



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCIAL
Extensión Santo Domingo

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL Y SISTEMAS DE GESTIÓN

Tesis de grado previo a la obtención del título de:
INGENIERA AGROINDUSTRIAL, MENCIÓN EN ALIMENTOS

**“EVALUACIÓN DE DOS TIPOS DE MUCILAGOS: BALSO BLANCO
(heliocarpusamericanus) Y CADILLO (Triumfettamollissima). PARA
MEJORAR EL DESCACHAZADO EN EL PROCESO DE ELABORACIÓN DE
PANELA EN BLOQUE, LAGO AGRIO”**

Estudiante:

RAMOS SALINAS YOLANDA MERCEDES

Directora de Tesis:

ING. ELSA BURBANO

Santo Domingo – Ecuador

Mayo, 2013

**“EVALUACIÓN DE DOS TIPOS DE MUCILAGOS: BALSO BLANCO
(*heliocarpusamericanus*) Y CADILLO BLANCO (*triumfettamollissima*) PARA
MEJORAR EL DESCACHAZADO EN EL PROCESO DE ELABORACIÓN DE
PANELA EN BLOQUE”**

Ing. Elsa Burbano

DIRECTORA DE TESIS

APROBADO

Ing. Daniel Anzules

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. Karina Cuenca

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Juan Crespín

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Santo Domingo.....de.....2013.

Autor: **RAMOS SALINAS YOLANDA MERCEDES**

Institución: **UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL**

Título de Tesis: **“EVALUACIÓN DE DOS TIPOS DE MUCILAGOS:
BALSO BLANCO (*heliocarpusamericanus*) Y
CADILLO (*triumfettamollissima*) PARA MEJORAR
EL DESCACHAZADO EN EL PROCESO DE
ELABORACIÓN DE PANELA EN BLOQUE”**

Fecha: **MAYO, 2013**

Del contenido del presente documento, se responsabiliza la autora.

Yolanda Mercedes Ramos Salinas

1802029007

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL
Extensión Santo Domingo

INFORME DEL DIRECTOR DE TESIS

Santo Domingo.....de del 2013.

Ing. Daniel Anzules

COORDINADOR DE LA CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

Presente.

De mis consideraciones.-

Mediante la presente tengo a bien informar que el trabajo investigativo realizado por la señora: **YOLANDA MERCEDES RAMOS SALINAS**, cuyo tema es: **“EVALUACIÓN DE DOS TIPOS DE MUCILAGOS: BALSO BLANCO (heliocarpusamericanus) Y CADILLO (Triumfettamollissima). PARA MEJORAR EL DESCACHAZADO EN EL PROCESO DE ELABORACIÓN DE PANELA EN BLOQUE”**, ha sido elaborado bajo mi supervisión y revisado en todas sus partes, por lo cual autorizo su respectiva presentación.

Particular que informo para fines pertinentes

Atentamente.

Ing. Elsa Burbano.

DIRECTORA DE TESIS.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios y a mis hijos. A Dios porque ha estado conmigo a cada paso que doy, cuidándome y dándome fortaleza para continuar, a mis hijos, quienes son la razón de mi vida, de mi esfuerzo y el de querer ser mejor cada día. Ellos han depositado su entera confianza en cada reto que me he propuesto sin dudar ni un solo momento en mi inteligencia y capacidad. Es por ello que he llegado a cumplir varias metas propuestas. Los amo con mi vida.

A todas las personas que de una u otra manera me han apoyado y presionado a culminar este proyecto como es la Ing. Elsa Burbano quien es digna de admiración por su profesionalidad y fuerza de carácter, al Ing. Daniel Anzules por ser un profesional con don de gente cualidad que es digna de copiarse.

Yolanda Ramos

AGRADECIMIENTO

A mis hijos quienes a lo largo de toda su vida han sido mi motivación, han influido en mi formación académica, porque son la razón de mi vida, además de que creen en mí en todo momento y no dudaron de mis aptitudes. A mis profesores a quienes les debo gran parte de mis conocimientos, gracias a su paciencia y enseñanza y finalmente un eterno agradecimiento a esta prestigiosa Universidad la cual abre sus puertas a muchas personas como yo, para prepararnos para un futuro mejor y competitivo, a la vez formándonos como personas de bien.

Yolanda Ramos

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Portada.....	i
Sustentación y Aprobación de los Integrantes del Tribunal.....	ii
Responsabilidad del Autor.....	iii
Aprobación del Director de Tesis.....	iv
Dedicatoria.....	v
Agradecimiento.....	vi
Índice de Contenidos.....	vii
Resumen Ejecutivo.....	xii
Executive Summary.....	xiii

CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN

1.1.	Tema de investigación	1
1.2.	Problema de investigación.....	1
1.2.1.	Planteamiento del problema	1
1.2.2.	Formulación del problema.....	3
1.3.	Objetivos de la investigación.....	3
1.3.1.	General.....	3
1.3.2.	Específicos	3
1.4.	Justificación	3
1.5.	Hipótesis	6
1.5.1.	Formulación de la hipótesis.....	6
1.5.1.1.	Hipótesis Alternativa	6
1.5.1.2.	Hipótesis Nula	6
1.6.	Variables	6
1.6.1.	Variables dependientes	6
1.6.2.	Variables independientes	6
1.6.3.	Indicadores.....	7

CAPÍTULO II MARCO DE REFERENCIA

2.1	Marco Teórico	8
2.1.1.	Antecedentes Investigativos	8
2.1.2.	Fundamentación Filosófica.....	8
2.1.3.	Fundamentación Legal	9
2.2.	Categorías Fundamentales	9
2.2.1.	Visión Dialéctica de las Conceptualizaciones	9
2.2.1.1.	La caña como materia prima de la agroindustria panelera	9
2.2.1.2.	Usos de la caña de azúcar	10
2.2.1.3.	Sacarosa	11
2.3.	Mucilagos	12
2.3.1.	Usos	12
2.3.2.	Balso blanco	13
2.3.3.	El cadillo blanco.	14
2.3.4.	Preparación del mucílago	14

2.3.5.	Extracción y forma de aplicación de los mucílagos	16
2.4.	Derivados de la agroindustria panelera	17
2.4.1.	La Panela	17
2.4.1.1.	Requisitos para los derivados de la agroindustria panelera.....	18
2.5.	Factores que influyen en la calidad de los productos paneleros.....	20
2.5.1.	Edad insuficiente de la caña	20
2.5.2.	Largos períodos entre corte y molienda:	20
2.5.3.	Exceso de riego en la plantación de caña:	20
2.5.4.	Falta de aseo en las tinajas:	21
2.5.5.	Mal combustible:	21
2.5.6.	Uso de combustibles tóxicos:	21
2.5.7.	Cañas aguarapadas:.....	21
2.5.8.	Cañas sobre maduras:	22
2.5.9.	Mezcla de la cachaza:	22
2.5.10.	Excesiva presión de las masas:	22
2.5.11.	Desaseo de la fábrica:	22
2.5.12.	Uso excesivo de cal:	22
2.6.	Control de calidad de la panela.....	23
2.6.1.	Control de Calidad de las materias primas y producto terminado para panela ...	24
2.6.2.	Pasos para el control de la calidad en una agroindustria panelera.....	24
2.6.3.	Calidad organoléptica	25
2.6.4.	Características sensibles a la vista	25
2.6.4.1.	Impurezas.....	25
2.6.4.2.	Turbidez.....	26
2.6.4.3.	Viscosidad	26
2.6.4.4.	Apariencia o Aspecto.....	26
2.6.4.5.	Solubilidad.....	26
2.6.5.	Características sensibles al Tacto y oído	27
2.6.5.1.	Textura.....	27
2.6.5.2.	Consistencia.....	27
2.6.6.	Información nutricional del azúcar Panela	27
2.6.7.	Propiedades y usos del azúcar Panela.....	28
2.6.8.	Otros usos de la panela	29
2.7.	Proceso de Elaboración de la Panela	29
2.8.	Medio ambiente.	30
2.9.	Formulas de Balance de Materia y Energía.....	30
2.10.	Marco Conceptual.....	32

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1.	Aspectos metodológicos del estudio.....	35
3.1.1.	Ubicación.....	35
3.1.2.	Tipo de investigación.....	35
3.1.3.	Métodos de Investigación	35
3.1.4.	Fuentes y técnicas de investigación.....	36
3.2.	Diseño estadístico para la prueba de hipótesis	36
3.3.	Población	37
3.4.	Muestra	37

3.5.	Diagrama de flujo cualitativo en la evaluación de dos tipos de mucílagos para mejorar el descachazado en el proceso de elaboración de panela de bloque.	38
3.5.1.	Descripción de las etapas del proceso	39
3.5.1.1.	Recepción	39
3.5.1.2.	Molienda.....	39
3.5.1.3.	Filtrado.....	39
3.5.1.4.	Descimentado	39
3.5.1.5.	Clarificado	39
3.5.1.6.	Descachazado	40
3.5.1.7.	Concentrado.....	40
3.5.1.8.	Batido.....	40
3.5.1.9.	Moldeado	40
3.5.1.10.	Empacado	41
3.5.1.11.	Almacenado	41

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1.	Diseño experimental del sustrato para panela	42
4.1.1.	Análisis estadístico del pH del sustrato del mucílago a utilizar en la panela	42
4.1.1.1.	Tabla de adeva para el variable pH	42
4.1.1.2.	Prueba de Tukey para el factor dosis de sustrato.....	42
4.1.1.3.	Prueba de Tukey para la interacción sustrato por dosis	43
4.1.2.	Análisis estadístico del ° Brix del sustrato del mucílago a utilizar en la panela	44
4.1.2.1.	Tabla de adeva para el variable °Brix	44
4.1.2.2.	Prueba de Tukey para la interacción sustrato por dosis	44
4.1.2.3.	Prueba de Tukey para el factor dosis de sustrato.....	44
4.2.	Resultados de Encuestas.....	45
4.2.1.	Valoración del % de impurezas de la panela en bloque	45
4.2.2.	Valoración del color de la panela en bloque.....	46
4.2.3.	Valoración del sabor de la panela en bloque	47
4.3.	Balance de materia y energía.....	49
4.3.1.	Diagrama de flujos cuantitativo en la evaluación de dos tipos de mucílagos para mejorar el descachazado en el proceso de elaboración de panela de bloque.....	49
4.3.2.	Balance de materia en la evaluación de dos tipos de mucílagos para mejorar el descachazado en el proceso de elaboración de panela de bloque.....	52
4.3.3.	Diagrama de flujo cualitativo en la evaluación de dos tipos de mucílagos para mejorar el descachazado en el proceso de elaboración de panela de bloque.....	66
4.3.4.	Balance de energía en la evaluación de dos tipos de mucílagos para mejorar el descachazado en el proceso de elaboración de panela de bloque.....	68
4.3.4.1.	Balance de energía en la etapa de clarificado.....	68

4.3.4.2. Balance de energía en la etapa de descachazado	70
4.3.4.3. Porcentaje de eficiencia	73
4.3.4.4. Balance de energía en la etapa de concentrado.....	74
4.3.4.5. Cálculo del calor teórico del producto	75
4.3.4.6. Porcentaje de eficiencia	77
4.3.4.7. Calculo de transferencia de calor.....	77
4.3.4.8. Balance de energía del concentrador 2 o terminado.....	79

CAPÍTULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones.....	85
5.2. Recomendaciones	86
BIBLIOGRAFÍA	87
ANEXOS	90

INDICE DE CUADROS

Cuadro N° 1	Indicadores.....	7
Cuadro N° 2	Composición química de la caña de azúcar.....	10
Cuadro N° 3	Composición química de la pan.....	18
Cuadro N° 4	Requisitos de la panela.....	19
Cuadro N° 5	Requisitos para la clasificación de la panela.....	19
Cuadro N° 6	Requisitos microbiológicos para la panela.....	19
Cuadro N° 7	Composición físico-química y nutricional de la panela.....	29
Cuadro N° 8	Esquema del Adeva.....	37
Cuadro N° 9	Valoración de porcentajes de impurezas.....	45
Cuadro N° 10	Valoración del color.....	46
Cuadro N° 11	Valoración del Sabor.....	47

INDICE DE TABLAS

Tabla N° 1	Resumen de la población.....	37
------------	------------------------------	----

INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N° 1	Valoración de porcentajes de impurezas.....	46
Cuadro N° 2	Valoración del color.....	47
Cuadro N° 3	Valoración del sabor.....	48

INDICE DE IMAGENES

Imágen N° 1	Imagen del balso blanco.....	14
Imágen N° 2	Imagen del caudillo blanco.....	13
Imágen N° 3	Preparación del sustrato.....	58

RESUMEN EJECUTIVO

La presente investigación se realizó en la planta procesadora de productos derivados de caña de azúcar del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Lago Agrio de la provincia de Sucumbíos, en vista que existe una gran demanda de panela en nuestra zona y además la necesidad de introducir en el mercado productos de calidad, luego de una investigación se determinó que se debe mejorar el proceso de clarificación, para lo cual se utilizó dos tipos de mucilagos: balso blanco y cadillo blanco, como clarificantes naturales, para mejorar la aceptación de este producto en el mercado.

La finalidad de esta investigación fue conocer el mejor sustrato y la dosificación para obtener un óptimo descachazado y por ende la clarificación de la panela en bloque, además se consiguió un producto de mejores características físicas y organolépticas, estos mucilagos se dan en forma silvestre en la zona, con lo que se evita el uso de químicos y con esto se cuida la salud del consumidor al utilizar productos naturales.

En la clarificación de la panela en bloque se utilizó el diseño experimental completamente al azar con arreglo factorial ($A \times B$), siendo las variables: A (sustrato de mucilago) y B (dosis de sustrato), obteniendo como mejor tratamiento el A1B2 equivalente a: balso blanco al 2% de sustrato de mucilago, con lo que se obtuvo un 100% de aceptación del producto en base a las encuestas organolépticas.

El rendimiento de la panela en bloque varía según la concentración de los grados brix de la caña de azúcar, que depende de las variedades, del tipo de suelo y del índice de madurez. Siendo recomendable trabajar con brix superiores a 19 grados.

Se diseñó la paila donde se aplica el sustrato de mucilago para la clarificación del jugo de caña, en base a los resultados obtenidos en el balance de materia y energía.

EXECUTIVE SUMMARY

This research was conducted at the processing plant sugarcane derivatives of the Autonomous Decentralized Municipal Lago Agrio Sucumbíos province, given that there is a great demand of panela in our area and also the need for the market quality products, after an investigation it was determined that it should improve the process of clarification, which was used for two types of mucilage: balsa black and white cocklebur as natural clarifiers to improve the acceptance of this product on the market .

The purpose of this research was to determine the best substrate and dosage for optimum descachazado and thus clarifying the block panela also got a product is of better physical and organoleptic characteristics, these mucilages occur wild in the zone, thus avoiding the use of chemicals and this consumer health care to use natural products.

In clarifying the panela block was used completely randomized design with factorial arrangement (A x B), where the variables: A (substrate mucilage) and B (dose of substrate), obtaining the best treatment as equivalent A1B2 to: white balso 2% mucilage substrate, whereby was obtained a 100% acceptance of the product based on Organoleptic surveys.

The yield of sugar cane block varies in concentration of Brix sugar cane, which depends on the variety, soil type and maturity index. Being advisable to work with brix above 19.

They design the cauldron which is applied to the substrate mucilage cane juice clarification, based on the results of the mass and energy balance.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. Tema de investigación

“Evaluación de dos tipos de mucilagos: balso blanco (*heliocarpus americanus*) y cadillo (*triumfetta mollissima*) Para mejorar el descachazado en el proceso de elaboración de panela en bloque”

1.2. Problema de investigación

1.2.1. Planteamiento del problema

En la provincia de Sucumbíos, encontramos varios tipos de mucilagos de los cuales vamos a investigar dos de ellos: el Balso Blanco (*heliocarpus americanus*) y el Cadillo (*triumfetta mollissima*) los mismos que se dan en forma silvestre gran cantidad en nuestra zona, la finalidad es qué queremos utilizar y aprovechar estos productos naturales, los cuales vamos a utilizar en el descachazado de la elaboración de panela en bloque para mejorar sus propiedades físicas y organolépticas además de estar incentivando a utilizar productos naturales propios de la región generando fuentes de trabajo y para no afectar la salud de los consumidores con muchos conservantes químicos o artificiales.

A nivel Agroindustrial estas plantas no han sido sometidas a procesos de transformación e industrialización, debido a la falta de recursos técnicos y de estudios especializados, pero científicamente los mucilagos forma parte de los grandes grupos de plantas medicinales, conocidas y utilizadas por nuestros indígenas. Posee características medicinales bien definidas, ofrece un valor nutritivo y elevado suplemento energético natural, además de ser utilizado como controlador del apetito, razones por la que tienden a ser apreciados. A pesar de ello, no es mucha la literatura científica que existe al respecto, por lo que se vio necesario investigar.

La Panela en bloque, es un elemento nutritivo y natural que se elabora en forma artesanal, pero este producto no obtiene una elaboración óptima debido a una serie de falencias en conocimientos y técnicas de procesos por parte de los productores, una de ellas es la carencia de un espacio adecuado el cual debería estar compuesto por tecnología moderna la cual facilitaría la obtención de un producto de alta calidad. Así también se puede observar el desaprovechamiento de la materia prima por parte de los agricultores, debido a la poca capacitación que estos reciben y además del escaso interés.

En el tema de la panela en bloque, se observa una ausencia de implementación de nuevas técnicas de procesos para la optimización del producto, La mayor parte de dificultades que presenta en la elevación de la panela en bloque es por la ausencia de información proveniente de las propiedades de otras sustancias naturales que ayudan a espesar la melaza extraída de la caña de azúcar.

En el caso de que los técnicos, continúen sin implementar los nuevos métodos, y procesos en la elaboración de la panela en bloque, este producto se verá afectado gradualmente en el mercado de consumo, además de que las fuentes laborales disminuirá continuamente por la competitividad que se presentara en un futuro por la innovación de estas mismas técnicas por otros países. La carencia de iniciativa por parte de los productores y la inexistencia de información hacen que se presente una inestabilidad en la tecnificación en la elaboración de la panela en bloque.

En caso de aplicarse a tiempo las correctas técnicas y métodos para mejorar la elaboración de la panela en bloque de una manera artesanal a una forma industrializada, en esa producción se verá como resultado un producto de mejor calidad tanto en presentación como también organolépticamente satisfaciendo así las necesidades

1.2.2. Formulación del problema

¿Se podrá obtener mejor clarificación con el uso de estos mucilagos en la elaboración de la panela en bloque en el cantón Lago Agrio?

1.3. Objetivos de la investigación

1.3.1. General

Determinar entre dos tipos de mucilagos: balso blanco y cadillo blanco; obteniendo el sustrato de los mucilagos en diferentes concentraciones, para mejorar el descachazado en el proceso de la elaboración de panela en bloque.

1.3.2. Específicos

- ✓ Determinar el mejor tratamiento, concentración y tipo de mucilago, para obtener un mejor descachazado en la producción de panela en bloque.
- ✓ Establecer los parámetros óptimos en el proceso de la elaboración de panela en bloque.
- ✓ Diagnosticar las propiedades físicas y organolépticas de la panela, utilizando sustratos de cada uno de los mucilagos
- ✓ Realizar el balance de materia y energía, utilizando el mejor tratamiento para conocer cual nos da un mejor rendimiento del producto final.

1.4. Justificación

La indagación presente fue conveniente porque mejoró la presentación del producto en sus características físicas y organolépticas (color, sabor y menor porcentaje de

impurezas), esta investigación se realizó en la planta procesadora de productos derivados de caña de azúcar del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Lago Agrio de la provincia de Sucumbíos, además de que la finalidad de esta investigación es cuidar la salud de los consumidores al no utilizar químicos.

Los mucilagos a utilizarse se dan de forma natural y silvestre por lo que contamos con toda la materia prima que necesitamos, además que estaremos dando uso a estas plantas que son prácticamente desaprovechadas.

Este estudio tiene un impacto social beneficioso ya sea en economía como en salud, por lo que se generara fuentes de trabajo además de que este producto tiene gran cantidad de nutrientes necesarios para mantener una buena salud humana además que por el hecho de ser productos naturales no afectaremos de ninguna manera al consumidor.

En impacto teórico, Agroindustrialmente no se están aplicando estos mucilagos dados en la provincia, existe material bibliográfico de estudios de los mucilagos aplicados tanto medicinalmente como en la producción de panela en otros países. Pero en Ecuador no se ha llevado a cabo estudios de esta índole ni su aplicación industrial. Y debido a que en la zona de la Amazonia la producción de caña y de mucilagos es abundante, estudiamos los dos mucilagos más recomendados. Para esto se investigó y observo sus propiedades específicas, sus características físicas y organolépticas, mediante las cuales se observó un producto final optimo en la panela en bloque.

En esta investigación se empleó metodologías de laboratorio y encuestas para el análisis de las propiedades físicas, químicas y organolépticas de la panela en bloque además de realizarse experimentos de campo, todo esto para obtener los mejores resultados en el producto final.

La indagación presente justifica el desarrollo de la importancia práctica ya que sus resultados considera la resolución de los problemas que se presenta en la producción de panela, debido a que este estudio puede aplicarse para mejorar el resultado de la panela

en bloque, además de brindar y recomendar al consumidor productos naturales, beneficiando por ende a los productores.

El manejo ambiental requiere de una planificación que incluye las actividades y obras necesarias para proteger el medio ambiente, garantizar la calidad e inocuidad del producto y la salud de la comunidad que se ve afectada, directa e indirectamente, por las acciones derivadas de la operación del trapiche panelero.

Actividades como la tala de árboles para el establecimiento del cultivo, la preparación del terreno y la aplicación de agroquímicos para su manejo, el uso de llantas y leña como combustibles, sumado a la baja eficiencia de los procesos de combustión y transferencia de calor en la hornilla, generan cambios negativos en la calidad ambiental.

Vertimientos: en la mayor parte de los trapiches del país las instalaciones sanitarias y el tratamiento de afluentes son ineficientes o inexistentes. El agua de lavado de las gaveras, por ejemplo, presenta altos índices de fermentación y contaminación, y se convierte en caldo de cultivo para el desarrollo de microorganismos que contaminan el producto el lavado del pre limpiador se debe realizar cada 12 horas. Se agrega abundante agua limpia para que salgan los lodos, arenas y residuos de la molienda, éstos contienen gran cantidad de materia orgánica.

Es viable porque los mucilagos y la caña de azúcar se pueden encontrar en la zona, tiene viabilidad técnica y económica, todos los estudios se realizaron en la Planta Procesadora de Panela en Lago Agrio.

1.5. Hipótesis

1.5.1. Formulación de la hipótesis

1.5.1.1. Hipótesis Alternativa

La introducción de mucilagos en el proceso de descachazado incidirán en el mejor estándar de calidad en la producción de panela en bloque.

1.5.1.2. Hipótesis Nula

La introducción de mucilagos en el proceso de descachazado no incidirán en el mejor estándar de calidad en la producción de panela en bloque.

1.6. Variables

1.6.1. Variables dependientes

- ✓ Sustrato de Mucilago
- ✓ Dosis o porcentaje de sustrato

1.6.2. Variables independientes

- ✓ Sabor
- ✓ Color
- ✓ Porcentaje de impurezas

1.6.3. Indicadores

Cuadro N° 1

NOMBRE	U DE MEDIDA	INST. DE MEDIDA	TIEMPO DE MEDIDA
C. Químicas			
pH	Unidad	Análisis de Lab.	Entrada del producto
C. Físicas			
Rendimiento	%	Balanzas y cálculos.	Entrada y salida del producto
Tiempo	Min	Cronómetro	En todo el proceso
Temperatura	° C	Termómetro	En cada proceso
C. Organolépticas			
Color	Ponderación	Encuestas	Salida del Producto
Sabor	Ponderación	Encuestas	Salida del Producto

Elaborado por: Yolanda Ramos 2012

CAPÍTULO II

MARCO DE REFERENCIA

2.1 Marco Teórico

2.1.1. Antecedentes Investigativos

Aplicando la técnica de la entrevista fue posible verificar que en la “Planta Procesadora de Panela”, ubicada en Lago Agrio, provincia de Sucumbíos, que no se ha realizado una investigación similar a la planteada, por lo tanto se procedió y se investigó, por esta razón el trabajo investigativo plantado tiene un enfoque de originalidad y sus resultados permiten colocar las bases para mejorar un producto de mejor calidad en este caso en la elaboración de la panela en bloque.

2.1.2. Fundamentación Filosófica

La presente investigación se desarrolló en base a la normativa del paradigma interpretativo también conocido como naturalista puesto que tiene como finalidad comprender e interpretar la realidad de la producción de la panela en bloque, de igual manera los significados de las percepciones, control de procesos y calidad, análisis necesarios para determinar una materia prima, además de analizar buscar el mejor sustrato para utilizarlo en el proceso de panela en bloque para conseguir un mejor color en el producto final.

La realidad de la indagación a desarrollarse en la Planta Procesadora de Panela tendrá una visión dinámica, múltiple, holística, construida en la divergencia del pensamiento de los individuos que forman la organización.

En la investigación que se propone la relación sujeto - objeto, tendrá dependencia, intentando la interrelación entre investigador y producto, procurando que los valores del

investigador influyan lo estrictamente necesario en el desarrollo del proyecto. En la investigación se aplicara una metodología cualitativa que permitirá determinar la relación teórico – práctico, concibiéndola como un proceso de retroalimentación, permanentemente y reciproco por las partes que intervienen en este estudio, permitiendo el enriquecimiento intelectual de los mismos, para ello se aplicara criterios de calidad con fines de credibilidad, confirmación, y transferibilidad, que permiten aplicar técnicas, instrumentos y estrategias de investigación tanto cualitativas, descriptivas y perceptivas; que facilitaran el análisis de datos y la triangulación de los mismos.

2.1.3. Fundamentación Legal

Todo proyecto de investigación para su desarrollo debe respaldarse en leyes o normas legales que determinan las instituciones que regulan la normalización de calidad, salud, higiene, así el trabajo investigativo propuesto se desarrollara tomando como base la normativa NTE INEN 2 331:2002, Esta norma establece los requisitos que debe cumplir la panela solida destinada para consumo humano. (INEN2002)

2.2. Categorías Fundamentales

2.2.1. Visión Dialéctica de las Conceptualizaciones

2.2.1.1. La caña como materia prima de la agroindustria panelera

Debido a la gran cantidad de sacarosa que contiene la caña de azúcar es la principal materia prima para la agroindustria panelera.

Los componentes principales de la caña son agua, fibra y sólidos solubles, entre los que sobresalen los azúcares. Posee también la caña otros compuestos adicionales que aparecen en cantidades menores, como minerales, proteínas, ceras, grasas y ácidos que pueden estar en forma libre o combinada.

Cuadro N° 2
Composición química de la caña de azúcar

COMPONENTES %	TIPO	CANTIDAD
AGUA		74,50
FIBRA	Celulosa	5,50
	Pentosanas	2,00
	Araban	0,50
	Lignina, leñoso, etc.	2,00
Total Fibra		10,00
AZÚCARES	Sacarosa ($C_{12}H_{22}O_{11}$)	12,50
	Glucosa ($C_6H_{12}O_6$)	0,90
	Fructuosa ($C_6H_{12}O_6$)	0,60
Total Azúcares		14,00
MINERALES O CENIZAS:	Sílice (SiO_2)	0,25
	Potasa (KOH)	0,12
	Soda (NaOH)	0,01
	Cal (CaO)	0,02
	Magnesio (MgO)	0,01
	Ácido Fosfórico (H_3PO_4)	0,07
	Ácido Sulfúrico (H_2SO_4)	0,02
	Hierro (Fe)	Trazas
	Cloro (Cl)	Trazas
Total Minerales o Cenizas		0,50
COMPUESTOS NITROGENADOS:	Albúminas	0,12
	Amidas (Asparraguina)	0,07
	Aminoácidos (Aspártico)	0,20
	Ácido Nítrico	0,01
Total Compuestos nitrogenados		0,40
Ácidos y grasas:	Grasa y cera	0,20
	Pectina y gomas	0,20
	Ácidos libres	0,08
	Ácidos combinados	0,12
Total Ácidos y grasas		0,60

Fuente: Browne, C.A, Tomado de LOPEZ, F. Manual Práctico de Fabricación de Azúcar de Caña, Mielles y Siropes Invertidos, con su Control Técnico-Químico (3)

2.2.1.2. Usos de la caña de azúcar

La Caña de Azúcar se utiliza preferentemente para la producción de Azúcar, adicionalmente se puede utilizar como fuente de materias primas para una amplia gama de derivados, algunos de los cuales constituyen alternativas de sustitución de otros productos con impacto ecológico adverso (cemento, papel obtenido a partir de pulpa de

madera, entre otros, los residuales y subproductos de esta industria, especialmente los mostos de las destilerías contienen una gran cantidad de nutrientes orgánicos e inorgánicos que permiten su reciclaje en forma de abono, alimento animal, entre otros, en este sentido es importante señalar el empleo de la cachaza como fertilizante, las mieles finales y los jugos del proceso de producción de azúcar pueden emplearse para la producción de alcohol, lo que permite disponer de un combustible líquido de forma renovable y la incorporación de los derivados tradicionales (tableros aglomerados, papel y cartón, cultivos alternativos para alimento animal y mieles finales).

Una pequeña parte de la producción de Caña de Azúcar tiene fines de producción de piloncillo, el cual se obtiene de la concentración y evaporación libre del jugo de la caña, también es conocido como panela. El piloncillo tiene varios usos, como materia prima en la industria de la repostería, pastelería, y como endulzante en diversos alimentos y también se usa para la elaboración de alcohol y otros licores. Otra cantidad de caña aún más pequeña se utiliza como fruta de estación, aunque se vende todo el año, se concentra en la temporada navideña para las piñatas y el tradicional ponche.¹

2.2.1.3. Sacarosa

La sacarosa es un hidrato de carbono que se encuentra en vegetales foto sintetizadores, caña de azúcar, remolacha azucarera y en muchos frutos. En la caña de azúcar se encuentra principalmente en el tallo donde se sintetiza de abajo hacia arriba y su contenido aumenta con el tiempo hasta alcanzar su madurez, su fórmula molecular es $C_{12}H_{22}O_{11}$, la sacarosa está formada por dos monosacáridos, la a - glucosa (piranósica) y la P - fructosa (fúranósica); la unión glucosídica es 1:2 entre los dos átomos de carbono carboxílicos.

Dentro de las propiedades de la sacarosa se puede destacar su solubilidad en agua, cristaliza con facilidad con respecto a los demás azúcares, caramelización, baja higroscopia y su estabilidad en procesos le hacen ideal como edulcorante en alimentos y productos de confitería, sirve de sustrato a un gran número de bacterias, además la

¹GEPLACEA/PNUD.1988.Subproductos y derivados de la Agroindustria Azucarera.Mexico.p.468

sacarosa se hidroliza en sus componentes glucosa y fructosa cuando se encuentra en presencia de ácidos débiles, enzima invertasa y por efectos del calor (inversión).

2.3. Mucilagos

El mucílago es una sustancia vegetal viscosa, coagulable al alcohol. También es una solución acuosa espesa de una goma o dextrina utilizada para suspender sustancias insolubles y para aumentar la viscosidad.

Los mucílago son análogos, por su composición y sus propiedades, a las gomas, dan con el agua disoluciones viscosas o se hinchan en ellas para formar una pseudo-disolución gelatinosa, se encuentran en las algas, semillas de lino, semillas de chía, en raíces de malva, membrillo, liquen, nopal, en ciertos hongos y en muchos vegetales, proceden de las degradaciones de la celulosa, calosa, lignina y de las materias pépticas.²

2.3.1. Usos

Protegen las membranas y mucosas de agentes químicos y mecánicos, brindan saciedad y quita el hambre. Esto se produce porque cuando el agua toma contacto con el mucílago, este aumenta de volumen y estimula ciertos receptores, que a su vez mandan señales al cerebro reduciendo el hambre, desintoxica el organismo, ya que estos mismos mucílago tienen efecto laxante.

Estas dos últimas funciones, convierten a las plantas y alimentos que contienen mucílago en ideales para incluir en la dietas para adelgazar. Dentro de las plantas medicinales que contienen mucílago se encuentran la malva, el malvavisco, arenaria, semillas de lino y semillas de zaragatona.³

²RIVERA S., H., 1997 La Industria Rural N° 5 en América Latina y el Caribe, Editorial Prodar

³<http://www.plantasparacurar.com/mucilagos>

2.3.2. Balso blanco

Fotografía N° 1

Imagen del balso blanco



Fuente: Yolanda Ramos, 2013 Sucumbíos

Árbol muy común en los climas templados de nuestro país, su nombre científico es *heliocarpus americanus*, pertenece a la familia *tiliaceae* y es el más utilizado para clarificación de jugos en la producción de panela, lastimosamente la falta de políticas ambientales que obliguen a su reforestación o siembra de bancos de preservación y la carencia de conciencia ecológica de quienes lo aprovechan, en algunos lugares tienen en la actualidad calificadas a estas especies como en peligro de extinción.

Para su aprovechamiento y sostenibilidad, no se debe pelar totalmente el tallo, sino por partes y en forma alternada, después de haberlo hecho es recomendable fertilizar el árbol con materia orgánica para nutrirlo para que la planta no muera, con esto conseguiremos fortalecerle y regenerará su corteza.

Para su utilización se retira la corteza del árbol teniendo cuidado de cortarlo por cuadros estilo domino, nunca todo el contorno, ya que el árbol muere, estos cuadros de corteza se maceran o machacan con un mazo con el propósito de liberar los mucílagos. Se dejan en remojo hasta que formen una solución con una viscosidad óptima, para obtener los mejores resultados.⁴

⁴<http://www.agrocadenas.gov.co/>

2.3.3. El cadillo blanco.

Fotografía N° 2
Imagen del cadillo blanco



Fuente: Yolanda Ramos, 2013 Sucumbíos

Arbustos espinosos muy utilizados en la producción de panela, de los cuales existen tres variedades ampliamente difundidas en nuestro país que son: Cadillo blanco (*Triumfetta mollissima*), Cadillo negro (*Triumfetta lappula* L.) y Cadillo de mula (*Pavonia spinifex* Cav.), los dos primeros taxonómicamente pertenecientes a la familia Tiliaceae y el último a la Malvaceae es conocida vulgarmente como pega-pega, el mucílago se encuentra en el tallo y las hojas. a pesar de ser su fruto la parte más mucilagínosa para su utilización se construye una escoba con las ramas, la cual se introduce en los jugos cuando estos alcanzan aproximadamente 50-55 °C, se agita por 3 minutos, se deja calentar, y se retira la cachaza negra cuando se alcanza una temperatura de 75 - 85°C aproximadamente. Esta escobilla tiene una vida útil de aproximadamente 6 horas, o a su vez ya macerado y/o molido y amarrado se introduce en un costal, con el que se hace inmersión en agua por su fácil propagación el cadillo blanco es el más aprovechado industrialmente.⁵

2.3.4. Preparación del mucílago

- 1) Sacar las cortezas, macerarlas, o machacarlas y/o pasarlas por un molino.
- 2) Extraer la baba y almacenarla en tanque limpio y de material inocuo donde se prepara la solución de mucílago, por cada kilo de corteza macerada, adicionar 12,5 litros de agua limpia y tibia, que llamaremos Solución de mucílago vegetal.

⁵<http://www.fedepanela.gov.co/>

- 3) Preparar los volúmenes requeridos de acuerdo a la capacidad del tanque de Solución de Mucílago Vegetal, teniendo en cuenta que ésta se fermenta rápidamente.
- 4) Cuando el jugo o guarapo alcance 50°C, aplicar 2,5 Litros de la solución preparada en el numeral 2 de este manual, por cada cien (100 L) litros de jugo sin clarificar.
- 5) Calcular la cantidad total de Mucílago Vegetal que se debe agregar para clarificar el jugo. Ejemplo de cálculo: Volumen del Clarificador:

2,5 Litros -----100 Litros de Jugo

X-----500 Litros

$$X = (500 \text{ Litros} \times 2,5 \text{ Litros}) / 100 \text{ litros}$$

$$X = 12,5 \text{ Litros}$$

- 6) Agregar 2/3 partes de la solución de mucílago al jugo a clarificar, a temperatura de 50-65°C, Calculada así: $(12,5 \times 2 / 3) = 8,3$ Litros
- 7) A temperatura de 75 a 82°C retirar la cachaza negra.
- 8) Agregar la tercera parte restante de la solución de mucílago vegetal:
 $12,5\text{L} - 8,3 = 4,2$ Litros
- 9) Dejar que se forme nuevamente la cachaza, hasta que aparezca la blanca que es la última y retirarla en su totalidad antes de la ebullición de los jugos.

La solución aglutinante se debe preparar máxima cada seis horas para evitar su deterioro microbiológico, el recipiente en el que se prepara la solución se debe lavar y enjuagar con lechada de cal, máximo cada doce (12) horas

2.3.5. Extracción y forma de aplicación de los mucílagos

“Una vez retiradas del árbol las cortezas de las plantas de los mucílagos, se mace-ran, machacan o pasan por un molino, con el fin de extraer la mayor cantidad posible de los mismos; hecho esto se depositan en un recipiente con agua y se dejan en reposo hasta que se forme un líquido de consistencia gelatinosa que se puede adicionar directamente a los jugos o hacer un manojo o escoba y colocarlo en el recipiente clarificador. El volumen de mucílago a emplear depende de la concentración de la solución, de la variedad de caña, de la calidad de los jugos y de las condiciones cli-máticas de la zona. La solución mucilaginoso se adiciona cuando los jugos han alcanzado una temperatura cercana a 65°C y su aplicación puede hacerse totalmente al inicio del proceso o en forma fraccionada, es decir las dos terceras partes y luego cuando alcance una temperatura entre 75 y 82°C, momento en el cual se hace la primera limpieza o descachazado, posteriormente se agrega el restante de sustrato de mucilago, dejándose un tiempo en contacto con el jugo, hasta que se termine de formar su totalidad que es negra, densa y consistente y que debe retirarse antes de la ebullición, la última cachaza que aparece es blanca y espumosa e indica la finalización del proceso de clarificación. Las impurezas que no se remueven en esta fase del proceso, harán parte de los sólidos insolubles o sedimentables y serán las responsables de las coloraciones oscuras, opacidad, turbiedad y sedimentos en el producto terminado.

La concentración de la solución de mucílago es muy importante para la efectividad del proceso de clarificación, también incide en la eficiencia térmica de la caldera o de la hornilla, si es muy diluida o aguada, se estará aumentando el volumen de agua a evaporar y por lo tanto el consumo de bagazo aumentará. El jugo de caña se prepara con sustrato de mucílago, práctica aconsejable cuando éstos son frescos y no hay indicio de fermentación, de manera contraria puede convertirse en un medio de contaminación microbiológica y acidificación. Un exceso de mucílago es perjudicial para la calidad de la panela, haciéndose evidente en la consistencia blanda y la textura babosa.⁶

⁶www.bdigital.unal.edu.co/1168/1/patriciaperezecheverry.2007.pdf

2.4. Derivados de la agroindustria panelera

“La agroindustria panelera conocida comúnmente como trapiches o moliendas son lugares donde se procesa la materia prima (caña de azúcar) para obtener productos como azúcar y panela principalmente, así como también subproductos bagazo, melaza y alcohol”. La agroindustria panelera en la Provincia de Imbabura ha destinado sus volúmenes de producción en el siguiente orden: panela, azúcar y alcohol. Sin embargo, se están realizando estudios para obtener nuevos productos como miel hidrolizada y también dar valor agregado mediante la aromatización de los mismos.”

2.4.1. La Panela

“La panela se la obtiene de la concentración del jugo de caña sin un proceso tecnológico ni asepsia rigurosa. Desde el punto de vista técnico podemos definirla como “hidrato de carbono, edulcorante moldeado, nutritivo por sus minerales y vitaminas, de color café, sabor dulce, soluble en agua (rápida solubilidad en agua caliente), aroma característico, utilizada en la industria como edulcorante para: pan, dulces, pastas, jugos, turrone, entre otros”; la FAO registra la panela como "azúcar no centrifugado". (Definición de panela, s.p, Consulta: 2010).”

Técnicamente las especificaciones que debe cumplir la caña, como materia prima para la elaboración de panela son:

- ✓ Ser fresca, libre de residuos extraños al tallo como: hojas, insectos y tierra.
- ✓ Estar libre de puntas fermentadas o dañadas.
- ✓ Madura: concentración de sólidos solubles entre 20-24 ° Brix o más.
- ✓ La caña utilizada para la industria panelera no debe ser quemada.

- ✓ La caña debe ser procesada inmediatamente después del corte y no más allá de las 24 horas.⁷

Cuadro. N° 3
Composición química de la panela

ANALISIS PROXIMAL	LIMITEINF.	LIMITESUP.	VALORPROM.
Humedad %	5.77	10.18	7.48
Proteína %	0.39	1.13	0.7
Nitrógeno	0.06	0.18	0.11
Grasa %	0.13	0.15	0.14
Fibra %	0.24	0.24	0.24
Azúcares reduct. %	7.10	12.05	9.15
Sacarosa %	75.72	84.48	80.91
Cenizas %	0.61	1.36	1.04
Minerales	Mg/100 g		
Magnesio	28.00	61.00	44.92
Sodio	40.00	80.00	60.07
Potasio	59.00	366.00	164.93
Calcio	57.00	472.00	204.96
Manganeso	1.20	4.05	1.95
Fósforo	34.00	112.50	66.42
Zinc	1.30	3.35	2.44
Hierro	2.20	8.00	4.76
Color %T(550nm)	34.90	75.90	55.22
Turbiedad %T(620NM)	32.79	71.78	52.28
pH(acidez)	5.77	6.17	5.95
Peso(g)	378.00	498.00	434.86
Poder energético			
Calorías	322.00	377.00	351.00

Fuente: Bressani Ricardo. Folleto del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá INCAP Investigador de la Universidad del Valle. Citado por Quezada W, Separatas ,2004 - 2005.

2.4.1.1.Requisitos para los derivados de la agroindustria panelera

“Actualmente no existen requisitos exigidos para estos productos por ningún organismo de control, lo que hace que se produzca según el criterio del panelero. Por tal motivo se debe establecer parámetros de control para miel de caña, panela y azúcar, para brindar a nuestro mercado productos de calidad.

⁷ BOUCHER F., MUCHNIK J., 1995 Agroindustria rural de recursos técnicos alimentarios.

Requisitos para panela

Los requisitos que exige la norma ICONTEC 1311 de Colombia para panela destinada al consumo humano en cuanto a propiedades físicas, químicas y microbiológicas para que ésta sea de calidad son los siguientes:

Cuadro. N° 4
Requisitos de la panela

Requisito	Valor Mínimo	Valor Máximo
Color m % T (550nm)	30	85
Azúcares reductores en%	5.5	12
Sacarosa en %	73	83
Proteínas en % (% N x 6.25)	0.2	-
Cenizas en %	0.8	1.9
Plomo expresado como Pb en mg/Kg.	-	0.2
Arsénico expresado como As en mg/Kg	-	0.1
SO ₂	Negativo	
Colorantes	Negativo	

Fuente: Norma ICONTEC 1311 (Segunda Actualización 1991-03-06.p.3).Colombia.

Cuadro. N° 05
Requisitos para clasificación de la panela

Calidad	Materia extrañas	Número de defectos/100g de panela(máximo)		
	Sólidos sedimentables en g/100gde panela(máximo)	de 0 a 1 mm	de 1.1 a 3 mm	de 3.1 a 5 mm
Extra	0.1	2	1	0
Primera	0.5	4	2	0
Segunda	1.0	6	3	3

Fuente: Norma ICONTEC 1311 (Segunda Actualización 1991-03-6.p.3).Colombia

Cuadro. N° 6
Requisitos microbiológicos para la panela

Requisito	n	m	M	C
Recuento de hongos y levaduras/g	3	200	500	2

Fuente: Norma ICONTEC 1311 (Segunda Actualización 1991-03-6.p.3).Colombia

Dónde:

n = número de muestras que se van a examinar

m = parámetro normal

M = valor máximo permitido

C = número de muestras aceptadas con M

2.5. Factores que influyen en la calidad de los productos paneleros

Los factores que afectan la calidad de panela, azúcar y miel hidrolizada son los siguientes:

2.5.1. Edad insuficiente de la caña

Cañas no maduras dan generalmente productos de baja calidad, porque la sacarosa es escasa, la pureza de los jugos es baja ya que existen abundantes gomas y además el rendimiento es bajo.

2.5.2. Largos períodos entre corte y molienda:

Para evitar la inversión de los azúcares, fermentación y deshidratación, las cañas deben molerse dentro de las 24 horas después del corte caso contrario se obtendrá bajo rendimiento, producto de sabor amargo y color oscuro desagradable. Manejo inadecuado de la cosecha, cuando se corta cañas tiernas los jugos son de baja pureza, por lo tanto, rebajan la calidad de los guarapos, disminuye el rendimiento y el producto presenta un color verdoso que es poco agradable.

2.5.3. Exceso de riego en la plantación de caña:

Los tallos robustos y gruesos son de pésima calidad porque tienen poca cantidad de sacarosa y mucha agua que disminuyen el rendimiento.

2.5.4. Falta de aseo en las tinas:

Las tinas donde se deposita el jugo lo largo del proceso, debe lavarse al menos después de tres vaciadas caso contrario se produce fermentación y acumulación de residuos y formación de costras en las mismas lo cual afecta al producto al presentar alto contenido de impurezas.

2.5.5. Mal combustible:

Cuando el combustible está húmedo arde defectuosamente y la temperatura no es suficiente para evaporar el agua rápidamente; esto da como resultado panela blanda y de mala presentación

2.5.6. Uso de combustibles tóxicos:

Para la producción de calor en un trapiche debe usarse exclusivamente bagazo seco. En algunos trapiches se usa llantas como fuente de calor las cuales despiden grandes humaredas que contienen partículas de hollín o carbón con un diámetro a menudo menor de 0.1 mieras como resultado de la combustión incompleta de los combustibles carbonosos; mismos que van a precipitar en los jugos y además el olor fuerte penetra fácilmente al producto. De acuerdo a esto se puede considera como un trabajo no ético, además que conseguiremos un producto que atente contra la salud del consumidor.

2.5.7. Cañas aguarapadas:

Se entiende las cañas en las cuales se ha iniciado un proceso de fermentación por no procesarse inmediatamente después de su cosecha o cuando se ha extraído el jugo y este ha sido guardado. Estas cañas producen jugos más difíciles de clarificar y por tanto se obtiene panelas más oscuras, con sabor y olor a fermento. Al no ser procesadas inmediatamente la caña ira perdiendo poco a poco su contenido de grados Brix.

2.5.8. Cañas sobre maduras:

Las cañas pasadas de madurez tienen baja pureza por su alto contenido de azúcares invertidos y menos sacarosa lo cual produce panelas blandas.

2.5.9. Mezcla de la cachaza:

Por descuido o desconocimiento de la temperatura adecuada para descachazar los guarapos hierven conjuntamente con la cachaza lo que dará como resultado un producto de color más oscuro y con impurezas, producto que en el mercado podrá ser rechazado o comercializado a menor precio. Lo que vendría a perjudicar económicamente al productor, Esto ha obligado al uso excesivo de clarificantes químicos algunos nocivos para la salud del consumidor.

2.5.10. Excesiva presión de las masas:

Si para conseguir mayor extracción y rendimiento se ajustan mucho las masas del trapiche, pasarán al guarapo sustancias colorantes que lo tiñen y gomas que impiden la formación de cristales, desmejorando la calidad del producto final en este caso la panela en bloque.

2.5.11. Desaseo de la fábrica:

Los residuos de guarapo, miel y panela que quedan en las masas, tuberías, pre-limpiadores, pailas, etc., se "avinagran" y transmiten esos fermentos a los guarapos nuevos. Es por esto indispensable la limpieza del trapiche.

2.5.12. Uso excesivo de cal:

La cal además de facilitar la granulación regulando el pH del jugo que impide la inversión de la sacarosa por efecto de las altas temperaturas de concentración sirve para

clarificar los jugos, pero a medida que se abusa de ella el azúcar adquiere un sabor amargo y va tomándose más oscura aun cuando mejore su finura. A veces, el color del azúcar no es uniforme, debido a que la lechada de cal no tiene la misma densidad.⁸

2.6. Control de calidad de la panela

En industrias alimenticias el control de la calidad es de vital importancia, ya que de este depende no sólo la aceptabilidad del producto en el mercado, productividad en las empresas sino también en gran medida la salud del consumidor.

La piedra angular del control de la calidad es la especificación. Las especificaciones incluyen los valores máximo y mínimo admisibles acerca de una variable cualitativa y cuantitativa que se valora en un producto, es decir, sus especificaciones con sus límites de tolerancia aceptables. Las características esenciales a tomar en cuenta para el control de calidad se seleccionan durante el proceso de fabricación.

El control de la calidad debe aplicar técnicas y esfuerzos para mantener y mejorar la calidad de un producto, mediante la creación de un patrón en base al cual se garantice que los productos estén libres de defectos y propiedades inaceptables, satisfagan reglamentaciones y normas aplicables en materia de salud, seguridad y medio ambiente.

Dentro del control de calidad de la panela se toma en cuenta los siguientes aspectos:

Higiene: Durante el proceso se deben observar buenas medidas de higiene para no contaminar el producto, especialmente en las etapas de extracción y pre limpieza de los jugos y la centrifugación y empaque de la panela.

En la materia prima: Controlar que la caña de azúcar, este en el punto de madurez adecuado y sea de la variedad adecuada, para garantizar un mejor rendimiento.

⁸CORPOICA. Artículos Técnicos sobre el Cultivo de la Caña y la Elaboración de Panela. Colombia. 2006.

Durante el proceso: La pre limpieza debe ser adecuado, sin utilizar el exceso de aditivos (cal, fosfato) para lograr una buena clarificación mediante un grado de acidez adecuada.

En el producto final: La panela granulada debe quedar con un tamaño de grano uniforme y suelto, de color café rojizo y sin presencia de sustancias extrañas. El tamaño promedio de los granos debe ser de 1 mm y la humedad final entre 4 y 5%.⁹

2.6.1. Control de Calidad de las materias primas y producto terminado para panela

Es necesario un control de calidad en la materia prima, pues de ésta depende la calidad del producto final. El control de calidad que se realiza durante un proceso de producción, es de carácter rutinario para comprobar la homogeneidad del producto y verificar que los parámetros de proceso sean los adecuados. En el producto final este control se realiza para comprobar la conformidad con las especificaciones físicas, químicas, microbiológicas y sensoriales establecidas para el producto. Para un control de calidad, es necesario que exista control sanitario y control de productos en todas sus fases; esto es desde la producción hasta el producto terminado.

2.6.2. Pasos para el control de la calidad en una agroindustria panelera

Con la finalidad de iniciar un proceso de control de calidad en la agroindustria panelera se puntualizan algunos pasos:

- 1) Establecimiento de estándares de calidad: basados en las necesidades del consumidor, apegados a la calidad ética, estética y tecnológica, seguridad alimentaria y confiabilidad
- 2) Evaluación del cumplimiento: comparación entre el producto manufacturado y los estándares.

⁹ Arias, R; Coj, J; De León, L; Tartanac, F. Nueva Técnica de Producción de Panela Granulada. USAC, INCAP/OPS, IICA-PRODAR. Guatemala, 2006. 15 p.

- 3) Ejercer acción cuando sea necesario: corrección de problemas y causas referentes a diseño, ingeniería, producción y mantenimiento.
- 4) Hacer planes de mejoramiento continuo para mejorar costos, seguridad y confiabilidad del producto.¹⁰

2.6.3. Calidad organoléptica

La calidad organoléptica depende de características no mensurables que son aquellas para las cuales no disponemos de instrumentos técnicos, ni unidades de medida y utilizamos los órganos de los sentidos que rara vez describen completamente lo que se busca. Las propiedades organolépticas son todas aquellas descripciones de las características físicas que tiene la materia en general, según las pueden percibir los sentidos, su estudio es importante en las ramas de la ciencia en que es habitual evaluar inicialmente las características de la materia sin la ayuda de instrumentos científicos. Dichas características son: Sabor o gusto Olor, Consistencia, Textura, Color y Aspecto¹¹.

2.6.4. Características sensibles a la vista

2.6.4.1. Impurezas

Las impurezas pueden ser naturales o añadidas accidentalmente. Durante la producción, las impurezas pueden ser a propósito, accidentalmente, inevitablemente, cierto o añadido en el fondo. El nivel de impurezas en un material se define generalmente en términos relativos. Es una sustancia o conjunto de sustancias extrañas a un cuerpo o materia que están mezcladas con él y alteran, en algunos casos, alguna de sus cualidades.¹²

¹⁰<http://www.pasos-para-la-elaboracion-de-panela>

¹¹[www.wordreference.com/definicion/calidad organoléptica](http://www.wordreference.com/definicion/calidad%20organol%C3%A9ptica)

¹²www.wordreference.com/definicion/impureza

2.6.4.2.Turbidez

Se entiende por turbidez o turbiedad la falta de transparencia de un líquido debida a la presencia de partículas en suspensión. Cuantos más sólidos en suspensión haya en el líquido (generalmente se hace referencia al agua),¹³ más sucia parecerá ésta y más alta será la turbidez. La turbidez es considerada una buena medida de la calidad del agua, cuanto más turbia, menor será su calidad.

2.6.4.3.Viscosidad

La viscosidad se define como la densidad de los fluidos, que se mide por su velocidad de movimiento por un tubo capilar. Se relaciona con característica como pegajoso, glutinoso.

2.6.4.4.Apariencia o Aspecto

Está determinado por la forma, color, ausencia de defectos, presentación, así como lozanía de la cosecha y estado de maduración.

2.6.4.5.Solubilidad

La capacidad de una determinada cantidad de líquido para disolver una sustancia sólida no es ilimitada, la solubilidad de una sustancia respecto de un disolvente determinado es la concentración que corresponde al estado de saturación a una temperatura dada, es la capacitación de disolver o desleírse, se denomina mediante el índice o nivel de miscibilidad o compactibilidad.¹⁴

¹³www.lenntech.es/viscosidad.htm

¹⁴www.lenntech.es/textura.htm

2.6.5. Características sensibles al Tacto y oído

2.6.5.1. Textura

Se define como textura a la propiedad de los alimentos apreciada por la vista y el oído. Para productos sólidos se valora con un panel de prueba, el catador evaluará o degustará el producto: mirando, tocando, mordiendo, la textura de los alimentos se puede clasificar en: firme, blanda, jugosa, correosa, elástica y fibrosa.¹⁵

2.6.5.2. Consistencia

La consistencia de un producto se determina por medio de un panel de prueba podemos conocer esta característica según el aspecto, sensación que produce en la lengua. En la descripción de la consistencia, es necesario señalar: fluidez, presencia de cristales (tamaño, solidez, uniformidad o heterogeneidad de la distribución de los cristales).¹⁶

2.6.6. Información nutricional del azúcar Panela

- ✓ El azúcar sacarosa es el principal constituyente de la Panela, con un contenido que varía entre 75 y 85% del peso seco.
- ✓ Contiene glucosa y fructosa en menor medida.
- ✓ Aporta entre 310 y 350 calorías, por cada 100 gramos de Panela.
- ✓ Aporta cantidades apreciables de vitaminas A, B, C, D y E.
- ✓ Respecto a los minerales destacan entre otros el calcio, hierro, potasio, fósforo, magnesio, cobre, zinc y manganeso.

¹⁵es.thefreedictionary.com/solubilidad

¹⁶www.lenntech.es/textura.htm

- ✓ El calcio contribuye a la formación de una mejor dentadura y huesos más fuertes.

Evita enfermedades como:

- ✓ La osteoporosis en la edad adulta.
- ✓ El hierro previene la anemia.
- ✓ El fósforo participante en el metabolismo de las grasas.
- ✓ El magnesio es un fortificante del sistema nervioso.
- ✓ El potasio es indispensable en el mantenimiento del equilibrio del líquido intracelular, afecta el ritmo del corazón y participa en la regulación de la excitabilidad nerviosa y muscular.

2.6.7. Propiedades y usos del azúcar Panela

- ✓ Aporte rápido de energía tras un esfuerzo agotador.
- ✓ Bebidas refrescantes (con limón y naranja agria).
- ✓ Bebidas calientes (café, chocolate, aromáticas y té).
- ✓ Salsa para carnes y repostería.
- ✓ Conservas de frutas y verduras.
- ✓ Edulcorar jugos.
- ✓ Tortas, bizcochos, galletas, mermeladas y postres.

- ✓ La cocina de platos típicos.

2.6.8. Otros usos de la panela

- ✓ Cicatrizante (CINAPAL)
- ✓ Malestar de gripe. Al igual que la miel de abeja tiene un efecto balsámico y expectorante en casos de resfriados.

Cuadro N° 7
Composición físico química y nutricional de la panela

Análisis	Límite Inferior	Límite Superior	Valor Promedio
Análisis Proximal			
Humedad, %	5,77	10,18	7,48
Proteína, %	0,39	1,13	0,70
Nitrógeno, %	0,06	0,18	0,11
Grasa, %	0,13	0,15	0,14
Fibra, %	0,24	0,24	0,24
Az. Reductores, %	7,10	12,05	9,15
Sacarosa, %	75,72	84,48	80,91
Cenizas, %	0,61	1,36	1,04
Minerales, mg/100 g			
Magnesio	28,00	61,00	44,92
Sodio	40,00	80,00	60,07
Potasio	59,00	366,00	164,93
Calcio	57,00	472,00	204,96
Manganeso	1,20	4,05	1,95
Fósforo	34,00	112,50	66,42
Zinc	1,30	3,35	2,44
Hierro	2,20	8,00	4,76
Color % T (550 nm.)	34,90	75,90	55,22
Turbiedad % T (620 nm.)	32,79	71,78	52,28
pH (Acidez)	5,77	6,17	5,95
Peso g	378,00	498,00	434,86
Poder Energético			
Calorías/100 g	322,00	377,00	351,00

Fuente: Determinación de la Composición Físico-Química de la PANELA, Región Hoyael Río Suárez. Convenio ICA-Holanda, CIMPA, Barbosa S.S, 2006

2.7. Proceso de Elaboración de la Panela

- Corte de la caña; el cual debe ser cada cuatro meses.
- Acarreo de la caña al lugar de la Molienda,

- c) La caña es lavada para extraer el guarapo en molinos movidos por motores de gasolina como es el Trapiche,
- d) Durante la filtración se retienen las impurezas sólidas (cachaza); y el guarapo (Jugo) limpio pasa a través de las mesas retenedoras a un conducto hasta caer en las pilas evaporadores.
- e) El zumo, a medida que va concentrándose va pasando a las diferentes pilas evaporadoras y en la última el guarapo pasa a ser miel.
- f) En la punteadora (equipo concentrador) ver anexo 3, se toma el punto en el que ya ésta la miel; introduciendo un poco en agua fría y comprobando que se cristaliza.
- g) Enfriadora, donde la miel se deja reposar, para que realice la granulación de la panela. Al formarse cristales, se bate toda la panela para que quede totalmente granulada y seca.¹⁷

2.8. Medio ambiente.

Los recursos naturales del cultivo y beneficio de la caña panelera se puede minimizar empleando prácticas amigables, que permitan la protección del medio ambiente. Con el aprovechamiento de la cachaza para alimentación animal, se disminuye la contaminación del agua, pues la cachaza no es arrojada a las corrientes, todo lo contrario es aprovechada; además se reduce la acidificación de los suelos, el procesamiento o transformación permitirá la obtención de un producto libre de adulterantes químicos como anilina y claro, que son utilizados para mejorar la apariencia física del producto. Estas sustancias son nocivas para la salud de los consumidores ocasionando muchas enfermedades, por sus efectos gástricos y cancerígenos (Prodepaz, 2004).

2.9. Fórmulas de Balance de Materia y Energía

Balance parcial del jugo

$$B1 = \frac{1000\text{Kg}(0.65)}{1000\text{Kg}}$$

Balance parcial del bagazo

$$B2 = \frac{1000\text{Kg}(0.30)}{1000\text{Kg}}$$

¹⁷<http://www.agrocadenas.gov.co/>

Balance parcial de las impurezas

$$B3 = \frac{1000\text{Kg}(0.05)}{1000\text{Kg}}$$

Calor

$$Q_s = m * C_p * \Delta T$$

Calor sensible

$$Q = - K A \left(\frac{dT}{dx} \right)$$

Calor total teórico del producto

$$Q_T = (Q_s + Q_l) + 20\%$$

Porcentaje de eficiencia

$$\%E = \frac{\text{Calor total de vapor}}{Q_{\text{Experimental}}} * 10$$

Calor total práctico del producto

PC_{GAS} = Poder calorífico del gas

M_{GAS EVA} = Masa gas evaporado

QP = Calor práctico

$$QP = PC_{GAS} * M_{GAS EVA}$$

Porcentaje de eficiencia

$$\%E = \frac{\text{Calor total de vapor}}{Q_{\text{Experimental}}} * 100$$

Coeficiente isobárico

$$\beta = \frac{1}{T}$$

2.10. Marco Conceptual

Acidez.-Exceso de iones de hidrógeno en una solución acuosa, en relación con los que existen en el agua.

Acuosa.- Que se parece al agua o tiene alguna de sus características, especialmente su densidad y color.

Clarificación.-Se lleva a cabo por flotación, pues es imposible por sedimentación ya que las pailas se encuentran a ebullición. La clarificación se realiza mediante floculación o aglutinamiento de las impurezas presentes en el jugo, debido a un efecto combinado de temperatura, tiempo y acción de agentes clarificantes (mucilagos vegetales o polímeros químicos).

Clarificantes.- Poner más claro, menos turbio o denso.

Caña de azúcar.- Planta monocotiledónea y gramínea. Originaria de la india, con tallo leñoso, de uno a 5 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 con flores purpúreas en panoja piramidal.

Concentración.-La concentración se refiere a la cantidad de soluto que hay en una masa o volumen determinado de solución o solvente. Puesto que términos como concentrado, diluido, saturado o insaturado son inespecíficos, existen maneras de expresar exactamente la cantidad de soluto en una solución.

Descachazado.-Quitar la cachaza al guarapo.

Ebullición.- Movimiento agitado y con burbujas de un líquido, que tiene lugar al elevar su temperatura

Edulcorantes.-Un sustituto del azúcar o edulcorante es un aditivo para los alimentos que duplica el efecto del azúcar, pero que usualmente tiene menos energía.

Estándar.-Que sirve como tipo, modelo, norma, patrón o referencia por ser corriente, de serie

Fermentación.- Proceso químico por el que se forman los alcoholes y ácidos orgánicos a partir de los azúcares por medio de los fermentos

Floculación.- La floculación es un proceso químico mediante el cual, con la adición de sustancias denominadas floculantes, se aglutinan las sustancias coloidales presentes en el agua, facilitando de esta forma su decantación y posterior filtrado.

Inducir.- Instigar, incitar: nos indujeron las circunstancias. Llegar a conclusiones generales a partir de hechos particulares: inducir una teoría

Inmersión.- Introducción de algo en un líquido

Implicaciones.-Relación entre el efecto y la causa, consecuencia

Impurezas.- Es una sustancia dentro de un limitado volumen de líquido gas o solido que difiere de la composición química

Insolubles.- Que no puede disolverse ni diluirse

Maceración.- Ablandamiento de una sustancia sólida golpeándola o sumergiéndola en un líquido

Mucilago.-El mucílago es una sustancia vegetal viscosa, coagulable al alcohol. También es una solución acuosa espesa de una goma o dextrina utilizada para suspender sustancias insolubles y para aumentar la viscosidad.

Optimo.-De bueno. Muy bueno, que no puede ser mejor: sus resultados en la asignatura de matemáticas son óptimos

Preservación.- conservación o protección contra un daño o peligro

Rendimiento.-Producto o utilidad que rinde o da una persona o cosa

Sedimentos.- Materia que tras haber estado suspensa en un líquido se posa en el fondo del recipiente que la contiene:

Toxinas.-Sustancia elaborada por los seres vivos, en especial por los microbios y que obra como veneno.

Viscosidad.-Propiedad de un fluido que tiende a oponerse a su flujo cuando se le aplica una fuerza.”¹⁸

¹⁸http://www.izt.uam.mx/cosmosecm/VOCABULARIO_QUIMICA.h

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Aspectos metodológicos del estudio

3.1.1. Ubicación

La presente investigación se realizó en la provincia de Sucumbíos en el cantón Lago Agrio específicamente en la planta procesadora de panela perteneciente al Municipio de lago Agrio.

3.1.2. Tipo de investigación

La presente investigación es Experimental – Relacional –No Observacional, para ello se realizaron diferentes pruebas con la finalidad de encontrar el mejor resultado. Además se utilizaron dos tipos de mucilagos en tres concentraciones de tal manera que con cada tratamiento se analizó y se determinó el más aceptable al consumidor. Así mismo se determinó la relación causa – efecto que se genera entre las variables dependientes e independientes, para determinar el mejor tratamiento. Las variables independientes van a ser modificadas para obtener diferentes resultados hasta conseguir que el producto obtenido sea el ideal y aceptable por el consumidor.

3.1.3. Métodos de Investigación

En esta investigación se utilizó varios métodos para alcanzar los objetivos deseados:

La aplicación del método de observación científica me permitió obtener resultados de los objetivos planteados donde se analizó de forma ordenada y total cada una de las variables para posteriormente dar las conclusiones respectivas, mediante el método inductivo se partió de un problema organoléptico en la panela para llegar a un objetivo final, se examinó en profundidad las características internas de la panela, con el método

deductivo se observó las características físicas – químicas de la materia prima para resolver esta investigación, basándonos en la teoría y conocimientos adquiridos, se analizó y probó de manera práctica las variables planteadas, siguiendo los procedimientos metodológicos de la inducción para llegar a la formación de una teoría interpretativa general y por medio de datos estadísticos se obtuvieron resultados y conclusiones en esta investigación.

3.1.4. Fuentes y técnicas de investigación

Se aplicó algunas técnicas de investigación tales como: Encuestas al personal docente y estudiantes del ISTECH, recopilación de información en internet, consultas en libros físicos, virtuales, a expertos en la producción de panela, revisión de documentos y folletos.

3.2. Diseño estadístico para la prueba de hipótesis

Factor A: Sustrato de mucilago $\left\{ \begin{array}{l} A1= \text{Balso Blanco} \\ A2= \text{Cadillo blanco} \end{array} \right.$

Factor B: Dosis de sustrato $\left\{ \begin{array}{l} B1= 1\% \\ B2= 2\% \\ B3= 3\% \end{array} \right.$

Tratamientos

A1B1 (balso blanco*1%)

A1B2 (balso blanco *2%)

A1B3 (balso blanco*3%)

A2B1 (cadillo*1%)

A2B2 (cadillo*2%)

A2B3 (cadillo*3%)

Total de tratamientos: 6

Repeticiones: 3

Diseño experimental: se aplicó un diseño experimental completamente al azar (DCA) con un arreglo factorial A*B con tres repeticiones

Prueba de significancia: prueba Tukey con el 5%

Cuadro No 08
Esquema del ADEVA

FUENTE DE VARIACIÓN	gl.
TOTAL	17
Tratamientos	5
Factor A	1
Factor B	2
A x B	2
Error experimental	12

Fuente: Ramos Salinas Yolanda UTE 2012

3.3. Población

Para el desarrollo de la investigación que se propone se trabajó con la población que se resume en la siguiente tabla:

TABLA 01
Resumen de población

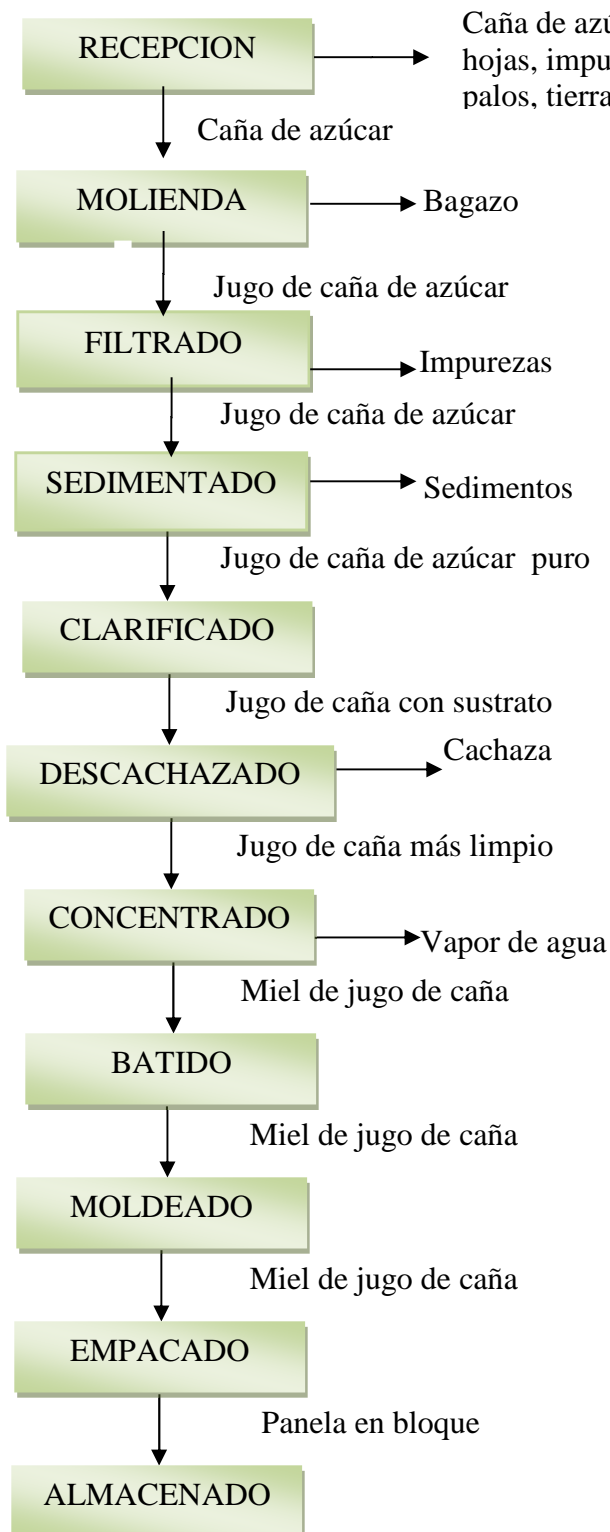
DETALLE	FRECUENCIA
Planta de Panela	5
ISTEC	25
Total	30

Fuente: Ramos Salinas Yolanda UTE 2012

3.4. Muestra

Para la ejecución del trabajo que se presenta, considerando el número de la población a investigarse es pequeña no se establece ningún proceso de muestreo, por lo tanto se trabajará con toda la población, los mismos que conforman una muestra de género masculino y femenino comprendido ente los 19 a 55 años de edad.

3.5. Diagrama de flujo cualitativo en la evaluación de dos tipos de mucílagos para mejorar el descachazado en el proceso de elaboración de panela de bloque.



Elaborado por: Ramos Salinas Yolanda UTE 2012

3.5.1.Descripción de las etapas del proceso

3.5.1.1. Recepción

La caña de azúcar debe estar en su estado óptimo de madurez, es decir debe contener más de 19° Brix, recibimos la caña con muchas impurezas tales como hojas, raíces, palos y tierra lamentablemente no cuentan con un sistema de pre lavado en esta fábrica donde al trapiche tiene que ir como llega.

3.5.1.2. Molienda

La caña es ubicada en la banda transportadora, la misma que facilita la alimentación del molino, prácticamente en este trapiche se muele 2 toneladas por hora con un porcentaje de extracción del 65%.

3.5.1.3. Filtrado

El juego de caña es tamizado con una malla número 10, de 1,91mm para retener bagazo arrastrado por las masas.

3.5.1.4. Descimentado

Mediante una bomba y tubería inoxidable es transportado el juego al descimentador donde las impurezas se precipitan luego por pasan por otro tamiz número 18, de 1mm

3.5.1.5. Clarificado

Para esto se adiciona las 2/3 partes del sustrato de mucilago, esto debe ser cuando el juego logra una temperatura de 65° C, lo que equivale a 10 litros de sustratos, en 600 litros de jugo de caña, cuando este llegue a una temperatura de 75° C sacamos la

cachaza negra y agregamos el restante del sustrato(los 5 litros de sustrato) para por ultimo sacar la cachaza blanca.

3.5.1.6. Descachazado

Este proceso sirve para eliminar las gomas, pigmentos, ceras, entre otras, propias de la caña, aprovechando las diferencias de densidades al calentar el jugo de caña. Este proceso es importante para sacar las impurezas del jugo de caña con lo que se logra sacar un producto limpio. Claro está que al añadir sustratos lograremos clarificar y dar una mejor presentación al producto.

3.5.1.7. Concentrado.

Mediante el vapor generado por el caldero simultáneamente que es alimentado con bagazo seco y madera, gracias al sistema de serpentines se eleva la temperatura a 100⁰C para evaporar el agua y concentrar

3.5.1.8. Batido

Esto se realiza en un concentrador donde llegará a un punto óptimo, es cuando ponemos una pequeña cantidad en un vaso de agua y procedemos a moldearlo en una pelotita.

3.5.1.9. Moldeado

Luego de este baseado en una batea de madera donde batimos con paleta de madera hasta conseguir enfriar un poco, para poder poner en los moldes coger Una vez que se ha batido el jugo concentrado se debe colocar en los moldes donde se deja enfriar para poder desmoldar.

3.5.1.10.Empacado

Luego de sacado del molde la panela y completamente fría se procederá a empacarlo con una funda la misma que fue diseñada para este propósito para que no haya ninguna clase de contaminación además de controlar su peso.

3.5.1.11.Almacenado

Debemos tener un lugar apropiado para el almacenamiento que sea seco y tenga buena ventilación, que reúna todos los requisitos para una buena conservación del producto.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Diseño experimental del sustrato para panela

4.1.1. Análisis estadístico del pH del sustrato del mucílago a utilizar en la panela

4.1.1.1. Tabla de adeva para el variable pH

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Sustrato	0,05	1	0,05	4,41	0,0574NS
Dosis	0,19	2	0,10	7,70	0,0070*
Sustrato*Dosis	0,11	2	0,06	4,55	0,0338*
Error	0,15	12	0,01		
Total	0,50	17			

CV=2.05%

En esta tabla de ADEVA, el factor dosis y la interacción sustrato por dosis es significativo, por lo tanto se aceptó la hipótesis alternativa y se rechazó la nula. La variación en las dosis de los sustratos produce cambios en el pH del jugo de caña.

El factor sustrato no tiene efecto significativo sobre el pH. En este caso se aceptó la hipótesis nula de igualdad de tratamientos y se rechazó la alternativa.

El balso blanco y caldillo blanco producen igual efecto sobre el pH del jugo de caña.

4.1.1.2. Prueba de Tukey para el factor dosis de sustrato

Dosis	Medias	n	E.E.	
2	5,50	6	0,05	A
3	5,47	6	0,05	A
1	5,27	6	0,05	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes($p \leq 0,05$).

Al haber diferencia significativa para el factor dosis de sustrato, se aplicó la prueba de Tukey al 5%. En esta prueba se obtuvo dos rangos de significancia; en el primer rango como mejores tratamientos se encuentran las dosis 2 y 3 % de sustrato, con promedios de pH (5.50 -5.47), en el segundo rango se ubica la dosis 1%, con el promedio más bajo de pH 5.27.

4.1.1.3. Prueba de Tukey para la interacción sustrato por dosis

Sustrato	Dosis	Medias	n	E.E.	
2	2	5,50	3	0,06	A
1	2	5,50	3	0,06	A
2	3	5,47	3	0,06	A
1	3	5,46	3	0,06	A
1	1	5,43	3	0,06	A
2	1	5,10	3	0,06	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$). La interacción presentó significancia estadística por lo que se requirió aplicar la prueba de Tukey al 5%. En esta prueba se obtuvo dos rangos de significación de los cuales los mejores tratamientos se lograron con los dos sustratos caldillo blanco y balso blanco en dosis de 2%; con promedios de 5.50 de pH en el jugo de caña.

En el último rango se encuentra el tratamiento con sustrato caldillo blanco dosificada al 1%, con un promedio de 5.10 de pH.

El coeficiente de variación de 2,05%, indica buen manejo del experimento en condiciones controladas.

4.1.2. Análisis estadístico del ° Brix del sustrato del mucílago a utilizar en la panela

4.1.2.1. Tabla de adeva para el variable °Brix

Tabla de adeva para la variable % de °brix

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Sustrato	5,12	1	5,12	341,33	<0,0001*
Dosis	0,45	2	0,22	14,93	0,0006*
Sustrato*Dosis	0,01	2	0,01	0,33	0,7230NS
Error	0,18	12	0,02		
Total	5,76	17			

CV=0,65%

La tabla de ADEVA al 5% para % de ° Brix, indica lo siguiente; el factor sustrato y el factor dosis son significativos. Se acepta la hipótesis alternativa y se rechaza la nula. La utilización de los dos sustratos en varias dosis producen cambios en los ° Brix del jugo de caña destinado a la elaboración de panela. La interacción sustratos por dosis no presentó significancia estadística, por lo tanto se aceptó la hipótesis nula de igualdad de tratamientos.

4.1.2.2. Prueba de Tukey para la interacción sustrato por dosis

Sustrato	Medias	n	E.E.	
1	19,42	9	0,04	A
2	18,36	9	0,04	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$). De los dos sustratos estudiados el promedio más alto 19.42 °Brix se logra al utilizar balso blanco

4.1.2.3. Prueba de Tukey para el factor dosis de sustrato

Dosis	Medias	n	E.E.	
2	19,07	6	0,05	A
1	18,92	6	0,05	A
3	18,68	6	0,05	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$).

Al haber diferencia altamente significativo para el factor dosis de sustrato, se aplicó la prueba de Tukey al 5%. En esta prueba se obtienen dos rangos de significancia; en el primer rango como mejores tratamientos se encuentran las dosis 2 y 1 % de sustrato, con promedios de (19.07-18.92)° Brix, en el segundo rango se encuentra la dosis 3%, con el promedio más bajo de 18.68% de ° Brix.

Tabla de medias para la interacción sustrato por dosis

Sustrato	Dosis	Medias	n
1	2	19,57	3
1	1	19,47	3
1	3	19,23	3
2	2	18,57	3
2	1	18,37	3
2	3	18,13	3

Estadísticamente todos los tratamientos son iguales, sin embargo los valores más representativos se obtuvieron al utilizar balso blanco con cualquiera de las tres dosis, alcanzando promedios que van de 19,23 a 19,57°Brix en el jugo de caña. El sustrato caldillo blanco presentó valores menores en ° Brix. El coeficiente de variación es 0,65, indica buen manejo del experimento en condiciones controladas.

4.2. Resultados de Encuestas

4.2.1. Valoración del % de impurezas de la panela en bloque

Cuadro No: 09

Valoración del % de impurezas

	Opciones	Panela en Bloque	%
% DE IMPUREZAS	1.Nada	28	93,33
	2. Poco	2	6,67
	3. Bastante	0	0
	4. Demasiado	0	0
TOTAL		30	100

Elaborado por: Yolanda Ramos UTE 2012

Grafico No: 01
Valoración del % de Impurezas



Elaborado por: Yolanda Ramos UTE 2012

Según las encuestas realizadas se determinó que el producto final obtenido al utilizar sustrato de mucilagos tiene menor presencia de impurezas que la panela procesada normalmente, a simple vista se puede detectar fácilmente, esto permitió obtener un producto agradable a los consumidores, en este caso a los catadores.

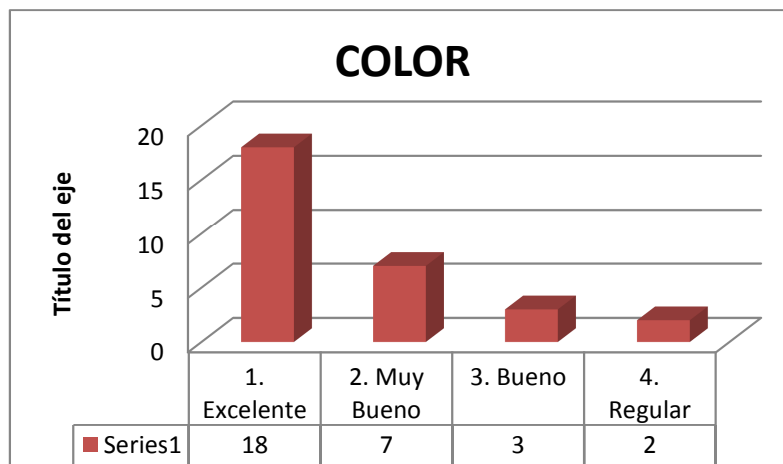
4.2.2. Valoración del color de la panela en bloque

Cuadro No: 10
Valoración del color

COLOR	Opciones	Panela en bloque	%
	1.Excelente	18	60,00
	2.Muy Bueno	7	23,33
	3. Bueno	3	10,00
	4. Regular	2	6,67
TOTAL		30	100

Elaborado por: Yolanda Ramos UTE 2012

Grafico No 2
Valoración del color



Elaborado por: Yolanda Ramos UTE 2012

El 60 % de las personas encuestadas apreciaron la diferencia de color que hay entre una panela elaborada con sustrato de mucilago y una panela normal. En la primera notaron que su color es más claro por lo que recomendaron su utilización además de que no se está afectando con ningún producto artificial.

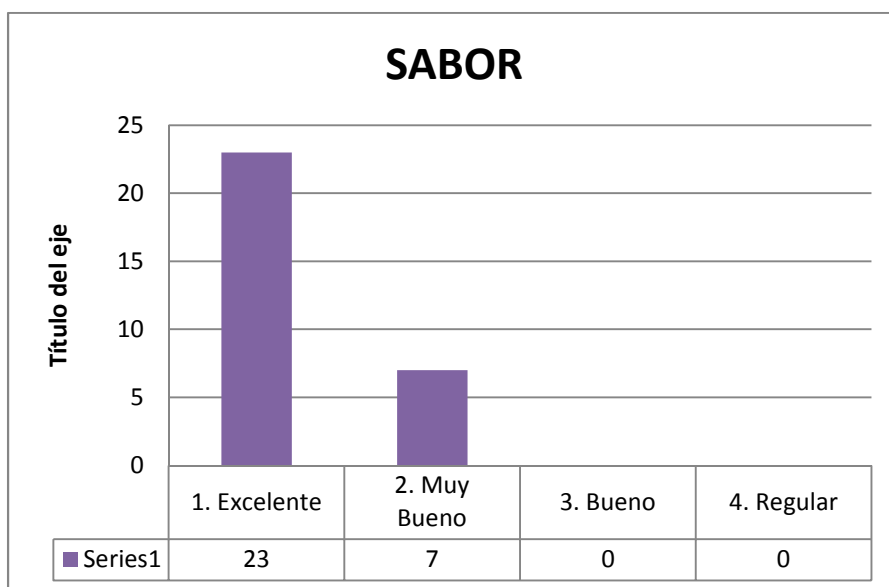
4.2.3. Valoración del sabor de la panela en bloque

Cuadro No 11
Valoración del sabor

	Opciones	Panela en bloque	%
SABOR	1. Excelente	23	76,67
	2. Muy Bueno	7	23,33
	3. Bueno	0	0,00
	4. Regular	0	0,00
TOTAL		30	100

Elaborado por: Yolanda Ramos UTE 2012

Grafico No: 3
Valoración del sabor



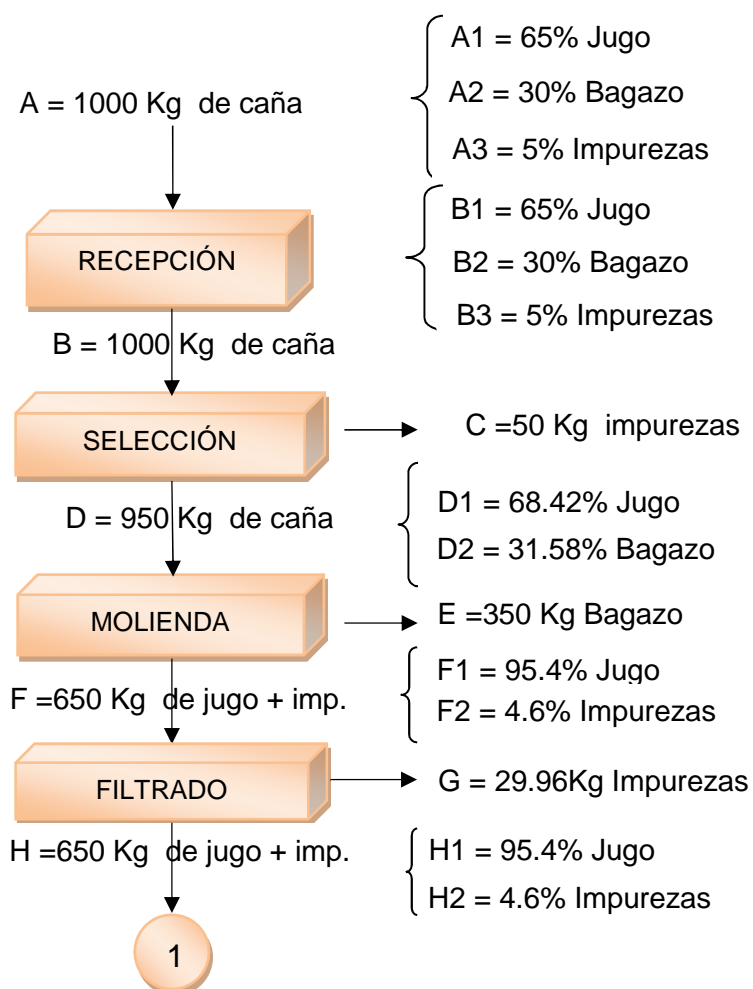
Elaborado por: Yolanda Ramos UTE 2012

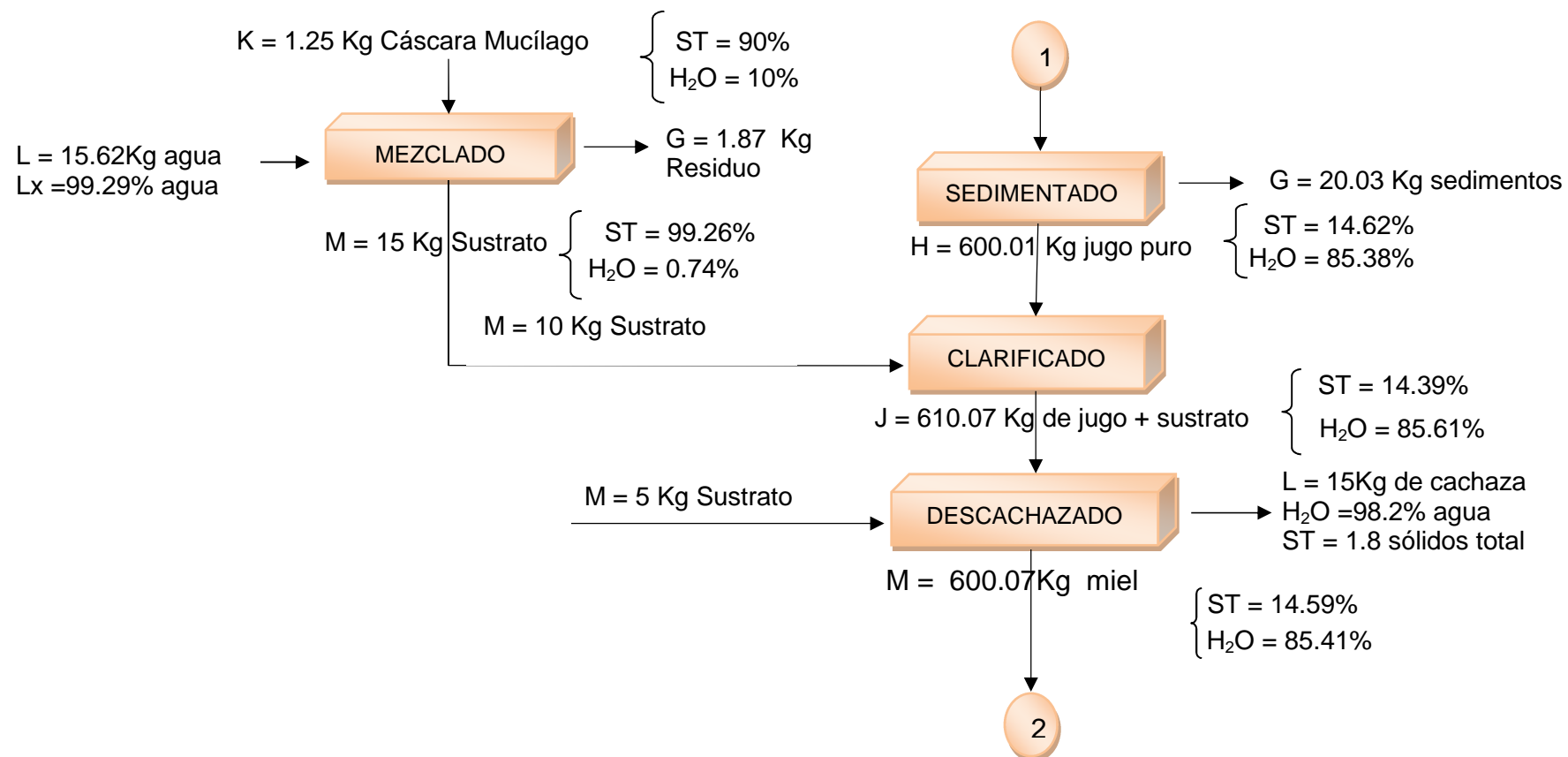
El sabor de la panela en la que utilizo sustrato de mucilago no influyo de ninguna manera en el sabor, siempre conservo su sabor característico, muchos de los catadores concluyeron que con los beneficios obtenidos al utilizar estos mucilagos eran positivos por lo que recomendaron seguir utilizándolos, ya que no afectan para nada a salud del consumidor.

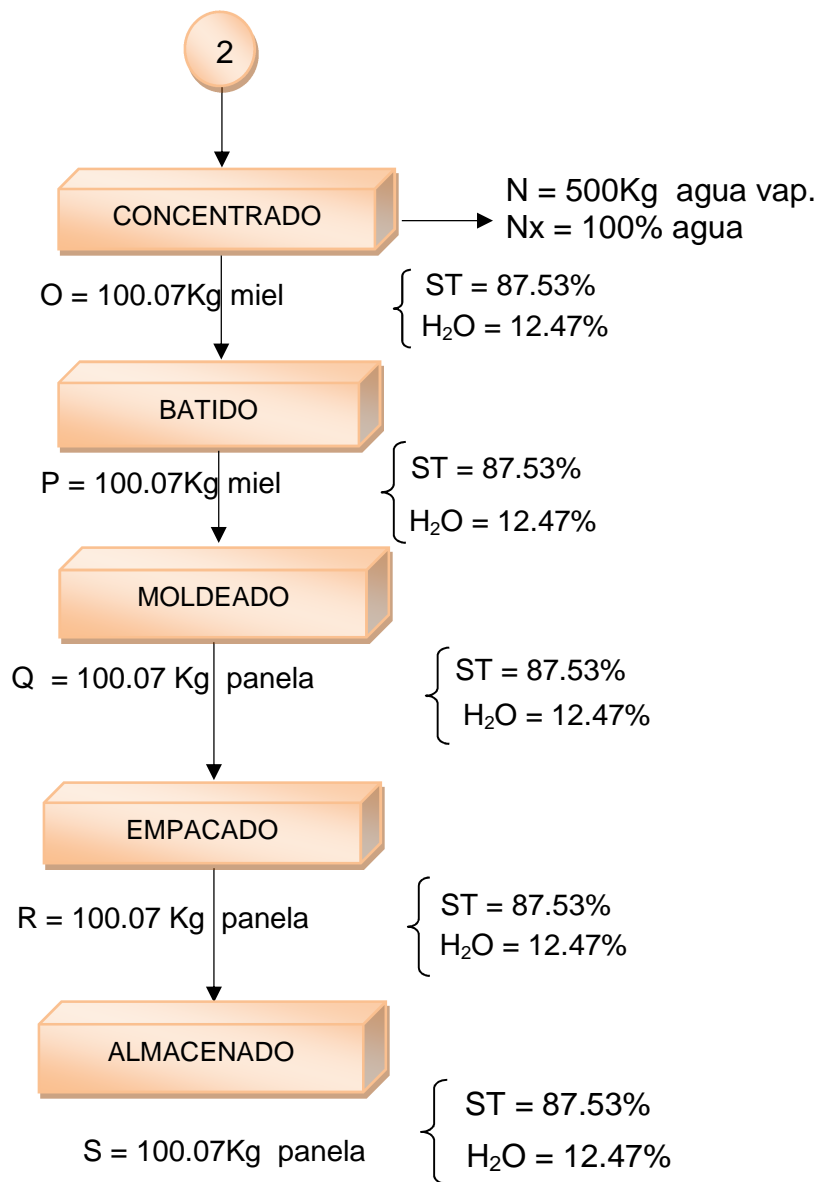
4.3. Balance de materia y energía

4.3.1. Diagrama de flujos cuantitativo en la evaluación de dos tipos de mucílagos para mejorar el descachazado en el proceso de elaboración de panela de bloque.

Base de cálculo 1000kg de caña



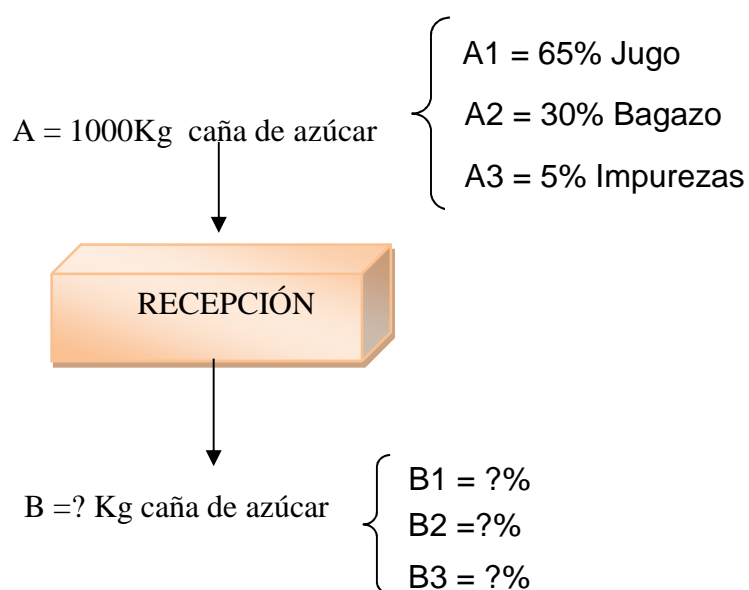




4.3.2. Balance de materia en la evaluación de dos tipos de mucílagos para mejorar el descachazado en el proceso de elaboración de panela de bloque.

Base de cálculo de 1000 Kg de caña de azúcar

Balance de recepción



Balance general

$$A = B$$

$$B = 1000\text{Kg caña de azúcar}$$

Balance parcial de jugo

$$A(A1) = B(B1)$$

$$1000\text{Kg} (0.65) = 100\text{Kg} (Bx)$$

$$B1 = \frac{1000\text{Kg}(0.65)}{1000\text{Kg}}$$

$$B1 = 0.65 * 100$$

$$B1 = 65\%$$

Balance parcial de bagazo

$$A(A2) = B(B2)$$

$$1000\text{Kg} (0.3) = 100\text{Kg} (B2)$$

$$B2 = \frac{1000\text{Kg}(0.30)}{1000\text{Kg}}$$

$$B2 = 0.3 * 100$$

$$B2 = 30\%$$

Balance parcial de impurezas

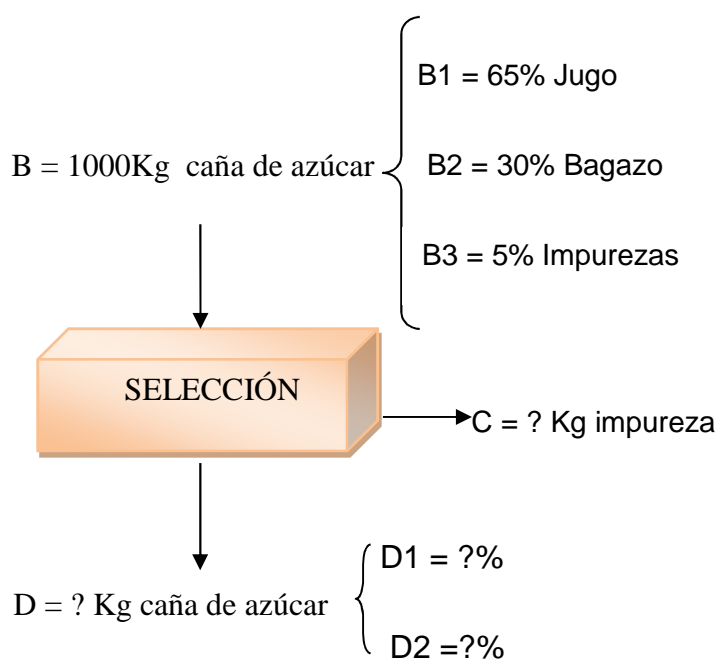
$$A(A3) = B(B3)$$

$$1000\text{Kg} (0.05) = 1000\text{Kg} (B3)$$

$$B3 = \frac{1000\text{Kg}(0.05)}{1000\text{Kg}}$$

$$B3 = 0.05 * 100$$

$$B3 = 5\%$$

Balance en selección**Cálculo para la cantidad de impurezas**

$$C = B (B3)$$

$$C = 1000\text{Kg} (0.05)$$

$$C = 50 \text{ Kg}$$

Balance general

$$B = C + D$$

$$D = B - C$$

$$D = (1000 - 50)\text{Kg}$$

$$D = 950 \text{ Kg}$$

Balance parcial de jugo

$$B(B1) = D(D1)$$

$$1000\text{Kg} (0.65) = 950\text{Kg} (D1)$$

$$D1 = \frac{1000\text{Kg}(0.65)}{950\text{Kg}}$$

$$D1 = 0.6842 * 100$$

$$D1 = 68.42\%$$

Balance parcial de bagazo

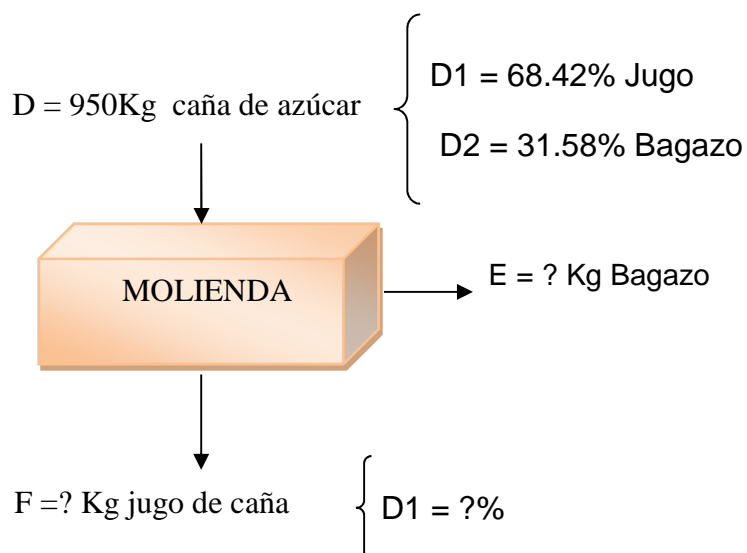
$$D(D2) = D(D2)$$

$$1000\text{Kg} (0.3) = 950\text{Kg} (D2)$$

$$D2 = \frac{1000\text{Kg}(0.3)}{950\text{Kg}}$$

$$D2 = 0.3158 * 100$$

$$D2 = 31.58\%$$

Balance en molienda**Cálculo para la cantidad de bagazo**

$$E = D (D2)$$

$$E = 950\text{Kg} (0.3158)$$

$$E = 300 \text{ Kg}$$

Balance general

$$D = E + F$$

$$F = D - E$$

$$F = (950 - 300)\text{Kg}$$

$$F = 650 \text{ Kg}$$

Balance parcial de jugo

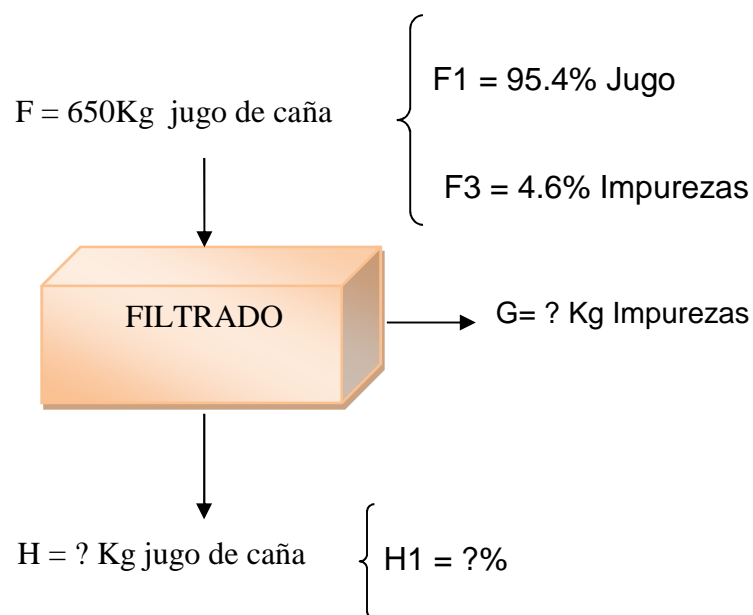
$$D(D1) = F(F1)$$

$$950\text{Kg} (0.6842) = 650\text{Kg} (F1)$$

$$F1 = \frac{950\text{Kg}(0.6842)}{650\text{Kg}}$$

$$F1 = 0.9999 * 100$$

$$F1 = 100\%$$

Balance en filtrado**Cálculo para la cantidad de impurezas en el jugo**

$$G = G (G2)$$

$$E = 650\text{Kg} (0.046)$$

$$E = 29.9 \text{ Kg}$$

Balance general

$$F = G + H$$

$$H = F - G$$

$$F = (650 - 29.9)\text{Kg}$$

$$F = 620.1 \text{ Kg}$$

Balance parcial de jugo

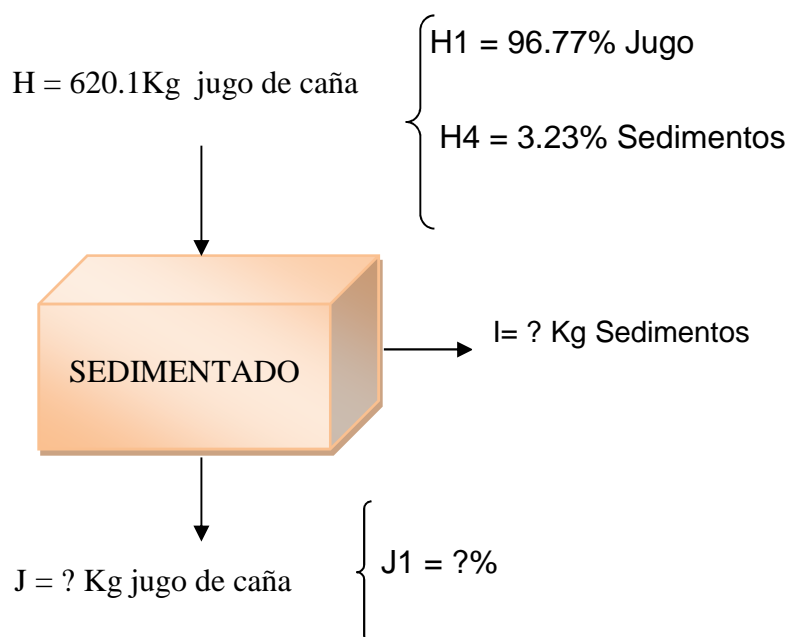
$$F(F1) = H(H1)$$

$$650\text{Kg} (0.954) = 620.1\text{Kg} (H1)$$

$$H1 = \frac{650\text{Kg}(0.954)}{620.1\text{Kg}}$$

$$H1 = 0.1 * 100$$

$$H1 = 100\%$$

Balance en sedimentos**Cálculo para la cantidad de sedimentos**

$$I = H (H4)$$

$$E = 620.1\text{Kg} (0.0323)$$

$$E = 20.03 \text{ Kg}$$

Balance general

$$H = I + J$$

$$J = H - I$$

$$J = (620.1 - 20.03)\text{Kg}$$

$$J = 600.07 \text{ Kg}$$

Balance parcial de jugo

$$H(H1) = J(J1)$$

$$620.1\text{Kg} (0.9677) = 600.07\text{Kg} (J1)$$

$$J1 = \frac{620.1\text{Kg}(0.9677)}{600.07\text{Kg}}$$

$$J1 = 0.1 * 100$$

$$J1 = 100\%$$

Preparación del sustrato de mucílago

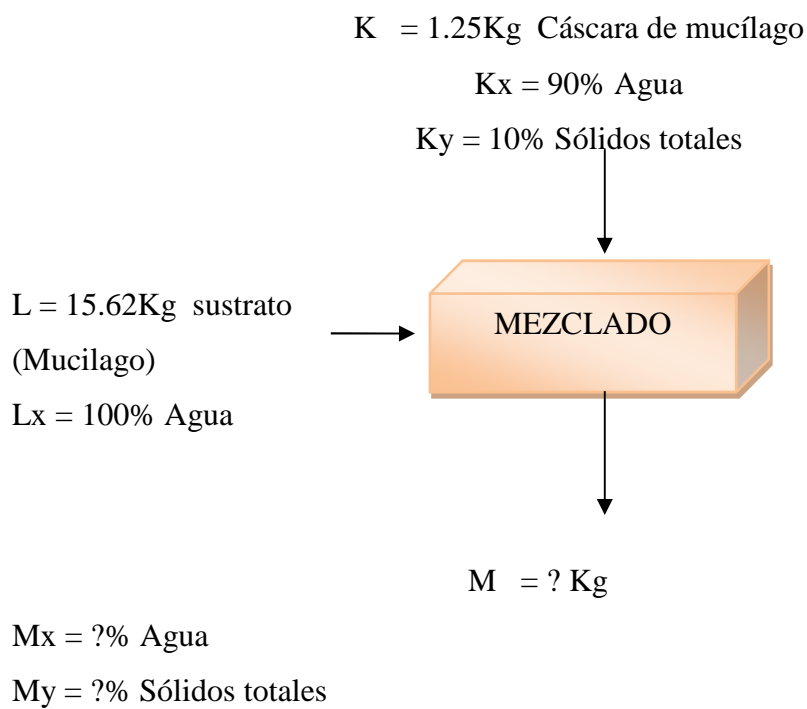
- Por cada 1Kg de corteza macerada adicionar 12,5 litros de agua limpia y tibia, que llamaremos solución de mucílago vegetal.
- Por cada 100 litros de jugo sin clarificar aplicar 2.5 litros de solución de mucílago vegetal.
- Total volumen de solución de mucílago vegetal para clarificar 600 litros de jugo de caña es de 15 litros de solución.

Fotografía N° 3
Preparación del sustrato



Fuente: Yolanda Ramos, UTE 2012

Balance en mezcla



Balance general

$$K + L = M$$

$$M = (1.25 + 15.62) \text{ Kg}$$

$$M = 16.87 \text{ Kg}$$

Balance parcial de agua

$$K(K_x) + L(L_x) = M(M_x)$$

$$1.25\text{Kg} (0.90) + 15.62\text{Kg} (1) = 16.87\text{Kg} (M_x)$$

$$M_x = \frac{(1.125 + 15.62)\text{Kg}}{16.87\text{Kg}} \quad M_y = \frac{(0.125 + 0)\text{Kg}}{16.87\text{Kg}}$$

$$M_x = 0.9926 * 100$$

$$M_x = 99.26\% \quad M_y = 0.74\%$$

Balance parcial de sólidos totales

$$K(K_y) + L(L_y) = M(M_y)$$

$$1.25\text{Kg} (0.10) = 16.87\text{Kg} (M_y)$$

$$M_y = 0.0074 * 100$$

Balance en clarificado

$$J = 600.07\text{Kg} \text{ jugo de caña}$$

$$J_x = 85.38\% \text{ Agua}$$

$$J_y = 14.62\% \text{ Sólidos totales}$$

$$0.0167:1$$

$$M = 10 \text{ Kg sustrato (mucilago)}$$

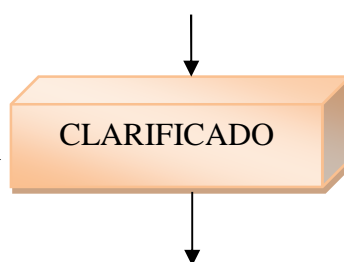
$$M_x = 99.26\% \text{ Agua}$$

$$M_y = 0.74\% \text{ Sólidos totales}$$

$$N = ? \text{ Kg jugo + sustrato}$$

$$N_x = ?\% \text{ Agua}$$

$$N_y = ?\% \text{ Sólidos totales}$$

**Balance general**

$$J + M = N$$

$$N = (600.07 - 10) \text{ Kg}$$

$$N = 610.07 \text{ Kg jugo + sustrato}$$

Balance parcial de agua

$$J(J_x) + M(M_x) = N(N_x)$$

$$600.07\text{Kg} (0.8538) + 10\text{Kg} (0.9926) = 610.07\text{Kg} (N_x)$$

$$N_x = \frac{(512.34 + 9.93)\text{Kg}}{610.07\text{Kg}}$$

$$N_x = 0.8561 * 100$$

$$N_x = 85.61\%$$

Balance parcial de sólidos totales

$$J(J_y) + M(M_y) = N(N_y)$$

$$600.07\text{Kg} (0.1462) + 10\text{Kg} (0.0074) = 610.07\text{Kg} (N_x)$$

$$N_x = \frac{(87.73 + 0.074)\text{Kg}}{610.07\text{Kg}}$$

$$N_x = 0.1439 * 100$$

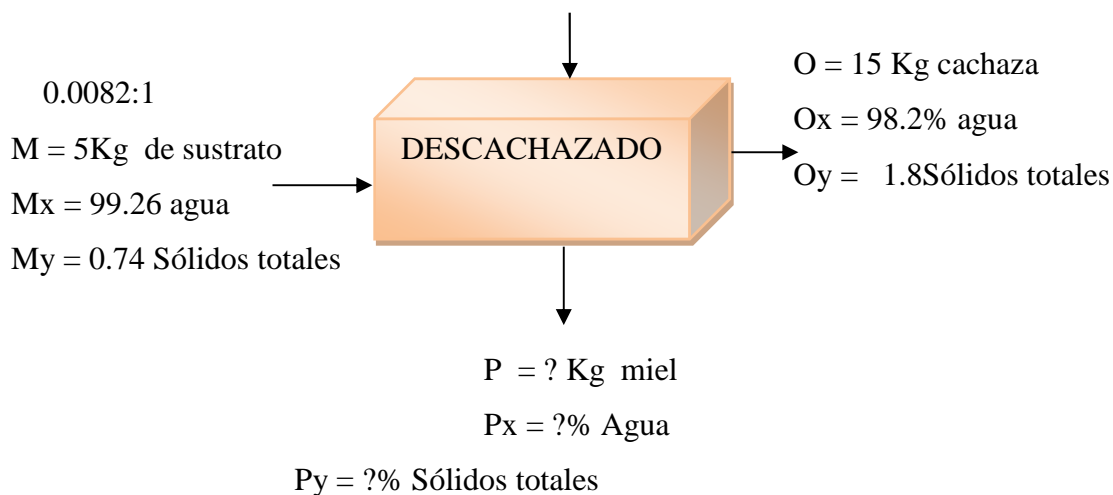
$$N_x = 14.39\%$$

Balance en descachazado

$$N = 610.07\text{Kg} \text{ jugo} + \text{sustrato}$$

$$N_x = 85.61\% \text{ Agua}$$

$$N_y = 14.39\% \text{ Sólidos totales}$$



Balance general

$$N + M = O + P$$

$$P = N + M - O$$

$$P = (610.07 + 5 - 15)\text{Kg}$$

$$P = 600.07 \text{ Kg miel}$$

Balance parcial de agua

$$N(N_J) + M(M_x) = O(O_x) + P(P_x)$$

$$610.07\text{Kg} (0.8561) + 5\text{Kg} (0.9926) = 15\text{Kg} (0.982) + 600.07(P_x)$$

$$P_x = \frac{(522.28 + 4.96 - 14.73)\text{Kg}}{600.07\text{Kg}}$$

$$P_x = 0.8541 * 100$$

$$P_x = 85.41\%$$

Balance parcial de sólidos totales

$$N(N_y) + M(M_y) = O(O_y) + P(P_y)$$

$$610.07\text{Kg} (0.1439) + 5\text{Kg} (0.0074) = 15\text{Kg} (0.018) + 600.07(P_y)$$

$$P_y = \frac{(87.78 + 0.037 - 0.27)\text{Kg}}{600.07\text{Kg}}$$

$$P_y = 0.1459 * 100$$

$$P_y = 14.59\%$$

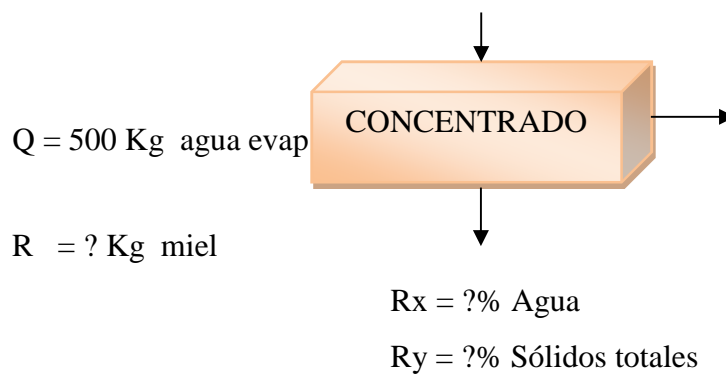
Balance en concentrado

$$P = 600.07\text{Kg miel}$$

$$P_x = 85.41\% \text{ Agua}$$

$$P_y = 14.59\% \text{ Sólidos totales}$$

$$Q_x = 100\% \text{ Agua}$$



Balance general

$$P = Q + R$$

$$R = P - Q$$

$$J = (600.07 - 500) \text{ Kg}$$

$$J = 100.07 \text{ Kg miel}$$

Balance parcial de agua

$$P(P_x) = Q(Q_x) + R(R_x)$$

$$600.07 \text{ Kg} (0.8541) = 500 \text{ Kg} (1) + 100.07 \text{ Kg} (R_x)$$

$$R_x = \frac{(512.47 - 500) \text{ Kg}}{100.07 \text{ Kg}}$$

$$R_x = 0.1247 * 100$$

$$R_x = 12.47\%$$

Balance parcial de sólidos totales

$$P(P_y) = Q(Q_y) + R(R_y)$$

$$600.07 \text{ Kg} (0.1459) = 500 \text{ Kg} (0) + 100.07 \text{ Kg} (R_y)$$

$$R_y = \frac{(87.54 - 0) \text{ Kg}}{100.07 \text{ Kg}}$$

$$R_y = 0.8753 * 100$$

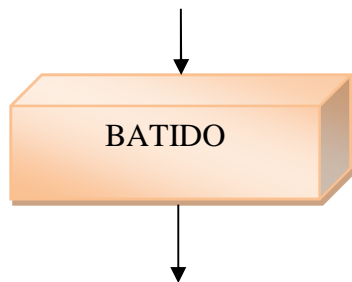
$$R_y = 87.53\%$$

Balance en batido

$$R = 100.07 \text{ Kg miel}$$

$$R_x = 12.47\% \text{ Agua}$$

$$R_y = 87.53\% \text{ Sólidos totales}$$



$$S = ? \text{ Kg miel}$$

$$S_x = ?\% \text{ Agua}$$

$$S_y = ?\% \text{ Sólidos totales}$$

Balance general

$$R = S$$

$$S = 100.07 \text{ Kg miel}$$

Balance parcial de agua

$$R(R_x) = S(P_x)$$

$$100.07 \text{ Kg} (0.1247) = 100.07(S_x)$$

$$S_x = \frac{(12.47) \text{ Kg}}{100.07 \text{ Kg}} \quad S_y = \frac{(87.53) \text{ Kg}}{100.07 \text{ Kg}}$$

$$S_x = 0.1247 * 100$$

$$S_x = 12.47\%$$

Balance parcial de sólidos totales

$$R(R_y) = S(S_y)$$

$$100.07 \text{ Kg} (0.8753) = 100.07(S_y)$$

$$S_y = 0.8753 * 100$$

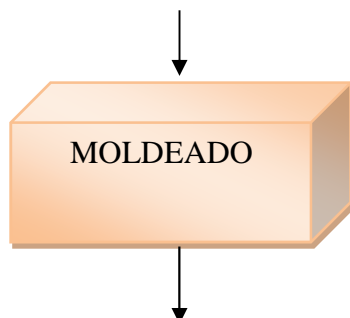
$$S_y = 87.53\%$$

Balance en moldeado

$$S = 100.07 \text{ Kg miel}$$

$$S_x = 12.47\% \text{ Agua}$$

$$S_y = 87.53\% \text{ Sólidos totales}$$



$$T = ? \text{ Kg miel}$$

$$T_x = 12.47\% \text{ Agua}$$

$$T_y = 87.53\% \text{ Sólidos totales}$$

Balance general

$$S = T$$

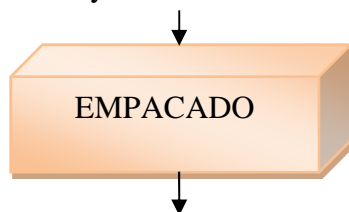
$$T = 100.01 \text{ Kg miel}$$

Balance en empacado

$$T = 100.07 \text{ Kg miel}$$

$$T_x = 12.47\% \text{ Agua}$$

$$T_y = 87.53\% \text{ Sólidos totales}$$



$$U = ? \text{ Kg panela}$$

$$U_x = 12.47\% \text{ Agua}$$

$$U_y = 87.53\% \text{ Sólidos totales}$$

Balance general

$$\mathbf{T = U}$$

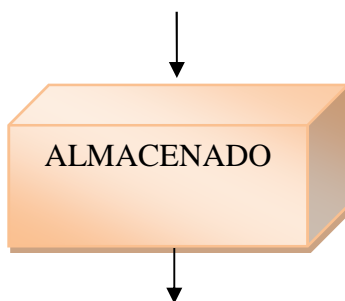
$$\mathbf{U = 100.07Kg\ panela}$$

Balance en almacenado

$$\mathbf{U = 100.07Kg\ miel}$$

$$\mathbf{U_x = 12.47\%\ Agua}$$

$$\mathbf{U_y = 87.53\%\ Sólidos\ totales}$$



$$\mathbf{V = ?\ Kg\ panela}$$

$$\mathbf{V_x = 12.47\%\ Agua}$$

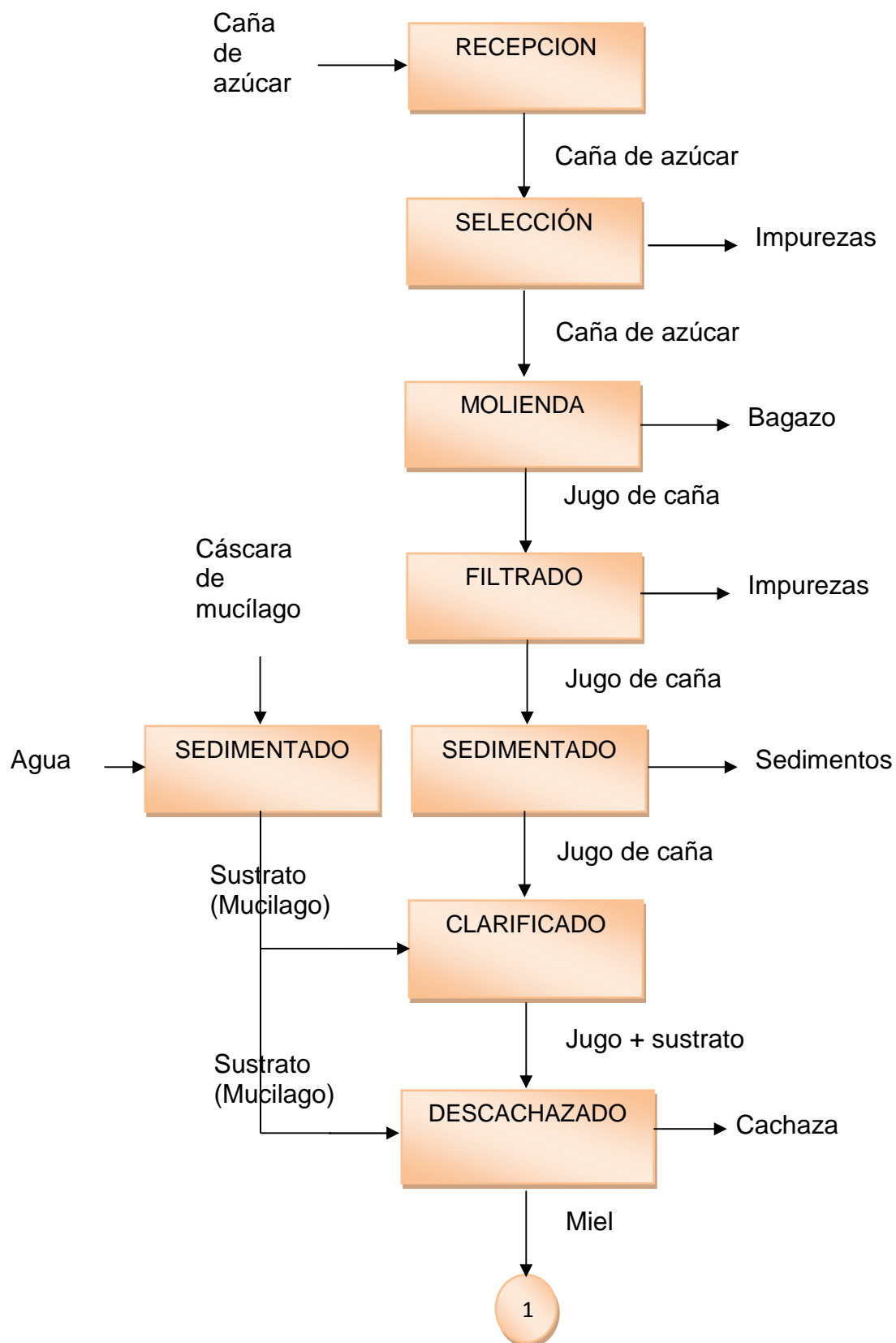
$$\mathbf{V_y = 87.53\%\ Sólidos\ totales}$$

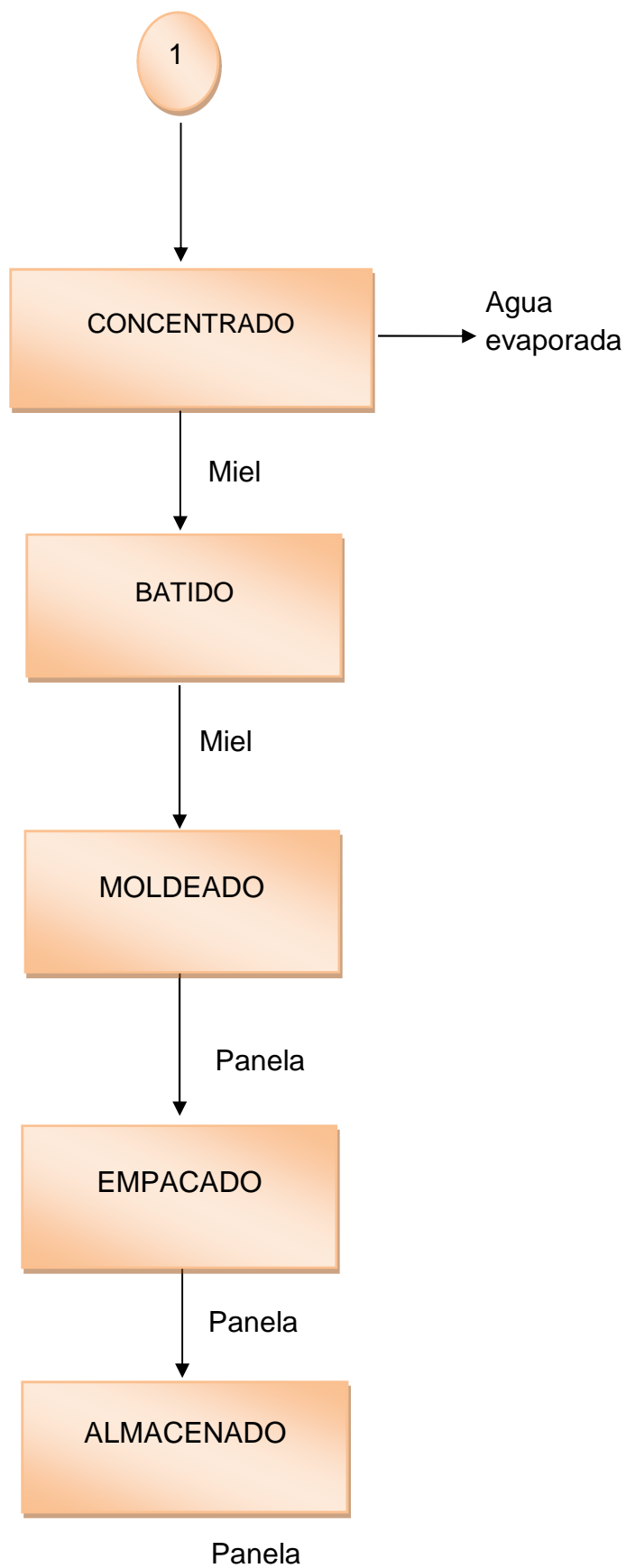
Balance general

$$\mathbf{Q = R}$$

$$\mathbf{R = 100.07Kg\ panela}$$

4.3.3. Diagrama de flujo cualitativo en la evaluación de dos tipos de mucílagos para mejorar el descachazado en el proceso de elaboración de panela de bloque.

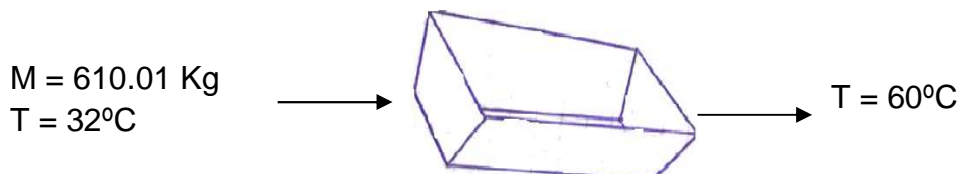




4.3.4. Balance de energía en la evaluación de dos tipos de mucílagos para mejorar el descachazado en el proceso de elaboración de panela de bloque.

4.3.4.1. Balance de energía en la etapa de clarificado

Cálculo de calor por conducción



Calor de las paredes

Datos:

$$k = 237 \text{ W/m } ^\circ\text{C}$$

$$T_{s \text{ externa}} = 42^\circ\text{C}$$

$$T_{s \text{ interna}} = 60^\circ\text{C}$$

$$D_x = 0.0015 \text{ m}$$

$$\text{Área inferior paila} = L * A$$

$$\text{Área inferior paila} = 1.53 \text{ m} * 0.82 \text{ m}$$

$$\text{Área interna paila} = 1.25 \text{ m}^2$$

$$\text{Área superior paila} = L * A * h$$

$$\text{Área superior paila} = 2.07 \text{ m} * 1.37 \text{ m} * 0.515 \text{ m}$$

$$\text{Área superior paila} = 1.46 \text{ m}^2$$

$$\text{Área total} = 1.46 \text{ m}^2 + 1.25 \text{ m}^2$$

$$\text{Área total} = 2.71 \text{ m}^2$$

$$Q = -K A \left(\frac{dT}{dx} \right)$$

$$Q = -273 \frac{W}{m^2C} * 2.71m^2 \left(\frac{42-60}{0.0015m} \right) ^\circ C$$

$$Q = 8877960 \frac{j}{sg} * \frac{60 sg}{1 min} * \frac{1Kj}{1000j} * 10 min = 532677.6Kj$$

Cálculo del calor teórico del producto

✓ Calor específico del jugo más sustrato

Datos:

% Humedad = 85.61 %

% sólidos = 14.39 %

C_pagua = 4.19 KJ / Kg. °C

C_pSólido= 1.38 KJ / Kg. °C

$$C_{p\text{jugo+sustrato}} = \frac{MH_2O}{M} * C_{pH_2O} + \frac{Msólido}{M} C_{pSólido}^{19}$$

$$C_{p\text{jugo+sustrato}} = \frac{85.61}{100} * 4.19 \text{ KJ/Kg. } ^\circ C + \frac{14.39}{100} * 1.38 \text{ KJ / Kg. } ^\circ C$$

$$C_{p\text{jugo+sustrato}} = 2.2932 \text{ KJ/Kg. } ^\circ C$$

Datos:

M = 610.01 Kg

C_p de jugo + sustrato = 2.2932KJ/Kg. °C

¹⁹ BATTY, J. Clair, FOLKMAN, Steven. Fórmula de Calor específico de los productos alimentarios. Fundamentos de la ingeniería de los alimentos. Pág. 104.

✓ **Calor sensible**

$$Q_s = m * C_p * \Delta T^{20}$$

$$Q_s = 610.01 \text{ Kg} * 2.2932 \text{ KJ/Kg. } ^\circ\text{C} * (60 - 32) ^\circ\text{C}$$

$$Q_s = 44763.99 \text{ KJ}$$

✓ **Calor total**

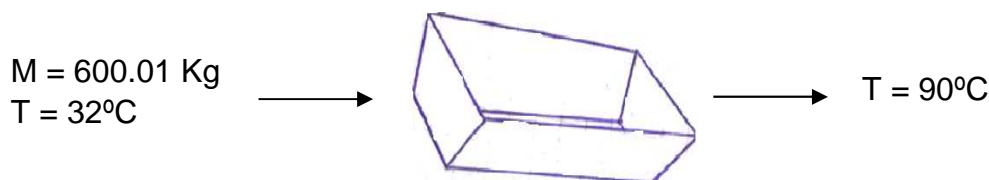
$$Q_T = (Q_s + Q_{\text{perdido}})$$

$$Q_T = (44763.99 + 532677.6) \text{ KJ}$$

$$Q_T = 577441.59 \text{ KJ}$$

4.3.4.2. Balance de energía en la etapa de descachazado

Cálculo de calor por conducción



Calor de las paredes

Datos:

$$k = 237 \text{ W/m } ^\circ\text{C}$$

$$T_{s \text{ externa}}: 78 ^\circ\text{C}$$

$$T_{s \text{ interna}}: 90 ^\circ\text{C}$$

$$D_x = 0.0015 \text{ m}$$

$$\text{Área inferior paila} = L * A$$

²⁰BATTY, J. Clair, FOLKMAN, Steven. Calor sensible. Fundamentos de la ingeniería de los alimentos. Pág. 192.

$$\dot{A}_{\text{rea inferior paila}} = 1.53\text{m} * 0.82\text{m}$$

$$\dot{A}_{\text{rea interna paila}} = 1.25\text{m}^2$$

$$\dot{A}_{\text{rea superior paila}} = L * A * h$$

$$\dot{A}_{\text{rea superior paila}} = 2.07\text{m} * 1.37\text{m} * 0.515\text{m}$$

$$\dot{A}_{\text{rea superior paila}} = 1.46\text{m}^2$$

$$\dot{A}_{\text{rea total}} = 1.46\text{ m}^2 + 1.25\text{ m}^2$$

$$\dot{A}_{\text{rea total}} = 2.71\text{ m}^2$$

$$Q = -K A \left(\frac{dT}{dx} \right)$$

$$Q = -273 \frac{W}{m^{\circ}C} * 2.71\text{m}^2 \left(\frac{78-90}{0.0015m} \right)^{\circ}C$$

$$Q = 5918640 \frac{j}{sg} * \frac{60 sg}{1 min} * \frac{1Kj}{1000j} * 10 min = 35511804Kj$$

Cálculo del calor teórico del producto

✓ Calor específico del jugo más sustrato

Datos:

$$\% \text{ Humedad} = 85.41 \%$$

$$\% \text{ sólidos} = 14.59 \%$$

$$C_p \text{ agua} = 4.19 \text{ KJ} / \text{Kg. } ^{\circ}C$$

$$C_p \text{ Sólido} = 1.38 \text{ KJ} / \text{Kg. } ^{\circ}C$$

$$C_{p_{jugo+sustrato}} = \frac{MH_2O}{M} * C_{pH_2O} + \frac{Msólido}{M} C_{pSólido}^{21}$$

$$C_{p_{jugo+sustrato}} = \frac{85.41}{100} * 4.19 \text{ KJ/Kg. } ^\circ\text{C} + \frac{14.59}{100} * 1.38 \text{ KJ / Kg. } ^\circ\text{C}$$

$$C_{p_{jugo+sustrato}} = 3.78 \text{ KJ/Kg. } ^\circ\text{C}$$

Datos:

$$M = 600.01 \text{ Kg}$$

$$C_{p \text{ de jugo} + \text{sustrato}} = 3.78 \text{ KJ/Kg. } ^\circ\text{C}$$

✓ Calor sensible

$$Q_s = m * C_p * \Delta T^{22}$$

$$Q_s = 600.01 \text{ Kg} * 3.78 \text{ KJ/Kg. } ^\circ\text{C} * (90 - 32) ^\circ\text{C}$$

$$Q_s = 131546.19 \text{ Kj}$$

✓ Calor latente

$$M_{\text{agua}} = 15 \text{ Kg}$$

$$hfg_{90^\circ\text{C}} = 2283.2 \text{ KJ/Kg}$$

$$Q_l = M * hfg_{60^\circ\text{C}}^{23}$$

$$Q_l = 600.01 \text{ Kg} * 2283.2 \frac{\text{KJ}}{\text{Kg}}$$

$$Q_l = 34248 \text{ KJ}$$

²¹ BATTY, J. Clair, FOLKMAN, Steven. Fórmula de Calor específico de los productos alimentarios. Fundamentos de la ingeniería de los alimentos. Pág. 104.

²² BATTY, J. Clair, FOLKMAN, Steven. Calor sensible. Fundamentos de la ingeniería de los alimentos. Pág. 192.

²³ BATTY, J. Clair, FOLKMAN, Steven. Calor latente. Fundamentos de la ingeniería de los alimentos. Pág. 192.

✓ Calor total teórico del producto

$$Q_T = (Q_s + Q_l) + 20\%$$

$$Q_T = (131546.19 + 34248)W + 20\%$$

$$Q_T = 165794.19 W + 20\%$$

$$Q_T = 164705.03KJ$$

Calor total práctico del producto

PC_{GAS} = Poder calorífico del gas

$M_{GAS\ EVA}$ = Masa gas evaporado

QP = Calor práctico

$$QP = PC_{GAS} * M_{GAS\ EVA}$$

$$QP = 46350 \text{ KJ/Kg} * 3.8\text{Kg}$$

$$QP = 176130KJ$$

4.3.4.3. Porcentaje de eficiencia

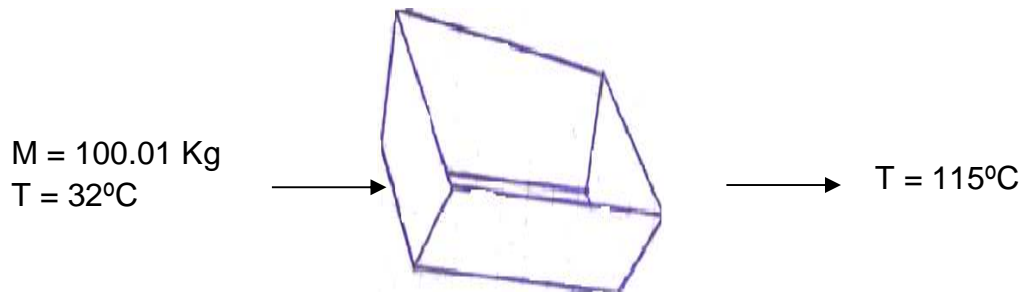
$$\%E = \frac{\text{Calor total de vapor}}{Q_{\text{Experimental}}} * 100$$

$$\%E = \frac{164705.03Kj}{176130 \text{ Kj}} * 100$$

$$\%E = 93.51 \%$$

4.3.4.4. Balance de energía en la etapa de concentrado

Cálculo de calor por conducción



Calor de las paredes

Datos:

$k = 237 \text{ W/m } ^\circ\text{C}$ (acero inoxidable)

$T_{s \text{ externa}}: 103 \text{ } ^\circ\text{C}$

$T_{s \text{ interna}}: 115 \text{ } ^\circ\text{C}$

$D_x = 0.0015 \text{ m}$

$\dot{A}_{\text{rea inferior paila}} = L * A$

$\dot{A}_{\text{rea inferior paila}} = 1.53 \text{ m} * 0.82 \text{ m}$

$\dot{A}_{\text{rea interna paila}} = 1.25 \text{ m}^2$

$\dot{A}_{\text{rea superior paila}} = L * A * h$

$\dot{A}_{\text{rea superior paila}} = 2.07 \text{ m} * 1.37 \text{ m} * 0.515 \text{ m}$

$\dot{A}_{\text{rea superior paila}} = 1.46 \text{ m}^2$

$\dot{A}_{\text{rea total}} = 1.46 \text{ m}^2 + 1.25 \text{ m}^2$

$\dot{A}_{\text{rea total}} = 2.71 \text{ m}^2$

$$Q = -K A \left(\frac{dT}{dx} \right)$$

$$Q = -273 \frac{W}{m^2C} * 2.71m^2 \left(\frac{103-115}{0.0015m} \right) ^\circ C$$

$$Q = 5918640 \frac{j}{sg} * \frac{60 sg}{1 min} * \frac{1Kj}{1000j} * 30 min = 106535.52Kj$$

4.3.4.5. Cálculo del calor teórico del producto

✓ Calor específico de la miel

Datos:

% Humedad = 12.47 %

% sólidos = 87.53 %

$C_{p\text{agua}} = 4.19 \text{ KJ / Kg. } ^\circ C$

$C_{p\text{Sólido}} = 1.38 \text{ KJ / Kg. } ^\circ C$

$$C_{p\text{de la miel}} = \frac{MH_2O}{M} * C_{pH_2O} + \frac{Msólido}{M} C_{pSólido}^{24}$$

$$C_{p\text{de la miel}} = \frac{12.47}{100} * 4.19 \text{ KJ/Kg. } ^\circ C + \frac{87.53}{100} * 1.38 \text{ KJ / Kg. } ^\circ C$$

$$C_{p\text{de la miel}} = 1.7304 \text{ KJ/Kg. } ^\circ C$$

Datos:

M = 100.01 Kg

$C_{p\text{dejugo} + \text{sustrato}} = 1.7304 \text{ KJ/Kg.}$

²⁴ BATTY, J. Clair, FOLKMAN, Steven. Fórmula de Calor específico de los productos alimentarios. Fundamentos de la ingeniería de los alimentos. Pág. 104.

✓ **Calor sensible**

$$Q_s = m * C_p * \Delta T^{25}$$

$$Q_s = 100.01 \text{ Kg} * 1.7304 \text{ KJ/Kg. } ^\circ\text{C} * (115 - 32) ^\circ\text{C}$$

$$Q_s = 14363.76 \text{ KJ}$$

✓ **Calor latente**

$$M_{\text{agua}} = 100.01 \text{ Kg}$$

$$hfg_{90^\circ\text{C}} = 2216.5 \text{ KJ/Kg}$$

$$Q_l = M * hfg_{115^\circ\text{C}}^{26}$$

$$Q_l = 100.01 \text{ Kg} * 2216.5 \frac{\text{KJ}}{\text{Kg}}$$

$$Q_l = 221672.16 \text{ KJ}$$

✓ **Calor total teórico del producto**

$$Q_T = (Q_s + Q_l) + 20\%$$

$$Q_T = (14363.76 + 221672.16) \text{ W} + 20\%$$

$$Q_T = 236035.92 \text{ W} + 20\%$$

$$Q_T = 283243.1 \text{ K}$$

✓ **Calor total práctico del producto**

PC_{GAS} = Poder calorífico del gas

$M_{\text{GAS EVA}}$ = Masa gas evaporado

²⁵BATTY, J. Clair, FOLKMAN, Steven. Calor sensible. Fundamentos de la ingeniería de los alimentos. Pág. 192.

²⁶BATTY, J. Clair, FOLKMAN, Steven. Calor latente. Fundamentos de la ingeniería de los alimentos. Pág. 192.

QP = Calor práctico

$$QP = PC_{GAS} * M_{GAS\ EVA}$$

$$QP = 46350 \text{ KJ/Kg} * 9\text{Kg}$$

$$QP = 414150\text{KJ}$$

4.3.4.6. Porcentaje de eficiencia

$$\%E = \frac{\text{Calor total de vapor}}{Q_{\text{Experimental}}} * 100$$

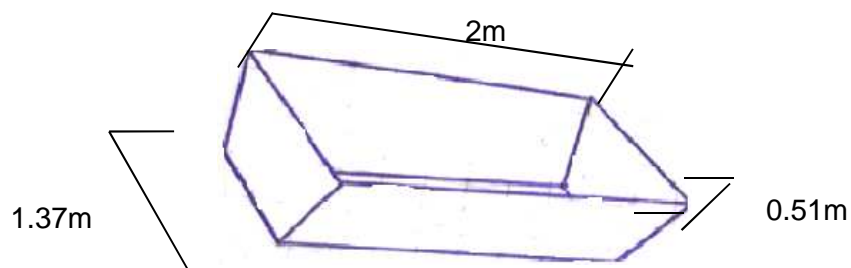
$$\%E = \frac{283243.1\text{Kj}}{417150 \text{ Kj}} * 100$$

$$\%E = 67.89 \%$$

4.3.4.7. Calculo de transferencia de calor

Área de contacto del concentrador

Cálculo de calor por conducción



Calor de las paredes

Datos:

$$k = 237 \text{ W/m } ^\circ\text{C}$$

$$T_{s \text{ externa}}: 103 \text{ } ^\circ\text{C} \text{ (acero inoxidable)}$$

$$T_{s \text{ interna}}: 115 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$D_x = 0.0015 \text{ m}$$

$$\dot{A}_{\text{rea inferior paila}} = L * A$$

$$\dot{A}_{\text{rea inferior paila}} = 1.53 \text{ m} * 0.82 \text{ m}$$

$$\dot{A}_{\text{rea interna paila}} = \mathbf{1.25 \text{ m}^2}$$

$$\dot{A}_{\text{rea superior paila}} = L * A * h$$

$$\dot{A}_{\text{rea superior paila}} = 2.07 \text{ m} * 1.37 \text{ m} * 0.515 \text{ m}$$

$$\dot{A}_{\text{rea superior paila}} = \mathbf{1.46 \text{ m}^2}$$

$$\dot{A}_{\text{rea total}} = 1.46 \text{ m}^2 + 1.25 \text{ m}^2$$

$$\dot{A}_{\text{rea total}} = 2.71 \text{ m}^2$$

$$Q = U * A * \Delta T$$

$$U = \frac{Q}{A * \Delta T}$$

$$Q = 106535.52 \text{ Kj} * 0.277 \text{ W} - \text{h/Kj}$$

$$Q = 259510.33 \text{ W}$$

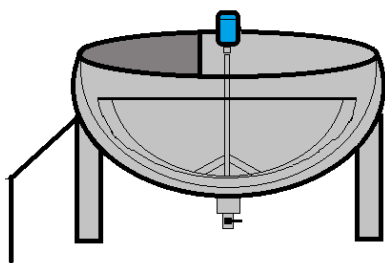
$$U = \frac{259510.33W}{2.71 \text{ m}^2 * (115 - 30)^\circ\text{C}}$$

$$U = 1126.59W/m^2^\circ\text{C}$$

4.3.4.8. Balance de energía del concentrador 2 o terminado

Q1 = CONVECCION PRODUCTO - ACERO

Q2 = CONDUCCION ACERO- ESPESOR



Datos:

$$T_s = 115^\circ\text{C}$$

$$T_\alpha = 30^\circ\text{C}$$

$$T_f = \frac{(T_s + T_\alpha)}{2}^{27}$$

Dónde:

T_s = Temperatura de la superficie

T_α = Temperatura de la corriente de aire (30°C)

$$L = 0.7\text{m}$$

$$T_f = \frac{(115 + 30)^\circ\text{C}}{2}$$

²⁷BATTY, J.Clair, FOLKMAN, Steven.Fórmula para el cálculo de la temperatura media pelicular. Fundamentos de la ingeniería de los alimentos. Pág. 192.

$$T_f = 72.5^\circ\text{C} + 273.15 = 345.65^\circ\text{K}$$

✓ **Coeficiente isobárico**

$$\beta = \frac{1}{T}$$

Dónde:

β = Coeficiente isobárico²⁹

T = Temperatura

$$\beta = \frac{1}{345.65^\circ\text{K}}$$

$$\beta = 2.89 * 10^{-3}$$

$$Gr = \frac{g\beta(T_s - T_\alpha)\delta^2 L^3}{\mu^2} \quad ^{28}$$

Dónde:

G = Gravedad

β = Coeficiente isobárico de expansión

T_s = Temperatura de la superficie

T_α = Temperatura de la corriente de aire

δ = Densidad

L = Longitud de la pared

M = Viscosidad

$$g = 9.8 \text{ m/s}^2$$

²⁸ BATTY, J. Clair, FOLKMAN, Steven. Fórmula de número de Grasoft. Fundamentos de la ingeniería de los alimentos. Pág. 191.

$$\text{Densidad} = 1.0136 \text{ Kg/m}^3$$

$$C_p = 1.0087 \text{ KJ/Kg. } ^\circ\text{C}$$

$$K = 0.0297 \text{ W/m}^\circ\text{C}$$

$$\text{Viscosidad} = 2.0669 * 10^{-5} \text{ Kg /m s}$$

$$\text{Diametro} = 1,53\text{m}$$

$$\text{Longitud} = 0,82\text{m}$$

$$\text{Área total} = 4,62$$

$$Prant = \frac{C_p * \mu}{K}$$

$$Prant = 0.6979$$

$$G_r = \frac{g\beta(T_s - T_\alpha)\delta^2 L^3}{\mu^2}$$

$$G_r = \frac{9.8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} * 2.89 * 10^{-3} (115 - 30)^\circ\text{C} (1.0136 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3})^2 0.82^3}{(2.0669 * 10^{-5} \text{ Kg/m. s})^2}$$

$$G_r = 3.19 * 10^9$$

$$G_r * P_r = 2.23 * 10^9$$

$$\log_{10} Gr * Pr = 9.34$$

Los valores de Nusselt se leen en la curva de la página 200 del libro de Fundamentos de la Ingeniería de Alimentos de Batty.

$$N_u = \text{Número de Nusselt}$$

$$\log_{10} N_u = 1.92$$

$$N_u = 83.18$$

$$N_u = \frac{h * D}{K}^{29}$$

Dónde:

N_u = Número de Nussel

h = Coeficiente de transferencia de calor

D = Longitud

K = Propiedades del aire

$$h = \frac{N_u * K}{D}$$

$$h = \frac{83.18 * 0.0297 \text{ W/m}^\circ\text{C}}{1.53 \text{ m}}$$

$$h = 1.58 \text{ W/m}^2\text{ }^\circ\text{C}$$

$$Q = h \times A \times (T1 - T2)$$

$$Q = 1.58 \text{ W/m}^2\text{ }^\circ\text{C} * 3.94 \text{ m}^2 * (115 - 30)$$

$$Q1 = 529.14 \text{ W}$$

✓ **Conducción acero espesor**

$$Q2 = \frac{K * A * (T1 - T2)}{Dx}$$

Espesor = 0,004 m

K Acero = 42,99 W/m^{°C}

$T1$ = 115 °C

$T2$ = 98°C

Área = 3.94 m²

²⁹BATTY, J. Clair, FOLKMAN, Steven. Fórmula número de Nusselt. Fundamentos de la ingeniería de los alimentos. Pág. 192.

$$Q_2 = \frac{42.99 \text{ W/m}^\circ\text{C} * 3.94 \text{ m}^2 * (115 - 98)}{0.004 \text{ m}}$$

$$Q_2 = 719867.55 \text{ W}$$

✓ **Calor del producto**

$$Q_{\text{Producto}} = M \times C_p \times \Delta T$$

$$Q_{\text{Producto}} = 100.01 \text{ Kg/h} \times 1.7304 \text{ KJ/Kg. }^\circ\text{C} \times (115-30)^\circ\text{C}$$

$$Q_{\text{Producto}} = 14709.87 \text{ KJ/h}$$

$$Q_{\text{Producto}} = 14709.87 \frac{\text{KJ}}{\text{h}} * \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ s}} = 4.09 * \frac{1000 \text{ J}}{1 \text{ KJ}}$$

$$Q_{\text{Producto}} = 4090 \text{ W}$$

✓ **Calor total**

$$Q_{\text{TOTAL}} = Q_1 + Q_2 + Q_{\text{Producto}}$$

$$Q_{\text{TOTAL}} = (529.14 + 719867.55 + 4090) \text{ W}$$

$$Q_{\text{Total}} = 724486.69 \text{ J/s} * \frac{3600 \text{ s}}{1 \text{ h}} * \frac{1 \text{ KJ}}{1000 \text{ J}} = 2608152.08 \text{ KJ/h}$$

✓ **Porcentaje de eficiencia del secador**

$$Q_{\text{Experimental}} = \frac{Q_{\text{Total de vapor}}}{Q_{\text{Experimental}}} * 100$$

$$Q_{\text{experimental}} = \frac{Q_{\text{suministrado}}}{t} * 100$$

$$Q_{\text{experimental}} = \frac{61692.91 \text{ KJ}}{0.01666} * 100$$

$$Q_{\text{Experimental}} = 3703055.82 \frac{\text{KJ}}{\text{h}}$$

$$\% \text{ Eficiencia} = \frac{2608152.08 \text{KJ/h}}{3703055.82 \text{KJ/h}} * 100$$

$$\% \text{ Eficiencia} = 70.43\%$$

✓ **Masa de vapor requerido**

$$M_v = \frac{Q_{\text{total}}}{h_g(115^\circ\text{C})}$$

$$M_v = \frac{2608152.08 \text{KJ/h}}{2699}$$

$$M_v = 966.34 \text{KJ/h}$$

✓ **Coefficiente de transferencia de calor global**

$$U = \frac{Q_{\text{producto}}}{A * \Delta T}$$

$$U = \frac{4090 \text{ W}}{3.94 \text{ m}^2 * (115 - 30)^\circ\text{C}} U = 12.21 \text{ W/m}^2\text{ }^\circ\text{C}$$

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- ✓ Se determinó que el mejor tratamiento aplicando un diseño experimental completamente al azar (DCA) con arreglo factorial A*B es el A1B2 (balso blanco al 2% de sustrato de mucilago) donde se obtuvo una mejor presentación en cuanto al color, la panela en bloque obtuvo un color más claro.
- ✓ Se estableció que los parámetros óptimos en la industrialización de la panela en bloque en cuanto al rendimiento depende de los grados Brix de la caña utilizada, esta debe estar en un rango entre (19 - 23) y el pH mismo que debe estar en un rango de 6.0 – 7.0
- ✓ En análisis de las propiedades físicas y químicas de la panela en bloque utilizando sustratos dio como resultado final. Humedad de 7.48, proteína 0,7, nitrógeno 0,11, grasa 0.14, fibra 0.24, azúcares reductores 9.15, sacarosa 80.91, cenizas 1.04, donde se determinó que no hay variación utilizar los sustratos. Mientras que las propiedades organolépticas según encuestas realizadas fueron aceptables en cuanto al olor, sabor, color, textura.
- ✓ Se realizó un balance de materia y energía donde se obtuvo un rendimiento de un 65 % en el producto final, se necesitó $Q = 532677.6$ Kj.
- ✓ El coeficiente de variación fue de 2,05%, lo que indicó un buen manejo del experimento en condiciones controladas. No presentó significancia estadística, por lo tanto se aceptó la hipótesis nula de igualdad de tratamientos.

5.2. Recomendaciones

- ✓ Se recomienda a futuros estudiantes que tenga interés en la investigación, la complementación de la evaluación de mucilagos para mejorar el descachazado en el proceso de elaboración de panela en bloque.
- ✓ Además se recomienda tener precaución en la cantidad de sustrato a utilizar ya que el exceso de la utilización puede provocar flojera en el estómago, también el producto quedara con una consistencia no apropiada.
- ✓ Otra recomendación seria incluir más métodos y técnicas que faciliten el proceso de elaboración de la panela en bloque, con el fin de seguir mejorando la calidad del producto. Por último es recomendable la capacitación a agroindustriales, y agricultores para el implemento de nuevas ideas y la innovación, en la cual emplearían recursos naturales que se encuentran a nuestro alrededor.
- ✓ La utilización de demasiada cantidad de sustrato provocará una textura muy blanda en la panela en bloque
- ✓ El objetivo de esta tesis era emplear en la elaboración de la panela en bloque utilizando un mucilago que mejorara la calidad del producto, además de que se volviera más apetecible a la vista del mercado de consumidores. Este objetivo se quería lograr utilizando uno de los dos mucilagos de muestra, por lo que estos se dan en la zona en un cultivo silvestre.
- ✓ El tiempo de espera de la solución óptima depende de los sustratos mejoren la calidad en el producto, los mismos que serán puestos a consideración del consumidor.

BIBLIOGRAFÍA

1. ARBOLEDA, F (1992), MICIO – CENEP. Guía Técnica Para Mejorar La Producción De Panela En El Ecuador. Programa De Innovación Tecnológica Panelero. Folleto, Quito – Ecuador.
2. ARIAS, R; Coj, J; De León, L; Tartanac, F. (2006) Nueva Técnica de Producción de Panela Granulada. USAC, INCAP/OPS, IICA-PRODAR. Guatemala.
3. 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.
4. BRAVERMAN, (1993), Introducción A La Bioquímica De Los Alimentos, Edición Manual Moderno, México.
5. CHEN James C. P., (1991), Manual Del Azúcar De Caña, México, 1ra Ed, Editorial Limosa.
6. CORPOICA. (2006) Artículos Técnicos sobre el Cultivo de la Caña y la Elaboración de Panela. Colombia.
7. DOTT, PALTRINIEN, USAMI, MEDINA, (1997), Caña de Azúcar, Colombia.
8. GEPLACEAP., (1988).Subproductos y derivados de la Agroindustria Azucarera. México.p.468
9. HUGOT, E. (1984), Manual para ingenieros azucareros, México, Ediciones CECSA
10. LA ROTTA, G. J. (1988) Hernando. Extracción y conservación del polímero de baso, Bogotá – Colombia.
11. LOPEZ, GONZALO J.(2005) La Selva, Conservación Siembra, Manejo Y Utilización De Las Especies Aglutinantes Más Importantes En La Industria Panelera. Colombia, Editorial CORPOICA CI.
12. MARQUEZ R. Omar, El Proceso de la Investigación en las Ciencias Sociales, Ediciones Ezequiel Zamora.

13. MEADEE George P., (1986), Manual Del Azúcar De Caña, Barcelona, 9na Ed., Montaner Y Simón S.A.
14. MOLINARY Samuel, Diccionario (Localismos Agrícolas)
15. MORA Wilson, (2002), Caracterización Técnica Y Cultural De La Cadena Agroindustrial Panelera México, Editorial Limusa
16. OCHSE J. J. y otros, (1965), Cultivo Y Mejoramiento De Pantas Tropicales y Subtropicales, México, Volumen II, Editorial Limusa
17. PEDROSA Puertas Rafael, (1974), Manual Para E Laboratorio Azucarero, 3ra Ed, Editorial Pueblo Y Educación
18. PRADA, F luz Esperanza y otros, (2002), Mejoramiento de la calidad de panela a través del sistema de limpieza de jugos para medianos productores, Colombia, Editorial CORPOICA CI.
19. PRODEPAZ (2004), Producción Panelera, México.
20. QUEZADA Moreno, Walter F, (2007), Guía Técnica De Agroindustria Panelera, Ibarra, Editorial Creaciones Gráficas.
21. RIVEROS H., (1997) La industria rural # 55 en América Latina y el Caribe editor Editorial Prodar.
22. SANDOVA G., (2002), Caña Panelera, México, Editorial Limusa
23. TUZ Carlos, (2002), Proceso Tecnológico General De Elaboración De Panelas, México, Editorial Limusa
24. http://www.ecuaquimica.com.ec/cultivo_cana.html
25. <http://site.panelaecuador.com/>
26. <http://www.vitonica.com/alimentos-funcionales/la-panela-un-azucar-muy-saludable>
27. <http://www.botanical-online.com/medicinalesmucilagos.htm>

28. <http://spanish.alibaba.com/product-gs/white-mucilage-427141125.html>
29. <http://www.nestordurancastro.com/tecnologia/7-ficha-tecnica/35-mucilagos-vegetales-como-agentes-clarificantes-en-la-produccion-de-panela.html>
30. w4.siap.gob.mx/sispro/Integra/Características/CanaAzu.html
31. <http://www.plantasparacurar.com/mucilagos/>
32. <http://www.agrocadenas.gov.co/>
33. <http://www.fedepanela.gov.co/>
34. www.bdigital.unal.edu.co/1168/1/patriciaperezecheverry.2007.pdf
35. http://www.izt.uam.mx/cosmosecm/VOCABULARIO_QUIMICA.h

ANEXOS

ANEXO N° 1**ENCUESTA DIRIGIDA A DOCENTES Y ALUMNOS DEL ISTE****Indicaciones**

Señores Docentes y alumnos del ISTE sÍrvase contestar con una X la respuesta que usted creyere conveniente.

¿Al observar la panela en bloque califique su color?

Excelente () Muy Bueno () Bueno () Malo ()

¿Al degustar la panela en bloque, le complació su sabor?

Excelente () Muy Bueno () Bueno () Malo ()

Qué cantidad de impurezas cree que tenga esta panela

Nada () poco () bastante () demasiado ()

Gracias por su colaboración y apoyo brindado a esta encuesta.

ANEXO N° 2

Cortezas de Balso y Cadillo



Sustrato de Mucilago



Tinas de Concentración



Tina en la recepción del jugo de caña de azúcar



Proceso de recepción del jugo de caña de azúcar



Proceso de recepción del jugo a punto para panela en bloque



Proceso en descachazada espuma negra



Tina con jugo de caña a 90° C en concentración espuma blanca



Desmolde de las panelas



Proceso de concentrado listo para el moldeado



Tablero moldeador de panela en bloque



ANEXO N° 3

Plano del concentrador

