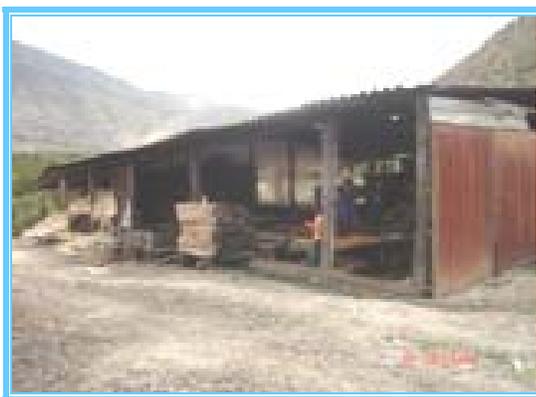


CAPITULO III: METODOLOGÍA

3.1 DESARROLLO DEL ESTUDIO

3.1.1 Lugar de ubicación

El presente estudio se llevó a cabo en el laboratorio de Industria Azucarera de la Universidad Técnica del Norte de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales y panelera del Sr. Leonardo Díaz ubicada en el sector el Ramal de la zona de Ambuquí. La toma de muestras se realizó en las principales zonas productoras de panela en la Provincia de Imbabura en los cantones: Ibarra (Salinas, Ambuquí), Urcuquí (Santiago El Rey, Tumbabiro y Pablo Arenas), cantón Cotacachi (Intag, García Moreno, Apuela, El Cristal) y Antonio Ante (Atuntaqui).



Fotografía 22: Panelera de Ambuquí zona “El Ramal”.2006.

Los análisis de los productos paneleros fueron realizados en los laboratorios de la Universidad Técnica Particular de Loja e Ingenio Azucarero del Norte Compañía de Economía Mixta (IANCEM).

3.1.2 Fases del estudio

Para el establecimiento de requisitos mínimos de calidad para panela, azúcar y miel hidrolizada en la Provincia de Imbabura, el estudio se realizó en cinco fases:

- Primera Fase: Muestreo de Productos: panela y azúcar producidos en trapiches de la Provincia de Imbabura.
- Segunda Fase: Obtención de productos
- Tercera Fase: Análisis de calidad Tecnológica y Estética de productos paneleros producidos en la Provincia de Imbabura y los productos elaborados en el laboratorio de Industria Azucarera.
- Cuarta fase: Establecimiento de requisitos mínimos de calidad.
- Quinta fase: Diseño de tabla colorimétrica.

3.1.2.1 PRIMERA FASE: Recolección de muestras de las paneleras en la Provincia de Imbabura

Antes de proceder a la recolección de muestras se estableció la ubicación exacta del lugar de las distintas paneleras; paralelo a esto se estableció una encuesta (ver anexo 1) con la finalidad de obtener información de primera mano sobre productos que elaboran, uso de sustancias químicas utilizadas para clarificación de jugos en la elaboración de edulcorantes (panela y azúcar especialmente) y características que prefiere el mercado consumidor. Cabe señalar que se consideró paneleras ubicadas en los diferentes cantones como: Ibarra, Urcuquí, Cotacachi y Antonio Ante, el cantón Pimampiro no fue objeto del diagnóstico puesto que durante el desarrollo del estudio no se encontraron unidades de producción en operación, ya que existía escasez de caña apta para el proceso.

Con la encuesta se elaboró un resumen de la misma que se indica en el cuadro 13 del capítulo de resultados y discusiones de la primera fase.

Durante las visitas se procedió a la toma de cinco unidades de los productos que elaboran en cada trapiche. Esto se realizó mediante muestreo probabilístico aleatorio al azar o simple, es decir aquellas en las cuales todos los miembros del universo tienen la misma probabilidad de ser parte de la muestra (ver anexo 2). Las muestras fueron empacadas en doble funda de plástico transparente y

debidamente codificadas. Para cada unidad recolectada se elaboraron fichas que contienen información esencial sobre cada una de las muestras (ver anexo 3).



Fotografías 23: Muestras de panela con químico de los trapiches en la Provincia de Imbabura.2006.

3.1.2.2 SEGUNDA FASE: Obtención de productos

El desarrollo de ésta fase se llevó a cabo en la panelera del Sr. Leonardo Díaz ubicada en la zona El Ramal en el sector de Ambuquí, aquí se elaboró panela, azúcar y miel hidrolizada con clarificante químico y natural. En el laboratorio de Industria Azucarera se elaboró azúcar y miel hidrolizada naturales. Es necesario señalar que la producción en la panelera se sujetó a las condiciones de proceso del productor mientras que en el laboratorio se siguió parámetros de proceso establecidos por el proyecto “Determinación de parámetros óptimos para la producción y aromatización de miel hidrolizada, panela soluble y azúcar”, así como asepsia y envasado con la finalidad de obtener productos de calidad.

a.- Preparación de solución clarificadora de yausabara y análisis de turbidez

Para la realización de esta fase primeramente se determinó mediante pruebas de clarificación las mejores condiciones de temperatura y dosis de clarificante natural que permitían obtener un jugo más limpio. Se realizó preparando una solución de yausabara (*pavonia sepium*) con los tallos triturados y macerados en agua, en un proporción de 1Kg. de tallos por cada 4 l. de agua a temperatura ambiente. Esta solución se adicionó a diferentes temperaturas de jugo (27, 50, 60, 70, 80,90 y 93) °C en cantidades de 0.5 l., 1l. y 1.5 l. por cada 20 l. de jugo.



Fotografías 24: Pruebas de clarificación en jugo de caña.UTN. FICAYA.2006

Tomadas dichas temperaturas se procedió a adicionar la solución de clarificante y luego se dejó en reposo con la finalidad de separar la cachaza del jugo, para finalmente determinar el grado de clarificación, alcanzado mediante un turbidímetro digital marca HANNA con un rango de 0.00 a 1000 FTU.

La medición de turbidez se realizó con tres repeticiones con la finalidad de determinar con más exactitud la temperatura y dosis de solución de yausabara, luego se procedió a calcular un valor medio de las mediciones. Para ello se utilizó materia prima fresca (caña) y yausabara ya que en el ensayo también se comprobó con jugo almacenado durante 24 horas, al cabo de las cuales no se obtuvo buenos resultados, por lo que las mediciones realizadas corresponden a caña fresca.



Fotografías 25: Medición de turbidez de jugo de caña Clarificado. UTN. FICAYA. 2006.

Para esto se utilizó los siguientes materiales: termómetro, quemador industrial, olla, probeta y otros materiales. Los resultados de medición de turbidez se indican en el cuadro 14, capítulo de resultados y discusiones segunda fase.

b.- Obtención de: panela, azúcar y miel hidrolizada

Para la producción de los tres productos se utilizó materia prima (caña) de la variedad campus brasil de los sectores de Imbaya y Ambuquí la cual fue

procesada inmediatamente para evitar deshidratación, contaminación y fermentación.

Para la obtención del jugo se empleó un molino de tres masas mediante el paso de la caña entre éstas, previo un lavado de la materia prima. El jugo obtenido tuvo un pH promedio de 5.3 y de 19 a 22° Brix de acuerdo al grado de madurez de la caña.



Fotografías 26: Extracción de jugo de caña en laboratorio. UTN. FICAYA. 2006.

Posteriormente el jugo obtenido fue sometido a un filtrado a través de lienzos con la finalidad de realizar una limpieza física y eliminar impurezas. Todo esto se llevó a cabo en el laboratorio de Industria Azucarera, mientras que en la panelera, el jugo pasó a través de un prelimpiador de acero inoxidable de 45° que retiene por decantación (sedimentación) las partículas pesadas (tierra, lodo, arena) y por flotación las partículas livianas (bagacillo, hojas, insectos, etc.). La prelimpieza disminuye el uso de clarificantes, facilita la clarificación, evita la formación de costras en las pailas y permite obtener panelas de mejor calidad.



Fotografías 27: Producción de panela, azúcar y miel hidrolizada en Ambuquí. 2006.

Luego el jugo fue sometido a calentamiento utilizando para este caso una cocina industrial y una paila de acero inoxidable en el laboratorio y pailas de latón en la panelera. En este proceso se incorporó la solución de yausabara (1.5 litros de solución por cada 20 litros de jugo, incorporada a 90 °C), para eliminar los no azúcares presentes en el jugo: gomas, ceras, grasas, pigmentos con la ayuda de una ligera agitación, esto se realizó en el laboratorio de Industria Azucarera. Para el caso de la panelera la clarificación consistió en adicionar clarificante químico (sulfo clarol, profol y bicarbonato) y clarificante natural (solución de yausabara y cáscara de balsa en dosis no definida) adicionados a una temperatura de 80°C.

La solución clarificante natural actúa en caliente atrapando en coágulos a todos los no azúcares y por efecto de densidades los lleva a la superficie, formando una capa de cachaza negra, la cual fue retirada antes del punto de ebullición del jugo.

Luego de retirar la cachaza negra se formó la cachaza blanca llamada en nuestro medio “otavalillo”, la cual es menos densa y se retiró durante la ebullición.

Panela

Para la elaboración de panela se siguió el mismo proceso hasta el descachazado. Luego se concentró el jugo a fuego directo y en paila abierta hasta alcanzar 88 °Brix, lo que corresponde a 118-120 °C aproximadamente, con lo cual se obtiene un producto con humedad de 7%.



Fotografía 28: Concentración de jugo de caña. Ambuquí. 2006.

En la panelera se adicionó un agente antiespumante (manteca) para evitar el derramamiento del jugo por la formación de espuma y a la vez pérdidas en el rendimiento. Cuando la miel obtuvo el punto adecuado, se pasó a la tina de batido, donde se procedió a darle un batido fuerte con una paleta de madera con el fin de blanquear, disminuir la humedad, enfriarla, evitar que se quemé y darle color.

Posteriormente se realizó el moldeo, previo humedecer los moldes con agua con la finalidad de evitar que se adhiriera la masa. Se emplearon moldes de madera, en los cuales se dió diferentes formas desde rectangulares y panelines. La panela permaneció en los moldes aproximadamente 10 min. para que adquiriera una consistencia dura y se facilite el desmoldado.



Fotografías 29: Panelines y panela en bloque naturales. UTN. FICAYA.2006.

Cuando la panela estuvo a temperatura ambiente fue empacada y sellada en fundas plásticas transparentes de polietileno y luego en cajas de cartón con la finalidad de protegerla de cualquier fuente de contaminación o deterioro por humedad. El almacenamiento se realizó a temperatura promedio de 25°C.



Fotografías 30: Empacado, codificado y almacenamiento de panela natural. UTN. FICAYA. 2006

Para la elaboración de panela natural se controlaron diferentes parámetros que se detallan en el cuadro 15 del capítulo de resultados y discusiones de la segunda fase.

Azúcar

El proceso para obtener azúcar natural es el mismo que para panela y miel hidrolizada hasta el descachazado, luego se realiza la concentración del jugo en paila abierta (formación de cristales a presión atmosférica) hasta 94° Brix, que corresponde a 125-126 °C aproximadamente, con lo cual se obtiene un producto con humedad alrededor de 2%.

Enseguida pasa al proceso de batido donde se apreció el característico hinchamiento de la masa y un posterior deshinchamiento de la misma por la eliminación de agua al mismo tiempo que reproduce la formación del grano.

Después del deshinchamiento de la masa se procedió a batir enérgicamente con la pala de madera por 15 segundos con la finalidad de blanquear y cristalizar los azúcares. Posteriormente se dejó reposar la masa y se extendió para separar el grano.



Fotografías 31: Hinchamiento y deshinchamiento de la masa. Ambuquí. 2006

Con la finalidad de separar los granos de diferente granulometría (medianos y gruesos) se utilizó tamices metálicos de diferentes diámetros. En el proceso también se formaron los conglomerados o terrones, que es una azúcar más gruesa de baja calidad y para aprovecharla fue desintegrada haciéndola pasar por un molino y luego tamizándola. Luego el producto se secó al sol para evitar su compactación. Por último se realizó el empaclado en fundas plásticas y su posterior codificado.





Fotografías 32: Granulado, tamizado y producto final (azúcar natural).UTN. FICAYA. 2006.

Los diferentes parámetros de producción que se emplearon para la elaboración de azúcar con clarificantes químicos y naturales. Se indican en el cuadro 16 del capítulo de resultados y discusiones de la segunda fase.

Miel hidrolizada

Luego del proceso de descachazado para la obtención de miel hidrolizada se realizó la inversión de la sacarosa adicionando ácido cítrico hasta alcanzar un pH de 4 a una temperatura de 95°C que evitará la cristalización del producto final en función del tiempo. Luego se concentró hasta (76-77-78)°Brix que corresponde a una temperatura de 107 °C aproximadamente, logrando una humedad entre 20-22%. Las operaciones se realizan a fuego directo y en forma abierta.



Fotografías 33: Equipos y aditivos utilizados durante el proceso de obtención de miel hidrolizada. UTN. FICAYA. 2006.

Se procedió a envasar en frascos de cristal de 250g. y tapar para luego de unos minutos proceder al sellado definitivo que conservará al producto. El almacenamiento se lo realizó a temperatura ambiente.

En vista de que en la Provincia de Imbabura no existe producción de miel hidrolizada se elaboró mieles con diferentes parámetros de producción con la finalidad de obtener productos de variadas características sensoriales (color, brillo, aroma y sabor).



Fotografía 34: Presentación de miel hidrolizada. UNT. FICAYA. 2006.

Los diferentes parámetros de producción para la elaboración de miel hidrolizada se muestran el cuadro 17 del capítulo de resultados y discusiones de la segunda fase y los diagramas para la obtención de panela, azúcar y miel se muestran en los anexos 9,10 y 11 respectivamente.

Con la finalidad de facilitar la comprensión y mostrar de manera más clara cuales fueron los productos recolectados en el muestreo y los elaborados en forma natural, se presenta un cuadro de resumen de codificación el cual se indica en el capítulo de resultados y discusiones, cuadro 18.

3.1.2.3 TERCERA FASE: Estudio de la calidad de los productos

Según el marco teórico del capítulo anterior, la calidad de los alimentos está determinada por la calidad tecnológica, ética y estética.

Los análisis físicos, químicos y microbiológicos fueron realizados en el laboratorio de la Universidad Técnica particular de Loja y en el Ingenio Azucarero del Norte Compañía de Economía Mixta (IANCEM), (Ver anexo 8).

a.- Calidad Tecnológica

La calidad tecnológica, es una evaluación objetiva que observa, comprueba y controla:

- Propiedades físicas
- Composición Química
- Propiedades Microbiológicas

La calidad tecnológica de las muestras se determinó en base al análisis Físico-Químico y Microbiológico de los productos. Para panela y azúcar se seleccionó una muestra con químico que presentaban una coloración más clara y otra muestra elaborada en forma natural que presentaba una coloración más oscura. Para la miel hidrolizada se analizó una muestra.

En el análisis Físico, las características medidas en panela fueron: humedad, sólidos solubles e insolubles, acidez, polarización, pureza, absorbancia, transmitancia, color, turbiedad, impurezas y sólidos sedimentables, para azúcar: humedad, sólidos solubles e insolubles, granulometría, acidez, polarización, pureza, absorbancia, transmitancia, color, turbiedad, impurezas y sólidos sedimentables y en miel hidrolizada: humedad, sólidos solubles e insolubles, acidez, pH, polarización, pureza, absorbancia, transmitancia, color, turbidez, turbiedad, impurezas, sólidos sedimentables y densidad.

A continuación se indican algunos de los equipos utilizados para la medición de las características físicas.



Fotografías 35: Espectrofotómetro, refractómetro y tamices para medir Granulometría. IANCEM. 2007.

El método y los resultados del análisis físico se muestran en los cuadros 19, 29 y 38 para panela, azúcar y miel hidrolizada respectivamente del capítulo de resultados y discusiones.

En el análisis Químico, las características químicas cuantitativas medidas fueron: azúcares totales, azúcares reductores e invertidos, sacarosa, cenizas totales, cenizas sulfatadas, cenizas por conductividad, proteína, calcio, fósforo, hierro, sulfitos y energía.

A continuación se indican algunos de los equipos utilizados para la medición de las características químicas.

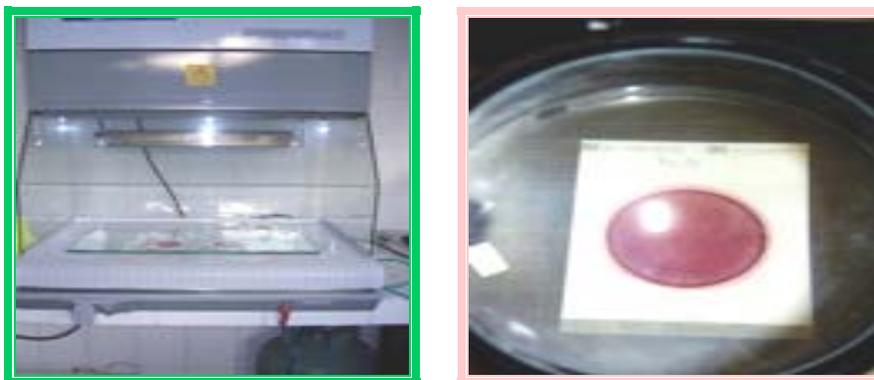


Fotografías 36: Balanza gramera, polarímetro y medidor de Humedad. IANCEM. 2007.

El método y los resultados del análisis químico de panela, azúcar y miel hidrolizada se indican en los cuadros 20, 30 y 39 respectivamente en el capítulo de resultados y discusiones.

En el análisis microbiológico de panela, azúcar orgánico y miel hidrolizada las características microbiológicas cuantitativas medidas fueron: recuento de mohos y levaduras, aerobios y coliformes totales.

A continuación se indican algunos de los equipos utilizados para la medición de las características microbiológicas.



Fotografías 37: Cámara de siembra y recuento de coniformes en placa petrifilm. IANCEM. 2007.

El método y los resultados del análisis microbiológico se indican en los cuadros 21, 31 y 40 para panela, azúcar y miel hidrolizada respectivamente del capítulo siguiente.

b.- Calidad Ética

Se entiende como calidad ética a la evaluación subjetiva o sensorial evaluables por medios de los sentidos, que ofrece:

- Pureza
- Capacidad de conservación
- Producto higiénicamente producido

Según se pudo verificar ninguna de las plantas paneleras cumple con las condiciones higiénicas requeridas para una planta procesadora de alimentos, por tal motivo se escogió para la producción la planta del Sr. Leonardo Díaz. Dicha panelera es fija, con una producción continua, mejores condiciones de higiene e infraestructura.



Fotografías 38: Malas condiciones higiénicas de trabajo en las paneleras. Urcuquí. 2006.

Para la elaboración de productos de calidad en el laboratorio de industria azucarera se consideró las tres calidades: tecnológica, ética y estética.

c.- Calidad Estética

La calidad estética es una evaluación subjetiva o sensorial de los alimentos mediante el examen de características como color, consistencia, textura, sabor y olor; realizada mediante un panel de catadores. La evaluación sensorial se efectúa para detener, cambiar o rectificar el proceso de elaboración cuando el producto no alcanza el nivel deseado por el consumidor, aunque cumpla con las reglamentaciones sanitarias.

Las características cualitativas organolépticas a evaluarse, para panela fueron: color, forma, textura, sabor, aroma, empaque y aceptabilidad. Para azúcar orgánico: color, granulometría, sabor, aroma, empaque y aceptabilidad. Para miel hidrolizada: color, brillo, defectos visuales, textura (viscosidad), sabor, aroma, envase y aceptabilidad.

Para medir estas características se conformó un panel de degustadores que estuvo formado por siete profesionales, cinco amas de casa y trece estudiantes de quinto año de Ingeniería Agroindustrial.



Fotografías 39: Catación de panela, azúcar y miel hidrolizada. UTN. FICAYA. 2007.

Para este caso se estableció los mejores productos en cuanto a características organolépticas y por tanto con mayor aceptabilidad entre los degustadores para panela de entre panelas producidas en los trapiches de la Provincia de Imbabura y los productos naturales, para azúcar entre la elaborada con clarificantes químicos y el azúcar elaborado con clarificante natural y para miel hidrolizada entre mieles con clarificante natural producidas bajo diferentes parámetros de producción.

Todo esto se midió estadísticamente utilizando el Método de FRIEDMAN (prueba no paramétrica) para los tres productos, mediante un test de degustación para cada producto como se indica en el anexo 4, 5 y 6 para panela azúcar y miel hidrolizada respectivamente.

Los resultados del análisis organoléptico para panela, azúcar y miel hidrolizada se indican en el siguiente capítulo.

3.1.2.4 CUARTA FASE: Establecimiento de requisitos mínimos de calidad.

Los requisitos mínimos de calidad para panela, azúcar y miel hidrolizada se estableció sobre los siguientes puntos:

- Consulta a expertos sobre características a tomarse en cuenta para que un producto sea de calidad.
- Normas colombianas ICONTEC 1311 para panela (ver anexo 7).
- Requisitos que debe cumplir la panela granulada para ser exportada a Europa.
- Resultado del Método de Friedman para panela, azúcar y miel hidrolizada.
- Resultado de análisis de calidad tecnológica para panela, azúcar y miel hidrolizada.
- Requisitos para miel de abeja de Bianchi, según el Códex Alimentarius, y Composición química de miel hidrolizada.

Estos requisitos fueron obtenidos sobre la base de la información obtenida del mejor producto. Los requisitos mínimos de calidad para panela, azúcar y miel hidrolizada se muestran en en los cuadros 49-50-51 respectivamente del capítulo siguiente.

3.1.2.5 QUINTA FASE: Elaboración de tabla colorimétrica

Considerando que el color es elemental para determinar el grado de aceptación o rechazo para un producto alimenticio (panela, azúcar y miel hidrolizada) se elaboraron tres tablas colorimétricas que determinan con mayor precisión el color ideal que debe tener un producto.

Con esta argumentación se elaboró una tabla colorimétrica que contienen colores que van desde el más oscuro hasta el más claro de los tres productos según muestras obtenidas en el mercado y las elaboradas en el laboratorio de Industria Azucarera.



Fotografía 40: Variación de color en azúcar natural y con Químico. UTN. FICAYA. 2007.

Para el desarrollo de la tabla colorimétrica se tomó en cuenta la gama de colores que puede presentar panela, azúcar y miel hidrolizada de los productos obtenidos en las agroindustrias paneleras, así como de los productos elaborados en el laboratorio de Industria Azucarera.

Para elaborar la tabla colorimétrica se basó en el modelo de un pantone de pinturas cóndor, pantone de balanceados para tarsos de pollos y otro para colores en yema de huevo.

Con esta orientación fue posible diseñar en un programa de computación (Macro media) donde a través de fotos y mezcla de colores: amarillo, verde, negro y rojo en diferentes porcentajes se obtuvo el color correspondiente a cada producto.

Esta tabla es de mucha importancia, ya que los productores paneleros de la Provincia de Imbabura van a tener una guía para estandarizar el color de sus productos y para que guíen su producción hacia los colores que sugiere el mercado.

La tabla colorimétrica para panela, azúcar y miel hidrolizada se muestra en el gráfico 22-23-24 del capítulo que sigue.