parte de insectos de cualquier clase y animales, polvo, lodo, ceniza, otros. Para el caso se utilizan grandes mallas de polietileno, que cubran y aíslen al área respectiva. Un sistema mucho más costoso y conveniente por calidad en el producto final, en paneleras muy bien diseñadas, es el aislamiento por áreas con material de bloque o ladrillo cemento o con aglomerados adecuados para este fin. En la fotografía se muestra un sistema de aislamiento del área de tratamiento de jugos con mallas de color negro de polietileno, en una panelera de Imbabura – Ecuador.

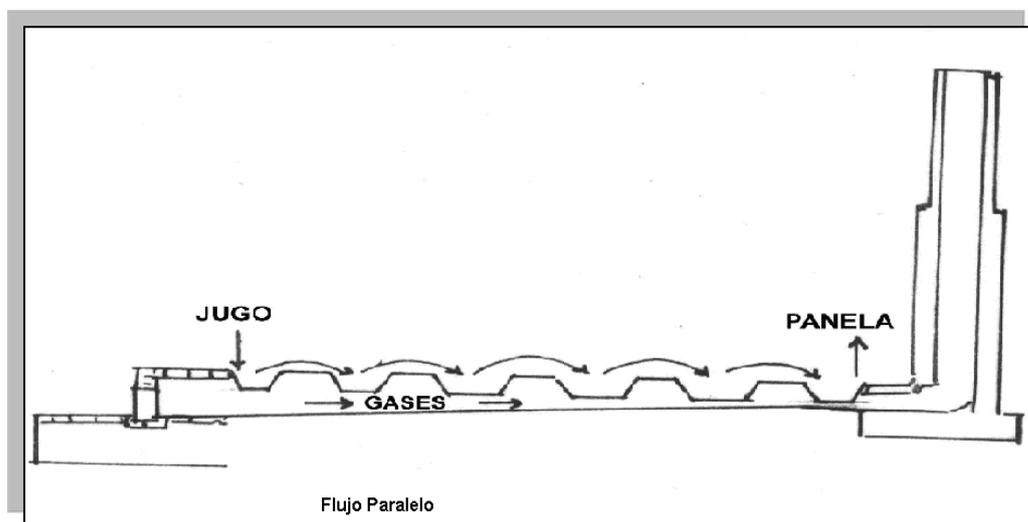


Un equipo adecuado para el proceso en todas las etapas de producción, es necesario e importante. Materiales de cosecha, medios de transporte, extracción, limpieza, tinas de acero inoxidable para clarificar y concentrar. Eficientes hornillas y chimenea que asegure una buena combustión, envases y materiales de proceso, de llenado para mieles, azúcar y otros, es elemental. En el dibujo se muestra como están dispuestas las tinas en el área de cocimiento.



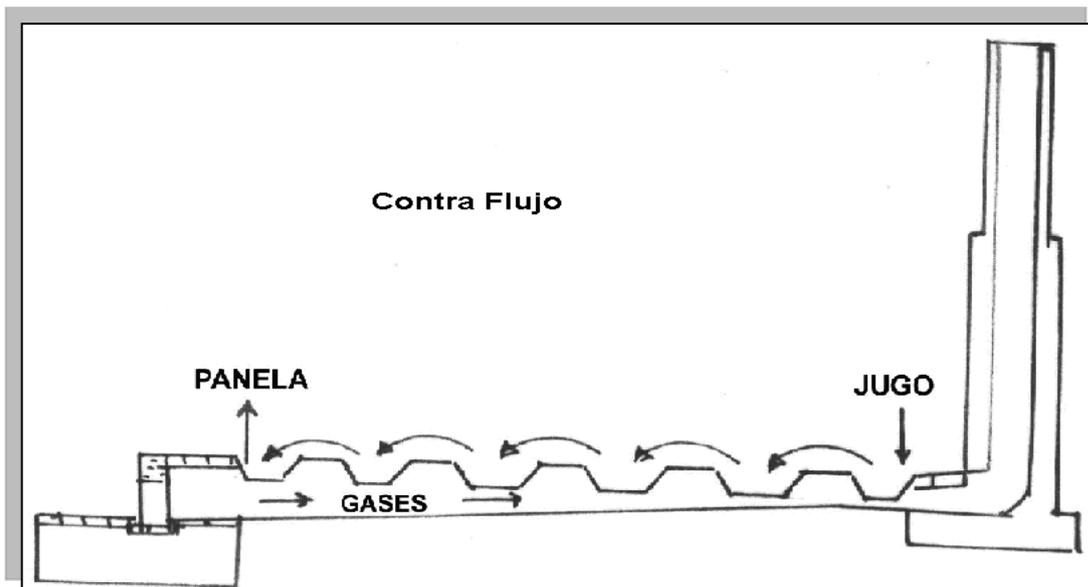
También será necesario conocer el manejo de jugos en las tinas de calentamiento y clarificación, evaporación y cocción. Del sistema utilizado dependerá la calidad y rendimiento del producto final.

El sistema de flujo de los jugos según la dirección de los gases se escogerá, el mejor. Muchas paneleras se inclinan por el sistema en contra-flujo y combinado, dando mejores resultados de los dos, el sistema combinado. El sistema en paralelo se ha visto que es muy usual en paneleras muy pequeñas.

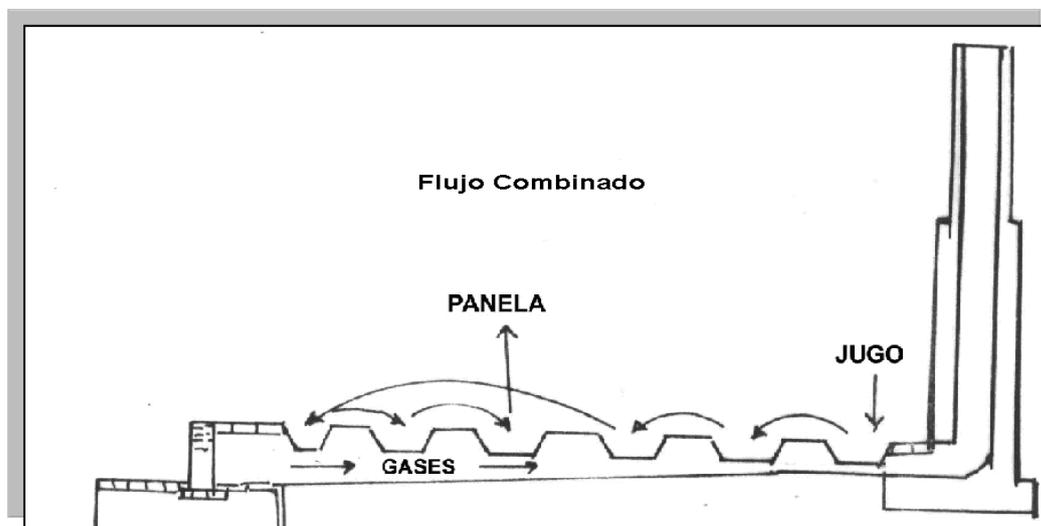


Lo que se quiere, es que el jugo se concentre lo más rápido posible y, al ubicarse la tina de punteo al final del ducto donde la temperatura no es muy elevada, el tiempo de punteo será mayor. Consecuentemente, la cantidad de panela será menor por hora de trabajo.

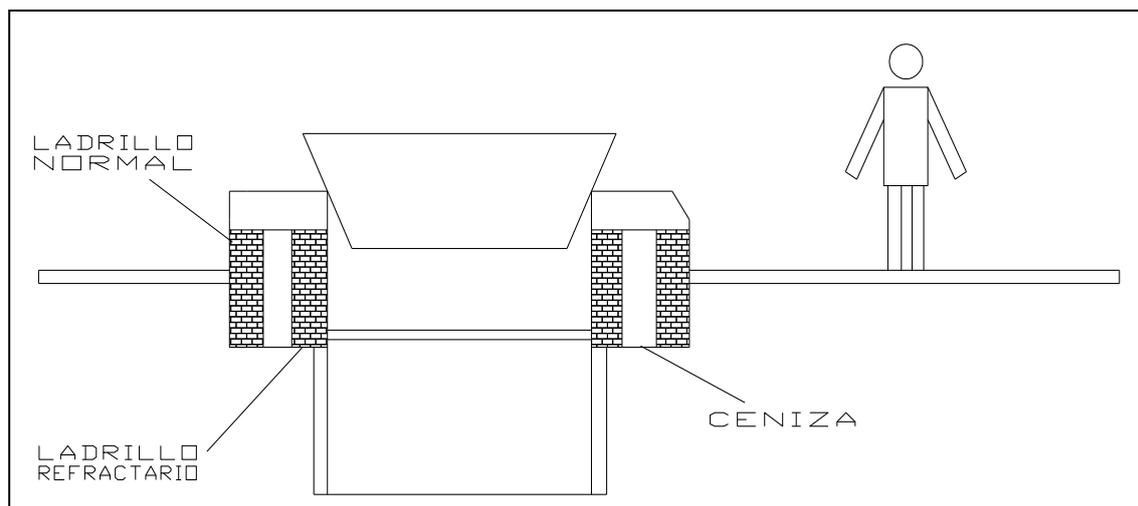
El sistema en contra-flujo, tiene la desventaja que al estar la tina de punteo al inicio de la hornilla, se corre el riesgo que el producto se queme con mayor facilidad, ya que las temperaturas son mayores. Hay que tener presente que en la tina de punteo se manejan cantidades menores de producto, respecto a las otras tinas.



El flujo combinado permite puntear mayor cantidad de veces respecto a los dos flujos, lo que asegura obtener una mayor cantidad de producto final por hora de trabajo. La calidad del producto dependerá del aislamiento e higiene que se maneje.



Las hornillas deben ser construidas por expertos, para evitar pérdidas de calor y obtener buena combustión. Algunos paneleros ubican las tinas unos cuantos centímetros bajo la superficie del suelo. El uso de ladrillos refractarios es una alternativa muy buena, combinados con ladrillo normal y como aislante ceniza, tal como se indica en el dibujo.



La cámara de combustión está compuesta por el cenicero, boca de alimentación, parrilla, ducto de humos y chimenea. La eficiencia depende del buen funcionamiento de todos ellos.

Esta zona debe estar restringida al paso de personas ajenas al proceso que allí se lleva a cabo, de esta manera se reducen contaminaciones y distracciones, así como accidentes y deterioro de productos.

Todos los pisos y paredes serán de material impermeable no poroso. En el caso del piso, éste será antideslizante, tal como concreto o concreto revestido con cerámica.

Las ventilaciones y entradas a la planta deberán tener mallas de cedazo número 16 como máximo, de tal manera que evite la entrada de insectos, como abejas.

En la fotografía podemos ver una moderna planta panelera diseñada por CIMPA, de Colombia. (Guerrero, J. 2006. [www/experiencias](http://www/experiencias) de manejo agrotécnico en una central panelera. s.p).



### **ÁREA DE BATIDO, MOLDEO, ENVASADO Y ALMACENAMIENTO**

Es conveniente que el sector de batido de mieles, con el fin de mejorar el color en el producto final y evitar que la miel se quemé, esté alejado de la hornilla y muy bien protegida. Se realiza para la producción de panela y azúcar. El batido, generalmente se realiza en forma manual utilizando una paleta como agitador que se encuentra en una tina, especialmente de madera. El uso de equipos mezcladores ya probados, facilitarían el trabajo.

En la producción de panela, se hace imprescindible el moldeo. Se debe utilizar moldes de madera o metálicos de acero inoxidable de diferentes formas y tamaños, según las exigencias y preferencias del mercado.

Según lo que se ha investigado hasta el momento, aún no se ha encontrado un sustituto para los moldes de madera en que se chorrea la miel. En teoría, la madera no se puede utilizar como componente principal o parcial de equipos o utensilios. En vista de la situación que se presenta en los trapiches, se recomienda que los moldes de madera sean lavados con

agua y desinfectar con soluciones como cloro o hipoclorito de sodio, antes de iniciar la primera tarea y después de cada una de ellas. Muchas fábricas utilizan aguas sucias para humedecer los moldes (lavar los moldes). También el proceder a secarlos es importante para evitar la proliferación de microorganismos durante el almacenamiento. El área de batido, moldeo, desmoldeado, arrumado y empaque deben ser limpias y funcionables. El producto puede perderse al final, por no considerar lo señalado. La fotografía muestra ambientes adecuados en el área antes indicada (Ibid. s.p).



Sea miel, panela o azúcar, deben empacarse inmediatamente para evitar que se contamine o absorba la humedad del ambiente. La panela y azúcar son productos altamente higroscópicos (absorben humedad del medio ambiente).

Utilizar envases primarios como el plástico o polietilenos de densidad adecuada ayudará a lo antes señalado, para el caso de panela y azúcar natural. Fundas de plástico de baja densidad, envases de vidrio o plástico son buenas para miel hidrolizada. Los mismos deben cubrir completamente el producto y permitir el cierre con calor (selladora), para asegurar que no haya entrada de insectos o contacto con animales después del empaque. No se permite el uso de grapas para cerrar la bolsa. Las bolsas plásticas deben

almacenarse en armarios cerrados para evitar que se contaminen o ensucien.

El uso de empaques secundarios, como cartón para su posterior almacenamiento e identificación es elemental. La manipulación en cartón facilita transportar y proteger mayor número de envases o unidades y, economizar y asegurar que el producto llegue al consumidor final en buenas condiciones.

Si no fuese por su temperatura de proceso y alta concentración con que se alcanza en el producto final (alta presión osmótica), los microorganismos ganarían la batalla.

Contar con ambientes adecuados para almacenar los productos, es necesario en las paneleras. Estos espacios deben estar bien protegidos y ventilados.

## 15. ADECUACIONES E INSTALACIONES

### CONSTRUCCIONES

Las paneleras deberán ser construidas con buena seguridad estructural, cuyos materiales resistan por lo menos 50 años. Pueden ser de estructura metálica con techos de eternit, estructura de madera y techos de teja o eternit o cemento armado de techos de teja o eternit, o simplemente combinar estos materiales. Deben ser seguros, económicos y eviten contaminar al producto. La planta debe tener una iluminación natural o artificial adecuadas.



Para asegurar la estructura de la planta debe contarse con el asesoramiento de un profesional en construcciones y planos aprobados por instituciones encargadas para este fin. La distribución y los espacios internos y externos deben ser suficientes que permitan las maniobras para el flujo de materia prima, materiales, productos, personal, etc. Debe haber espacio suficiente para tener libre acceso a las diferentes operaciones productivas y para el mantenimiento de equipos, tales como, motores, moldes, descachazadoras, filtros, paletas y otros.

El área de proceso estará aislada de otras áreas como los servicios sanitarios, servicios de comedor, vestidores y dormitorios y empaque de producto final. Las zonas de servicios y oficinas estarán ubicadas en recintos totalmente separados con paredes impermeables lisas. Si las zonas de empaque y proceso están en la misma planta, es conveniente demarcar el espacio definido para cada una de ellas, así como, el flujo o camino a seguir entre las diferentes operaciones.

El área de almacenamiento de bagazo y de secado debe ser una construcción diferente y aparte a la panelera. Pues, se necesita espacios grandes para mover volúmenes grandes de producto que son altamente combustibles.

Por ningún motivo, es conveniente utilizar o realizar construcciones móviles para la fabricación de edulcorantes. El uso de estas estructuras va en contra de la seguridad de los operarios, equipos e higiene y calidad del producto final.

### **TECHOS**

Los techos deben permitir evacuar rápido las aguas y permitir buena ventilación y salida de vapores. La inclinación de los techos dependerá de las especificaciones del fabricante.

En la medida de lo posible se pintará los interiores con esmaltes industriales, y será de color blanco o colores muy claros, para aprovechar su capacidad de reflejar luz.

Es preferible que la estructura de la cubierta se construya a base de viguetas, ya que hará menos puntos posibles para la acumulación de contaminantes como polvo, hollín, y cenizas especialmente, así como menos rincones para el desarrollo de nidos de insectos, arañas y pájaros.

Las construcciones deben permitir evacuar toda el agua procedente del proceso de evaporación. Se debería aplicar un sistema de recolección y condensación de vapores procedentes de las tinas de evaporación. Por la cantidad de

vapor generado, es importante buena ventilación, para dar ambientes adecuados de trabajo a los operarios. Todas las aberturas de ventilación llevarán una malla, o alguna otra protección preferiblemente anticorrosiva. Dichas pantallas deben moverse con facilidad, para limpiarlas frecuentemente.

Los factores de los que depende un sistema de ventilación son:

- Número de personas que operan en el área de trabajo o ambientes determinados.
- Las condiciones interiores del ambiente físico del local como: temperatura, luz, humedad, pisos, otros.
- Las condiciones ambientales exteriores.
- El tipo de actividad realizada (proceso).
- La ventilación natural se puede lograr mediante:
  - ✓ Ventanas
  - ✓ Puertas
  - ✓ Tragaluces
  - ✓ Altura de la planta

### **VÍAS DE ACCESO**

El pavimento, es adecuado para las vías de acceso. Vías empedradas o lastradas bien señalizadas ayudan a disminuir accidentes y reducir tiempos y costos de transporte. Hay que tener presente, que por tales vías en la mayoría de los casos se transporta caña, bagazo, productos fabricados, etc.

Una vía mantenida evita contratiempos. Planes de mantenimiento en verano para épocas de invierno, es aconsejable. EL polvo, se puede reducir en el último de los caso con vías no pavimentadas o empedradas, con lastre de buena calidad. Las protecciones naturales o cercas vivas (árboles en la vía de acceso), ayudan a disminuir la presencia de polvo por efecto de la circulación vehicular.

### **PATIOS**

Los patios de la agroindustria panelera dentro y fuera del perímetro de la fábrica deben ser de cemento, con pequeñas

inclinaciones que pueden ir del 2 al 5 %, según el área. Los pisos de tránsito no deben ser lisos, pues provocarían accidentes. Hay que tomar muy en cuenta que se trabaja con productos altamente resbalosos, como jugos y mieles. Patios de cemento, facilitan la limpieza y evacuación de aguas u otros residuos. Fuera del perímetro de la fábrica, se puede permitir árboles o jardines bien mantenidos como el pasto.

Montículos de hierbas, plántulas o residuos de tierra, arena, piedra o escombros, se convierten en nidos de especies no deseadas como avispa, pájaros, ratones, arañas y otros insectos que pueden causar malestar a la empresa y mala calidad en el producto.

Los drenajes deben ser adecuados y suficientes, para impedir la acumulación de aguas. Todos los drenajes deben contener cajas de revisión de aguas servidas, de proceso y lluvias. Para este caso es conveniente construir tanques de sedimentación y tratamiento de aguas, antes de verter a los afluentes. Todos los patios y pasillos deben tener buena iluminación, de preferencia luz blanca, tanto interna como externa.

### **PISOS**

Serán impermeables de manera que la humedad del subsuelo, ni la humedad que se genere en los pisos como resultado del lavado pasen a la planta. El lavado de pisos, tiene como objeto evitar la proliferación de microorganismos patógenos y plagas en general. Los pisos se recomienda construirlos con materiales a prueba de roedores.

Una planta procesadora de alimentos requiere el mínimo posible de superficies donde puedan acumularse microorganismos patógenos y suciedades diversas, que posteriormente puedan dañar el producto.

Los pisos no deben ser lisos, si algo rugosos para que las personas que trabajen en la planta no resbalen. Todo el

personal de proceso debe utilizar zapatos, con superficie de goma antideslizante.

### **PASILLOS, RAMPAS Y ESCALERAS**

Los pasillos deben estar contruidos de cemento. El ancho de los pasillos será proporcional al número de personas que los transiten. Se ajustarán además a las necesidades de los trabajos que se realicen en la planta. El ancho mínimo recomendado para los pasillo principales, rampas y escaleras lo ideal es de 1.2 metros, mínimo 1.0 metro.

La finalidad de los pasillos es para tránsito y no para descanso o almacenamiento de materiales. En toda la fábrica debe ubicarse señales de circulación y avisos que disminuyan accidentes, axial como normas de seguridad e higiene industrial.

Las rampas y escaleras deben ser de igual manera contruidas de cemento. Si las rampas son de circulación peatonal, deben ser antideslizantes y con pasamanos.

Las escaleras no deben ser lisas. Las rampas para transporte de bagazo a la hornilla, es conveniente que sean lisas. Pueden ser de cemento o metálicas. Las escaleras deben reunir características tales que permitan transitar con comodidad, seguridad y fluidez.

### **PAREDES, VENTANAS Y PUERTAS**

Las paredes se construirán con material impermeable no poroso. Se deberá tener especial cuidado en seguir esta recomendación en las áreas de proceso, zonas de almacenamiento, laboratorios, etc. La altura mínima de las paredes en la zona de trabajo será de tres metros.

Los materiales a emplear pueden ser: bloques de arena cemento, ladrillo o de concreto chorreado. Paredes prefabricadas de concreto debidamente acabadas. Los azulejos irán hasta una altura mínima de 1.2 metros, desde el nivel del suelo o hasta la altura óptima para evitar deterioros.

Para pintar paredes se debe utilizar pinturas resistentes a la humedad, deben ser lavables e impermeables. Deberán ser capaces de resistir los ácidos y álcalis presentes en el ambiente y si es posible usar pinturas con sustancias germicidas e insecticidas. Los colores a emplear deberán siempre ser claros.

En la zona de procesamiento de jugos, moldeo de dulce, empaque y almacenamiento deberá evitarse las paredes de madera.

Los filos o uniones entre piso y pared, y entre pared y pared, deben ser redondeados, con un acabado tipo sanitario. El interés de esta recomendación, consiste en facilitar la limpieza y evitar la acumulación de suciedades.

Para facilitar la circulación de aire, en la zona principal de trabajo, se pueden construir ventanas, según la pared. Estas pueden ser de 15 centímetros de alto por 50 centímetros de ancho, mismas que deben contar con mallas, para evitar ingreso de animales.

Las ventanas se construirán de manera que eviten la acumulación de suciedades y removibles para dar la limpieza del caso.

En los sitios en donde las ventanas sean de vidrio, si éstas se llegan a romper, se debe limpiar el lugar de inmediato, recoger todos los fragmentos, y tomar todas las previsiones necesarias para desechar el producto que se haya contaminado.

Las puertas se construirán de materiales fuertes y duraderos. Deben ser resistentes a la humedad. Es importante que sean lisas, principalmente en la cara que da al interior de la planta.

Las puertas deben abrirse hacia dentro. El ancho mínimo ideal, es de 1.20 metros.

### **COCINA Y COMEDOR**

Toda agroindustria panelera, debe contar con un espacio para cocina y comedor. La preparación de alimentos sanos y nutritivos, motivan e incide en el bienestar y salud de los operarios. En la mayoría de paneleras la preparación de alimentos se realiza al aire libre y en muy mal estado. No se cuenta con comedores. Todo estos aspectos desmotivan al trabajador, lo que demuestran el escaso desarrollo de la actividad panelera, muy poca autoestima y escasa calidad humana del “empresario”, hacia el o los operarios.

### **INSTALACIONES SANITARIAS**

En toda planta procesadora de alimentos la higiene del personal es determinante para la seguridad de los alimentos. Una planta, sin las condiciones higiénicas adecuadas para el personal, es una planta, que tiene posibilidades de contaminación de sus productos y las consecuentes pérdidas.

Se deberá prever servicios sanitarios, duchas y lavamanos por separado para cada sexo. Deben tener ventilación directa hacia el exterior, para que existan ambientes agradables.

Los espacios destinados a los servicios sanitarios, tendrán pisos y paredes impermeables (uso de cerámica), con una altura mínima de 180 centímetros.

El personal deberá usar ropa para trabajo diferente a la que empleará al salir de la planta, al final de la jornada. Por ello es importantísimo proveer en la planta de vestidores con sus respectivas duchas. Además, incluir un casillero por cada operario o empleado, donde pueda guardar sus objetos personales, sería ideal.

Las ropas y objetos personales no se deberán depositar en los sitios de producción. Los vestidores y duchas no deberán tener acceso directo a la zona de producción. Para evitar

encharcamiento en baños y duchas, deberán existir buenos drenajes para prevenir que el agua corra por la planta.

En la zona de producción, se ubicarán instalaciones convenientemente situadas para lavarse las manos con agua y jabón y secarse con toallas. Se debe disponer adicionalmente de una instalación de desinfección de las manos, con jabón y agua. El medio para secarse las manos debe ser higiénico y apropiado. Si se emplean toallas estas deben ser de papel, y debe haber junto a cada lavado un número suficiente de dispositivos de distribución y receptáculos o basureros con sus tapas accionables con el pie. Es conveniente que los grifos no se accione con las manos.

La cantidad de dispositivos se determinará en función de la cantidad de personal. Las tuberías de descarga serán dirigidas al respectivo sistema de tratamiento de aguas residuales.

### **VESTIDORES Y DORMITORIOS**

Espacios para vestirse y dormir, es algo que no se espera en las paneleras de nuestro país. Las jornadas empiezan a la madrugada y terminan en la noche. 12 a 14 horas son normales en esta actividad. Los operarios se visten entre los matorrales o entre el cultivo de caña, entre los montones de bagazo o algún espacio que ellos crean íntimo. Los espacios para descansar o dormir después de agotadoras jornadas diarias, son sobre el bagazo dentro de la cubierta de la panelera, a expensas de serpientes, roedores, insectos, otros.

Por todo esto, es esencial contar con espacios para vestirse y dormir. El uso de literas y aseo diario asegurará un personal constante y fiel al empresario panelero.

### **OTROS SERVICIOS**

Este apartado se refiere a los servicios mínimos necesarios para que la planta pueda operar desde el punto de vista del

requerimiento sanitario, energía eléctrica, agua, ventilación, manejo de desechos sólidos y de desechos líquidos.

### ***Agua***

Deberá disponerse de suficiente abastecimiento de agua potable. El caudal estará determinado por el tamaño e intensidad de producción de la planta. La presión de trabajo deberá ser tal que el agua llegue a todos los puntos de interés de la planta, y además con el caudal necesario y suficiente. Las instalaciones para el almacenamiento de agua, deben ser construidas con materiales que no desprendan sabor, color, olores, ni impurezas de ningún tipo. Las tuberías deberán ser probadas, para asegurarse que no existan fugas. Debe identificarse por medio de colores la tubería de vapor, agua fría, caliente, gas, etc.

Antes que la planta entre en operación, se debe hacer un examen bacteriológico del agua que se empleará, y de acuerdo a los resultados obtenidos implementar el sistema de tratamiento.

Se debe establecer un plan para periódico para determinar la calidad del agua potable en la planta, para consumo y proceso (por lo menos una vez al año). Los análisis que deben realizarse son:

- Contenido de cloro.
- Análisis microbiológico.
- Dureza del agua.

### ***Desagües y tratamiento de aguas residuales***

Dado que la producción de dulce requiere, el uso de agua para el lavado de moldes para cada tarea, es muy importante disponer de desagües. Estos serán de un material que no se corroa por efecto del agua y ácidos presentes en el jugo de la caña.

Todos los residuos líquidos del proceso de fabricación irán a un sistema de tratamiento, convenientemente diseñado para el tamaño de planta en particular.

Las tuberías de evacuación deben ser de acabado interior liso, para evitar la acumulación de residuos y malos olores. Al pie de cada pila o lavado irá un cenicero o trampa para olores así como para evitar la entrada de plagas provenientes del sistema de evacuación. Lo mismo se aplicará a las cajas de salida o cajas de registro que van al exterior de la planta. Todo cenicero y caja llevarán sus respectivas tapas o rejillas. Si no se tapa, es probable que sea guarida de animales o serpientes.

Los pisos deberán tener una pendiente de un 2% hacia las coladeras de manera que las aguas de lavado y los derrames circulen rápida e eficientemente.

En todo punto de cambio de dirección de las tuberías, y en todo sitio donde haya un cambio de gradiente, se deberán colocar cajas de registro.

### ***Instalaciones eléctricas y telefónicas***

Con el fin de evitar accidentes, en este caso incendios por el bagazo seco, que es un material altamente combustible, se debe tener cuidado en las instalaciones eléctricas. La revisión periódica del sistema eléctrico evita accidentes y asegura un funcionamiento adecuado de la planta. Las instalaciones para este fin deben estar bien protegidas y con cajas de seguridad para cada área. Los toma corrientes e interruptores con sus diferentes brakes.

El servicio telefónico es importante en una planta panelera. El uso de celulares hoy en día facilita y sustituye a los teléfonos convencionales. La importancia del servicio permite dar solución a problemas en el proceso y aprovechar oportunidades de mercado.

### ***Basureros***

La planta debe contar con basureros plásticos y permanecer tapada dentro y fuera de la fábrica. Asimismo, se destinará un área exclusiva para la ubicación del basurero recolector. Toda la basura que se produzca en el interior de la planta se debe remover al menos una vez al día, al final de cada jornada de trabajo o al siguiente día antes de iniciar la nueva jornada.

## **16. CONTROL DE PLAGAS**

Una de las causas por las que se puede perder un proceso productivo y sus productos, son las diferentes plagas que pueden entrar a la planta. En toda agroindustria, por la perecibilidad de las materias primas que se manipula, es un foco de contaminación y de asecho de plagas.

Hay que considerar planes de control de plagas en toda la empresa, para evitar pérdidas y deterioro del producto, para finalmente asegurar calidad del producto obtenido.

Todas las áreas de la planta se mantendrán libres de insectos, (lo ideal), roedores, pájaros, avispas y abejas y/o otros animales. El edificio debe tener protección para evitar la entrada de plagas. Estos pueden ser mallas, trampas, corriente eléctrica o cualquier otro medio. Los gatitos, son importantes para evitar la presencia de roedores. Cada establecimiento deberá tener su propio sistema y plan para el control de plagas.

Las medidas tomadas, deben aplicarse bajo la supervisión directa de personal capacitado y que conozca del tema y el riesgo para la salud humana, ambiental y del producto.

Los plaguicidas solo se emplearán, si otros métodos no funcionan. Antes de aplicar un plaguicida se debe tener sumo cuidado de proteger los productos, equipo y utensilios contra la contaminación. Después de aplicar el plaguicida, se limpiará cuidadosa e intensamente el equipo y los utensilios contaminados o no, con el objeto de eliminar cualquier residuo que haya quedado.

Si se emplea plaguicidas para el control de plagas, deberá existir un sitio en la planta donde puedan ser guardados. No será en ningún caso las bodegas para empaques, y otros

insumos que tendrán contacto con la materia prima, los alimentos, el equipo y/o los utensilios.

Por ningún motivo se debe permitir la entrada a la fábrica de dulce, de animales domésticos, principalmente a las áreas de elaboración, almacenes de materia prima, empaque y producto terminado.

Una de las puertas de entrada de plagas (roedores y cucarachas, avispas, etc.), es la inadecuada limpieza exterior. Otra forma de entrada para cucarachas especialmente, son los empaques adquiridos en otras empresas.

La materia prima (caña) y plantas clarificadoras son otro foco de contaminación de la fábrica. A través de puertas y ventanas desprotegidas, puede entrar cualquier tipo de plagas. En las paneleras, el problema mayor lo constituyen los insectos, especialmente las abejas cuando está en producción, cucarachas en las bagaceras y roedores en almacenes.

Los roedores y cucarachas son plagas que infestan y dañan el producto procesado. Las avispas, abejas y moscas molestan y entran al producto, afectando la calidad. Se debe planificar controles de insectos y roedores para evitar pérdidas.

### **CONTROL DE INSECTOS**

La manera más efectiva de evitar la infestación, es la prevención. Algunos de los factores que propician la proliferación de insectos, son: residuos de alimentos, agua estancada, materiales y basura amontonados en rincones y pisos; armarios y equipos contra la pared, acumulación de polvo y suciedad.

Insectos voladores: en nuestro caso de interés, el método más sencillo es el uso de mallas, además del cerramiento general donde se requiere. El sistema de mallas debe ser construido de tal forma que el mantenimiento y renovación del mismo sea fácil y rápido.

Insectos rastreros, pueden ser controlado de diferentes formas. Generalmente para su control el uso de insecticidas y cebos es muy bueno.

### **CONTROL DE ROEDORES**

Para el control de roedores (ratas y ratones), es necesario establecer un programa el cual incluirá.

- Limpieza de todas las áreas dentro y fuera de la planta. Así se evitarán nidos y su consecuente proliferación.
- Medidas para evitar la entrada a la planta
- Revisiones frecuentes para detectar su presencia
- Colocar trampas, carnadas o cebos con veneno para su control y/o eliminación
- Si no da resultado, realizar en control utilizando los famosos gatos.

En las áreas internas de almacenamiento de insumos, material de empaque y zonas de proceso, se puede utilizar trampas mecánicas o aparatos que se revisarán frecuentemente.

Es indispensable asegurarse que si se utilizan los gatos para el control de roedores, evitar la presencia de ellos en la fábrica durante el proceso o que estén en contacto con el producto.

## ***17. PROGRAMA DE HIGIENE***

### **HIGIENE DEL PERSONAL**

La higiene debe convertirse en un hábito para bienestar del personal, evitar posibles sanciones y compromisos laborales y de salud de la empresa y asegurar la calidad e higiene del producto final. Hoy se puede ver que la mayoría de personas que trabajan en paneleras, no evidencian higiene alguna. Lamentablemente, el producto que producen en estas paneleras, no cumple con requisitos mínimos de consumo, como tampoco el trabajador, no tiene ningún compromiso laboral con el dueño.

### **HIGIENE DE UNIFORMES**

Los uniformes deberán lavarse diariamente, con agua y jabón, preferiblemente por una persona responsable que se encargue de esta tarea. Los uniformes y protectores para el personal deben revisarse y reponerse al verificar que se han deteriorado. Guantes, gorras (cofias), mascarillas para el personal que manipula el proceso y producto final debe ser exigido, por el responsable de producción.

### **HIGIENE DE LA PLANTA**

Después de terminar de procesar, se deben lavar bien todos los utensilios, equipo y el piso del lugar de proceso; y todo lo que se haya ensuciado durante el trabajo. Al día siguiente antes de empezar a trabajar se debe dar una enjuagada general, para esto es necesario contar con manguera y buena presión de agua.

Las paredes, el techo y las ventanas deben mantenerse siempre limpias. Se recomienda que una vez por mes se haga un lavado de esta parte, con detergentes o desinfectantes y agua abundante. Los servicios sanitarios y lavatorios deben lavarse con agua y desinfectantes todos los días. Además deberán desinfectarse después del lavado.

### **Desinfección**

Después de este lavado se procede a hacer una desinfección total del lugar con soluciones desinfectantes, como puede ser el cloro diluido. En el siguiente cuadro, se muestra la información básica para preparar estas soluciones desinfectantes. Con la consideración que para las agroindustrias paneleras, éstas prácticas deben realizarse con un programa de limpieza periódico.

La presente información se basa en las concentraciones de cloro libre utilizadas para desinfección. También se puede utilizar el hipoclorito de sodio (NaClO) como desinfectante.

<b>Aplicación</b>	<b>Concentración de cloro ppm</b>	<b>Periodicidad</b>	<b>Observaciones</b>
Lavado de utensilios	10 - 20	Todos los días	Enjuague posterior
Desinfección de equipos	50	Todos los días	Enjuague posterior
Desinfección de servicios sanitarios	100	Todos los días	Eliminación previa de suciedad
Desinfección de suelos, paredes, pisos	100	Dos veces por semana.	Eliminación previa de suciedad

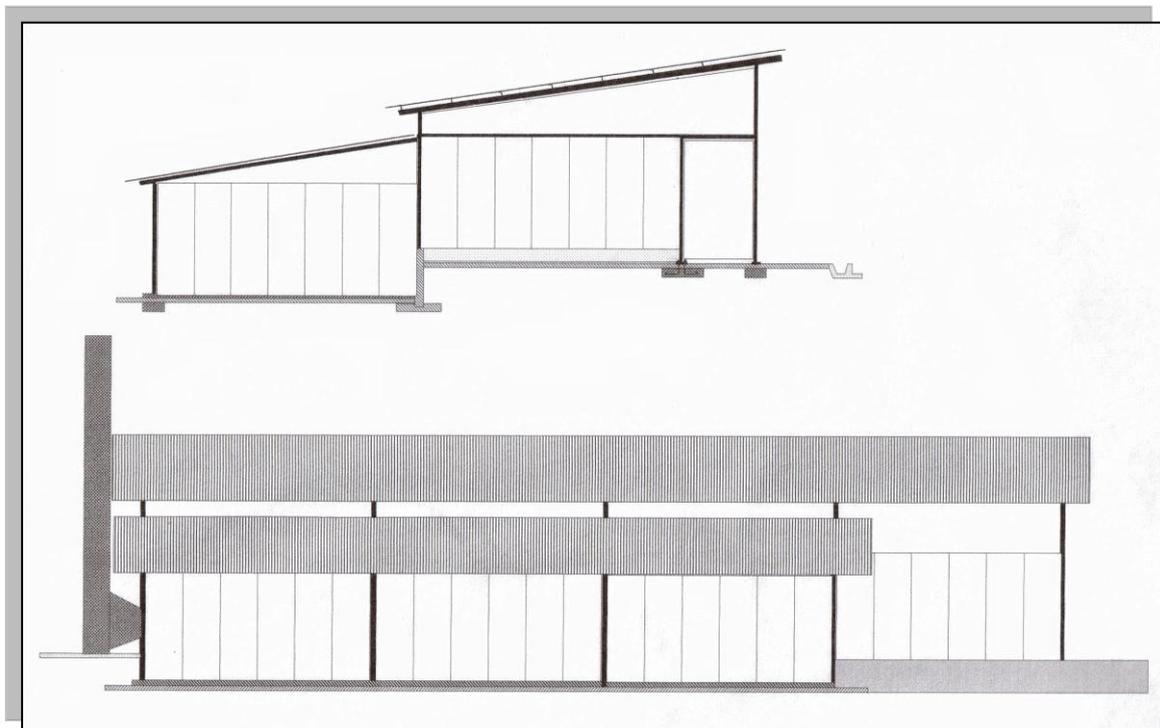
Sin embargo, Madrid, V, y Madrid, C. (2001), proponen otras sustancias que pueden utilizarse en la limpieza de fábricas de alimentos (p.570).

<b>Combinación</b>	<b>Concentración %</b>	<b>Uso</b>
Sosa	1.5	Usos generales No para Cu y Al
Humectante	0.25	
EDTA(Etilen tetra acético)	0.1	
Sosa	1.3	Usos generales
SiO <sub>3</sub> Na <sub>2</sub>	0.5	
EDTA	0.1	
Sosa	ca 1	Acero inoxidable
Sosa	3	Envases
Glutanato sódico	0.2	
Sosa	1.5	Componentes de

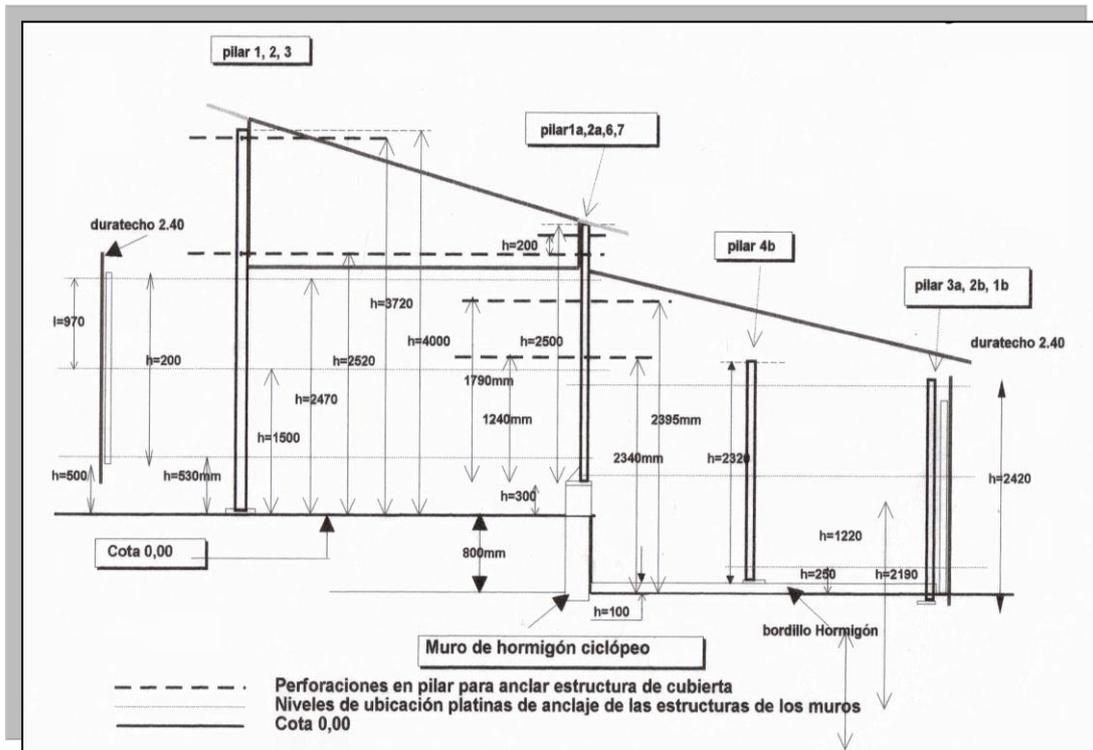
SiO <sub>3</sub> Na <sub>2</sub>	0.5	cobre
Humectante	0.25	
EDTA	0.5	
SiO <sub>3</sub> Na <sub>2</sub>	0.5	Componentes de Aluminio
CO <sub>3</sub> Na <sub>2</sub>	0.5	
Humectante	0.25	
EDTA	0.5	
SiO <sub>3</sub> Na <sub>2</sub>	77% (composición)	Usos Generales
PO <sub>4</sub> Na <sub>3</sub>	15% (composición)	
Trifosfato sódico	5% (Composicion)	
Preparado de amonio	3% (composición)	

Dentro de los humectantes se puede utilizar los alcoholes sulfatados y sulfonatos. Las bases de amonio cuaternarios son muy utilizados como humectantes (Ibid. p.571). El uso de ácido nítrico de 0.8 a 5% no es corrosivo en acero inoxidable, y que se lo puede utilizar para limpieza.

## 18. DISEÑO DE UNA AGROINDUSTRIA PANELERA



# DETALLE GENERAL DE ALTURAS DE DISEÑO Y MONTAJE



## ***PREGUNTAS Y EJERCICIOS DE REPASO***

Los hidratos de carbono son estructurales y no estructurales (si) o (no)

Los hidratos de carbono son monosacáridos, disacáridos y polisacáridos (si) o (no)

Indique mediante un diagrama, el proceso de obtención de miel hidrolizada, panela y azúcar

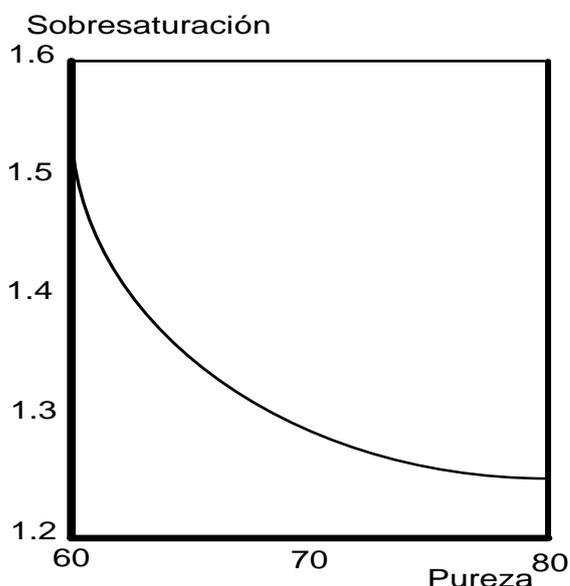
Defina a los grado brix, y como se determina.

Defina: solución, solubilidad y coeficiente de solubilidad

Defina qué es azúcar invertido, hidrólisis y pH

Escriba el proceso de inversión de la sacarosa

En el diagrama siguiente, escriba el nombre de la (s) zona (s) donde se produce azúcar y panela en paneleras



¿Qué es Agroindustria panelera?

¿Que es panela, miel y azúcar natural?

¿Qué es zona lábil?

¿Qué son los hidratos de carbono?

¿Cuáles son las propiedades de las soluciones?

¿Cuáles son los principales azúcares de la caña y escriba su fórmula?

¿La empresa panelera es una agroindustria o una industria?

¿Qué es miel hidrolizada?

¿Cuáles son los principales componentes de la caña?

¿Cómo se determina el índice de madurez de la caña?

¿Cuáles son las áreas de una agroindustria panelera?

¿Cuál es el método de obtención de azúcar?

¿Qué es calidad e indique los requisitos mínimos que debe cumplir la panela, azúcar y miel?

¿Qué es azúcar invertido?

¿Qué es proceso y que paquete tecnológico?

¿Qué es saturación y qué es sobresaturación?

¿Qué entiende por clarificar jugos?

1. Determine la composición porcentual de los tres principales azúcares de la caña

2. Determine la composición porcentual de la cal viva (CaO).

Respuesta:

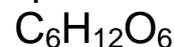
71.43 % Ca

28.57 % O

3. Un ácido tiene 32.63 % de P, 65.32% O y 3.06 H. Su masa molar es 98 g/mol. Calcule la fórmula y diga cómo se llama el compuesto.

4. La masa molar de un azúcar es 180g/mol y está compuesto por 40 % de carbono, 6.66 % de hidrógeno y el resto es oxígeno. Encuentre la fórmula.

Respuesta:



5. Un compuesto orgánico tiene 42.11 % C, 6,43 % H y 51.46 % de oxígeno. Su masa molar es 342 g/mol. Hallar la fórmula empírica y molar
6. Escriba la fórmula del ácido cítrico, si tiene 3 grupos ácido y un grupo alcoholico. El compuesto contiene 37,5 % de C, 4, 17 % de H y 58, 33 % = O. Su masa molar es 192 g/mol. Escriba la fórmula desarrollada del mismo.
7. Escriba la fórmula del ácido ascórbico o vitamina C, tiene 3 grupos ácido. El compuesto contiene 40,9 % de C, 4, 55 % de H y 54, 55 % = O. Su masa molar es 176 g/mol. Escriba la fórmula desarrollada del mismo.
8. Una muestra de 0.18 g de un compuesto orgánico, que contenía únicamente C, H y O, se quemó y dio como resultado 0.2640 g de CO<sub>2</sub> y 0.1081g de H<sub>2</sub>O. La masa molar del compuesto es de 180 g/mol. Hallar la fórmula empírica y molecular del compuesto.
9. Un compuesto orgánico muy utilizado en la preparación de jarabes y de peso molecular 180 g/mol, tiene la siguiente composición centesimal: C = 40 %, H = 6,67 % y O = 53,33 %. Hallar la formula mínima o empírica y la fórmula molecular del hidrato de carbono. De qué compuesto se puede tratar.
10. El etanol, es un antiséptico utilizado para la desinfección de heridas y especialmente en la elaboración de bebidas alcohólicas. Hallar la masa molar del compuesto, si tiene una masa molar de 46 g/mol y está compuesto de

carbono, hidrógeno y oxígeno. La composición centesimal es: C = 52.17 %, H = 13.04 %.

11. El metanol, está compuesto por C = 37.5 %, H = 12.5 % y O = 50%. Hallar su fórmula molar, si su masa molar es 32 g/mol.
12. Del análisis elemental cuantitativo, de 0.2g de una sustancia orgánica se obtienen 0.2934g de CO<sub>2</sub> y 0.12g de H<sub>2</sub>O, cuando dicha muestra se quema completamente. Utilizando esta información determine la fórmula empírica y molecular del compuesto, si el peso molecular es 180g/mol (indique de que compuesto se trata).
13. Realice un diagrama de proceso de bloques, flujograma e ingenieril para la elaboración de miel – panela y azúcar.
14. Determinar el porcentaje de extracción en peso y el porcentaje de bagazo de un trapiche panelero, al moler 60 kilos de caña y se obtiene 35 kilos de jugo.

R= 58,33 %

R= 41, 67%

15.

16.

Con los datos siguientes: peso de caña 60 kilos y fibra de la caña 12 %. Hallar los kilos de fibra y de jugo en la caña.

R= 7,2 Kg.

R= 52,8 Kg.

Determinar el porcentaje y los kilos de bagazo en una panelera que muele 5 toneladas de caña por hora, con un porcentaje de fibra de la caña del 12 % y del 50 % fibra en el bagazo.

R= 24 %, 1200 kg.

Calcular el porcentaje de extracción del jugo obtenido en una panelera, si se trabaja con 60 TM de caña con una fibra del 12% y el porcentaje de extracción en peso es del 58,33%.

R= 66,28 %

Una fábrica panelera trabaja con 1000 kilos de jugo claro de 23 grados brix. ¿Calcular la cantidad de producto a obtener si desea concentrar hasta 77 grados brix? ¿Indique que producto se obtiene?

R= 298,7 kilos.

Determinar la cantidad de panela producida en una fábrica si trabaja con 2000 kilos de caña / hora a 60 % de extracción. El jugo de la caña tiene 24 grados brix y se quiere concentrar hasta 90 grados brix. La cantidad de cachaza obtenida es del 3,5 % respecto al peso de la caña.

R= 301,4

Con los mismos resultados del ejemplo anterior determinar la cantidad de panela si el porcentaje de cachaza es del 3 %, respecto al peso de jugo.

R= 155,2

Una fábrica trabaja con 600 kilos de caña por hora con el 12 % de fibra y obtiene un porcentaje de extracción en peso del 60 %. ¿Hallar?

La cantidad de jugo obtenido en peso

La cantidad de bagazo en porcentaje

El peso del bagazo, si la fibra del bagazo es del 30 %.

Los kilos de fibra en la caña

Los kilos de jugo en la caña.

Respuestas:

a = 360 kilos de jugo

b = 40 % de bagazo

c = 240 kilos de bagazo

d = 72 kilos fibra de caña

e = 528 kilos de jugo en la caña

Con los datos del ejemplo anterior determinar los kilos y porcentajes de jugo y de fibra que existen en el bagazo (Interprete los resultados)

168 kilos de jugo = 70 %

72 kilos de fibra = 30 %

A partir de la cachaza de 21 grados brix, que se produce en las paneleras del Ecuador de la Provincia de Imbabura, se desea obtener alcohol. ¿Qué cantidad de agua y de cachaza se deben mezclar para obtener 15 litros de solución de 19 grados brix?

Cantidad de cachaza a poner = X

Concentración de la cachaza = 21 °Brix

Cantidad de agua a incorporar = Y

Concentración del agua = 0°B

Cantidad de producto a preparar = 15 kg

Concentración del producto a preparar = 19

Constante hallada para subproductos o mieles finales de la caña = 0.02

$$X + Y = 15 \quad x = 15 - y$$

$$X(21) + Y(0) = (X+Y)(19)$$

$$21X = 15(19)$$

$$X = 285/21$$

X = 13.57 Kg de cachaza

Factor de corrección en la cachaza (fcc)

$$F_{cm} = 1 - 0.002 (°B)$$

$$F_{cm} = 0.96$$

Factor de corrección de la masa de la cachaza (Fcmc)

$$X_t = X (F_{cm})$$

$$X_t = 13.57 (0.96)$$

$$X_t = 13 \text{ Kilos de cachaza}$$

$$Y = 2 \text{ litros de agua}$$

## **BIBLIOGRAFÍA**

AYMERICH, S; MURILLO, O. (1998). Guía de instalación de plantas procesadoras de dulce de caña de azúcar. Instalaciones Físicas, requisitos sanitarios y buenas prácticas de manufactura. Desarrollo de productos. Desarrollo de programas. Dirección de Mercadeo y Agroindustria. San José – Costa Rica

ARBOLEDA, F. (1992). MICIP – CENAPIA. Guía técnica para mejorar la producción de panela en el Ecuador. Programa de Innovación tecnológica panelero. Folleto. Quito Ecuador.

AUSTIN, J. (1987). Análisis de proyectos agroindustriales. Publicado por el Banco Mundial. Editorial TECNOS. Madrid.

BEDOLLA, S., DUEÑAS, C., ESQUIBEL, I., FAVELA, T., GUERRERO, R., MENDOZA, E., NAVARRETE, A., OLGUÍN, L., ORTIZ, J., PACHECO, O., QUIROZ, M., RAMIREZ, A. TRUJILLO, M. (2003). Introducción a la tecnología de alimentos. Academia del área de plantas piloto de alimentos. 2da. Edición. LIMUSA. Noriega editores. México.

BRAVERMAN. (1993). Introducción a la Bioquímica de los Alimentos. Edición Manual Moderno. México.

-----CIMPA (1991). Manual para la selección, Montaje y Operación de los equipos de molienda para la producción de panela. Barbosa. Colombia.

DE BIASIOLI, DE WEITZ Y DE CHANDÍAS (1996). Química General e Inorgánica. Serie Arquetipo. KAPELUZ. Buenos Aires.

DIAZ DE SANTOS (1994). Las tres armas estratégicas de la pequeña empresa. Ediciones DIAZ DE SANTOS. SA. Madrid.

DICCIONARIO (1993). Gran Diccionario Enciclopédico Visual. Programa educativo Visual EDIDAC. Colombia.

GUERRERO, J. (2006) EXPERIENCIAS DE MANEJO AGROTECNICO EN UN CENTRAL PANELERO CIMPA. Colombia. [Documento en línea]. Disponible: [www/experiencias](http://www/experiencias). (Consulta: junio, 2007).

GUTIÉRREZ, H. (1997). Calidad Total y Productividad. McGrawHill. México

HUGOT, E. (1984). Manual para ingenieros azucareros. Ediciones CECSA. México

-----IFAIN – CUFAIN (1993). Curso Internacional de Posgrado para el Fomento agroindustrial. Componente de Aspectos Tecnológicos Agroindustriales. Quito. Ecuador.

-----IICA (1999). Las Agroindustrias Rurales y la Competitividad del Sector. Separata Técnica: La agroindustria y la microempresa rural en el Ecuador. Boletín informativo de Año 8. N° 29. Enero – marzo. Quito.

MADRID, V., MADRID, C. (2001). Nuevo Manual de Industrias Alimentarias. AMV EDICIONES. MUNDI-PRENSA. Madrid.

Microsoft ® Encarta ® 2006. © 1993-2005 Microsoft Corporation.

MOYA, G. (2000). Manual para la producción de panela. CFN. Quito. Ecuador.

MØLLER JØRGENSEN, P. Y C. ULLOA. (1999). Plantas Of. Ecuador. Susana León – Yáñez Editores USA.

MOORE. STANITSKI, WOOD Y KOTZ (2000). El Mundo de la Química. Conceptos y Aplicaciones. Segunda edición. Pearson Educación. México.

PIJAL, D. (1999). Selección de variedades y análisis del comportamiento de cañas quemadas en el sector de afluencia al ingenio azucarero, IANCEM. Tesis de grado. UTN.

QUEZADA, W. (2000). Separatas de industria panelera y azucarera para quinto año. Universidad Técnica del Norte. Escuela de Ingeniería Agroindustrial. Ibarra.

QUEZADA, W. (2005). Obtención de miel hidrolizada por inversión ácida. Investigación. UTN. Ibarra.

QUEZADA, W. (2007). Determinación de parámetros óptimos para la producción y aromatización de miel hidrolizada, panela soluble y azúcar. Proyecto financiado por el Consejo Nacional de Educación Superior “CONESUP” y la Universidad Técnica del Norte a través del Centro Universitario de Investigación Científico y Tecnológica “CUICYT”. Ibarra.

VILLEE, C. (1968). Biología. Quinta edición. Editorial Interamericana. México.

**REFERENCIAS DE WEB (Buscar con el prefijo <http://www>)**

[Documento en línea]. Disponible: [http://webservmida.mida.gob.pa/MIDA/pdfsleyes/2001\\_ley\\_00069.pdf](http://webservmida.mida.gob.pa/MIDA/pdfsleyes/2001_ley_00069.pdf). DECRETO DE LA ASAMBLEA LEGISLATIVA DE PANAMÁ. LEY No. 69, de 26 de diciembre de 2001. Que regula la actividad panelera o de la raspadura. [Consulta: mayo, 2007].

[Documento en línea]. Disponible: [http://www.condesan.org/eforos/agroindustria\\_rural/air2david.htm](http://www.condesan.org/eforos/agroindustria_rural/air2david.htm) [Consulta: junio, 2007].

[Documento en línea]. Disponible: Anboisse de Francia, citado por (<http://www.quassab.com/Es/LaPanela/Default.asp>). La panela: un producto vital. [Consulta: junio, 2007].

[Documento en línea]. Disponible: ([http://www.incap.org.gt/lab\\_Analisis\\_sensorial.htm](http://www.incap.org.gt/lab_Analisis_sensorial.htm)). Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá. INAP/OPS. [Consulta: abril, 2007].

[Documento en línea]. Disponible: <http://www.moyobamba.net/chancaca/>. Chancaca: Elaboración de un dulce o azúcar natural [Consulta: marzo, 2007].

[Documento en línea]. Disponible: <http://www.venaventours.com/merida/trapiche/trapiche.asp>.

San Juan de lagunillas. Zona sur del Estado Mérida.  
[Consulta: febrero, 2007].

[Documento en línea]. Disponible: [www/Presntación](http://www/Presntación)  
DEFOPRO. GTZ. Conferencia en Lima, Agosto 2005.  
[Consulta: mayo, 2007].

# GUIA TECNICA DE **AGROINDUSTRIA PANELERA**

*La presente obra: "Guía Didáctica de Agroindustria Panelera", recoge experiencias y vivencias de la realidad en que operan las paneleras del Ecuador.*

*Esta guía, resulta una herramienta práctica, para propiciar procesos de cambio en las agroindustrias paneleras que apunten a organizaciones modernas y competitivas.*

*Sus contenidos han sido diseñados para su fácil comprensión especialmente de quienes estén relacionados en la transformación de la caña en miel hidrolizada, panela y azúcar natural.*

*W. Quezada*

ISBN 978-9942-01-328-6



9 789942 013286