

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN

FACULTAD DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



**“ MEJORAMIENTO TECNOLÓGICO EN LA
ELABORACIÓN DE CHANCACA Y EVALUACIÓN DE
EMPAQUES EN EL ALMACENAMIENTO ”**

TESIS

**Para Optar el Título profesional de
INGENIERO AGRO INDUSTRIAL**

Presentado por el Bachiller:

LINCOLN GRÁNDEZ ARMAS

TARAPOTO – PERÚ

2003

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN
FACULTAD DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

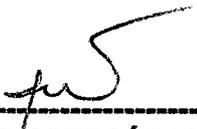
**“MEJORAMIENTO TECNOLÓGICO EN LA
ELABORACIÓN DE CHANCACA Y EVALUACIÓN DE
EMPAQUES EN EL ALMACENAMIENTO”**

TESIS

**Para Optar el Título Profesional de
INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

**Presentado por el Bachiller
LINCOLN GRÁNDEZ ARMAS**

SUSTENTADA Y APROBADA ANTE EL SIGUIENTE JURADO:



Ing. M.Sc. ABNER OBREGÓN LUJERIO

PRESIDENTE



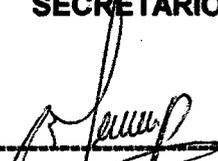
Ing. M.Sc. MANUEL FERNANDO CORONADO JORGE

SECRETARIO.



Ing. Mg. RICARDO CASTAÑEDA CABANILLAS

MIEMBRO



Ing. M.Sc. EULEE NAVARRO PINEDO

PATROCINADOR

Tarapoto – Perú

2003

DEDICATORIA

A mis padres:

**JUAN DANIEL GRÁNDEZ Y MARIA
FLORITA ARMAS**

Eterna gratitud, por darme la vida y por el invaluable esfuerzo realizado por verme formado como profesional. Cuyo espíritu de trabajo y sacrificio me motivan a seguir siempre el camino de la superación.

A la Sra.

ROSARIO PORTOCARRERO

Por su, motivación y gran apoyo moral e incondicional y por seguir aconsejándome para lograr mis anhelos.

Al Sr. **WILDORO MENDOZA**

Por su sacrificio y apoyo incondicional brindado en el trayecto de mi vida.

A mis **hermanos:**

por su colaboración incondicional en el logro de mis anhelos.

A **Lucero,** por su amor, y por estar a mí lado.

AGRADECIMIENTOS

- Al Ing. M.Sc. **EULER NAVARRO PINEDO**, profesor de la Facultad de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional de San Martín, por sus valiosos consejos y por el constante asesoramiento en el presente trabajo.

- Al Ing. **CHRISTOPHER MARKUS ESPIRITU CISTERNA** por su apoyo, y gestión para la realización de las evaluaciones sensoriales con la Asociación – Agroindustrial Cacatachi Microempresa dedicada a la elaboración de turrone a base de chancaca.

- A la **UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN**, en especial a la Facultad de ingeniería Agroindustrial, por las facilidades y el apoyo brindado durante la ejecución del trabajo de investigación.

- A los técnicos de laboratorio: Sr. **GUIDO SAAVEDRA VELA** y Sra. **DOLLY FLORES DAVILA** por su valiosa colaboración en la ejecución del presente trabajo de investigación.

- A la empresa Agroindustrial **SAN PEDRO SAC.** por brindarme las facilidades para la ejecución del trabajo de investigación y en especial al Ing. **ENRIQUE DELGADO MESIA** y al supervisor de planta Sr. **MIGUEL MESIA**.

- Por último un agradecimiento a todas aquellas personas que de una u otra forma colaboraron en forma directa e indirecta durante la ejecución del presente trabajo.

INDICE

RESUMEN	16
SUMARY.....	18
I. INTRODUCCIÓN	20
II. REVISION BIBLIOGRÁFICA	22
2.1. LA CAÑA DE AZUCAR.....	22
2.1.1. Origen y distribución geográfica.....	22
2.1.2. Características agro botánicas.....	23
2.1.2.1. Descripción botánica	23
2.1.2.2. Periodo vegetativo	23
2.1.2.3. Agro ecología	24
2.1.2.4. Variedades de caña.....	24
2.1.3 Problemas en la caña	26
2.1.4 Composición química de la caña de azúcar.....	26
2.1.4.1 Sacarosa.....	28
2.1.4.2 Fructuosa.....	29
2.1.4.3 Glucosa.....	29
2.1.4.4 Dextranos y gomas.....	30
2.1.4.5 Componentes minerales.....	30
2.2 LA CHANCACA	31
2.2.1 Definición.....	31
2.2.2 Nombres comunes.....	32
2.2.3 Proceso de elaboración.....	32
2.2.4 Tecnología tradicional de elaboración de chancaca.....	33

2.2.5 Blanqueadores y clarificadores.....	35
2.2.6 Composición química de la chancaca.....	37
2.2.7 Almacenamiento de la chancaca.....	39
2.3. ENVASES Y EMBALAJES DE ALIMENTOS (FOOD PACKAGING)	41
2.3.1 Empaques flexibles mas usados en el envasado de alimentos.....	43
2.3.1.1 Celulosa.....	43
2.3.1.2 Polipropileno.....	43
2.3.1.3 Polietileno.....	43
2.3.1.4 Papel aluminio.....	44
2.3.1.5 Cloruro de polivinilideno.....	44
III. MATERIALES Y MÉTODOS	45
3.1 Lugar de Ejecución	45
3.2 Materia prima e insumos	45
3.2.1 La caña de azúcar (<i>Saccharum officinarum L.</i>).....	45
3.2.2 Cal.....	45
3.2.3 Caballousa (<i>Triumfetta semitriloba L.</i>).....	45
3.2.4 Bagazo de la caña de azúcar.....	45
3.3 Equipos y Materiales Utilizados	46
3.3.1 Equipos	46
3.3.2 Materiales.....	46
3.3.3 Reactivos	47
3.4 METODOLOGÍA EXPERIMENTAL.....	47
3.4.1 Pre - clarificación del jugo de caña.....	47
3.4.2 Encalado y Concentración.....	48

3.4.3 Empacado – Almacenamiento.....	48
3.5 Descripción del proceso preliminar para la elaboración de chancaca.....	48
3.5.1 Limpieza y desinfección de las instalaciones.....	50
3.5.2 Recepción de materia prima.....	50
3.5.3 Extracción y molienda.....	51
3.5.4 Recepción y pre-limpieza del jugo.....	51
3.5.5 Encalado y limpieza.....	52
3.5.6 Concentración.....	53
3.5.7 Pre-enfriamiento o punteado.....	53
3.5.8 Moldeado.....	53
3.5.9 Enfriado.....	54
3.5.10 Empacado y almacenamiento.....	54
3.6 MÉTODOS DE CONTROL.....	54
3.6.1 Controles de la Materia Prima.....	54
3.6.1.1 Análisis físicos.....	54
3.6.1.1.1 Biometría.....	54
3.6.1.1.2 Rendimiento de la extracción de jugo de caña.....	54
3.6.1.2 Análisis químico proximal.....	55
3.6.1.2.1 Sacarosa.....	55
3.6.1.2.2 Azúcares reductores.....	55
3.6.1.2.3 Sólidos Solubles.....	55
3.6.1.2.4 Acidez Total.....	55
3.6.1.2.5 Fibra.....	55
3.6.1.2.6 pH.....	55

3.6.1.2.7 Ceniza.....	56
3.6.1.3 Color del jugo de caña.....	56
3.6.2 Análisis cualitativo de la corteza de caballousa (<i>Triumfetta semitriloba L.</i>).....	56
3.6.2.1 Alcaloides.....	57
3.6.2.2 Saponinas.....	57
3.6.2.3 Flavonoides.....	58
3.6.2.4 Mucílagos.....	58
3.6.2.5 Taninos.....	58
3.6.3 Controles en la chancaca.....	59
3.6.3.1 Análisis químico proximal.....	59
3.6.3.1.1 Humedad.....	59
3.6.3.1.2 Azúcares reductores.....	59
3.6.3.1.3 Sacarosa.....	59
3.6.3.1.4 Sólidos Solubles (°Brix).....	59
3.6.3.1.5 pH.....	59
3.6.3.2 Color de la chancaca.....	59
3.6.3.3 Isotermas de adsorción.....	60
3.6.3.3.1 Pesado de la muestra en placas.....	60
3.6.3.3.2 Colocado en estufa.....	60
3.6.3.3.3 Pesado de muestras.....	60
3.6.3.3.4 Contenido de humedad de monocapa.....	60
3.6.3.4 Evaluación sensorial.....	61
3.6.4 Controles en el almacenamiento.....	61
3.6.4.1 Humedad.....	61

3.6.4.2 Azúcares reductores.....	61
3.6.4.3 pH.....	62
3.6.5 Análisis Microbiológico.....	62
IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	63
4.1. Caracterización fisicoquímica de la caña de azúcar.....	63
4.1.1. Biometría de la caña.....	63
4.1.2. Rendimiento de la extracción del jugo de caña.....	64
4.1.3 Color del jugo de caña.....	64
4.1.4. Análisis químico proximal.....	65
4.2 Análisis cualitativo de la corteza de caballousa (<i>Triumfetta semitriloba</i> L.).....	65
4.3 Proceso de obtención de la chancaca.....	66
4.3.1 Pre-limpieza.....	66
4.3.2 El encalado y concentración	70
4.3.4 Color.....	75
4.3.5 Isotermas de adsorción.....	75
4.3.5.2 Actividad de agua (a_w).....	76
4.4 Flujograma definitivo del proceso.....	77
4.5 Estudio de empaques y almacenamiento.....	80
4.5.1 Características físico- químicas durante el almacenamiento.....	80
4.5.1.1 Humedad.....	80
4.5.1.2 Azúcares reductores.....	85
4.5.1.3 pH.....	87
4.5.2 Análisis microbiológico.....	87
V. CONCLUSIONES.....	89

VI. RECOMENDACIONES	91
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	92
VIII. ANEXOS.....	96

INDICE DE CUADROS

01	Intervalos aproximados de concentración de los principales componentes en los sólidos extraídos del guarapo.....	27
02	Composición del jugo de caña.....	27
03	Componentes minerales del jugo, jarabe y melazas de la caña de azúcar.....	31
04	Composición química de la chancaca.....	37
05	Características Biométricas de la caña de azúcar (<i>Saccharum officinarum L.</i>)....	63
06	Rendimiento de extracción del jugo de caña.....	64
07	Composición química de la caña de azúcar variedad Caledonia amarilla.....	65
08	Compuestos presentes en la corteza de caballousa (<i>Triumfetta semitriloba L.</i>)....	66
09	Evaluación sensorial del jugo pre – clarificado durante la elaboración de chancaca (Prueba Duncan)	67
10	Porcentaje de impurezas en un litro de jugo de caña pre – clarificado durante la elaboración de chancaca.....	69
11	Prueba de DUNCAN al 5% para evaluación sensorial de la chancaca al final del proceso.....	72
12	Composición química proximal de la chancaca obtenida de la caña de azúcar variedad Caledonia amarilla.....	73

13	Actividad de agua de la chancaca.....	77
14	Prueba Duncan de la variación del porcentaje de humedad de la chancaca almacenada por 90 días a diferentes humedades relativas.....	84
15	Prueba Duncan de la variación del % de azúcares reductores de la chancaca almacenada por 90 días a diferentes humedades relativas.....	87
16	Análisis microbiológico de la chancaca.....	88

INDICE DE FIGURAS

01	Representación espacial de la cadena cíclica de la sacarosa 2-D-glucopiranosil -β -D -fructofuronosido	28
02	Representación espacial de la cadena abierta y cíclica de la fructuosa.....	29
03	Representación espacial de la cadena abierta y cíclica de la glucosa.....	30
04	Flujo preliminar para la elaboración de chancaca.....	49
05	Cosecha de la caña de azúcar (<i>Saccharum officinarum</i> L.).....	50
06	Extracción del jugo de caña.....	51
07	Extracción de la cachaza presente en el jugo de caña.....	52
08	Colocación de la chancaca en los moldes de madera.....	53
09	Color del jugo de caña de azúcar (Light Brownish).....	64
10	Grafico del puntaje promedio obtenido de la evaluación sensorial del jugo de caña (<i>Saccharum officinarum</i>) preclarificado.....	68
11	Grafico del puntaje promedio obtenido de la evaluación sensorial de la chancaca.....	71
12	Isotermas de adsorción de la chancaca por ecuación de Gab separadas en secciones de acuerdo a la humedad de equilibrio.....	75
13	Flujograma definitivo para la elaboración de chancaca.....	78
14	Diagrama de balance de materia para la elaboración de chancaca.....	79

15	Porcentaje de humedad observado durante el almacenamiento de la chancaca a 100% de humedad relativa.....	81
16	Porcentaje de humedad observado durante el almacenamiento de la chancaca a 87% de humedad relativa.....	82
17	Porcentaje de humedad observado durante el almacenamiento de la chancaca a 75% de humedad relativa.....	83
18	Porcentaje de humedad observado durante el almacenamiento de la chancaca a 64% de humedad relativa.....	84
19	Porcentaje de azúcares reductores durante el almacenamiento de la chancaca.....	86
20	Instalación utilizada para la elaboración de chancaca (Agroindustria San Pedro).....	97
21	Fotografía de muestra de chancaca obtenida con el mejor tratamiento y envasada en celofán polipropileno y polietileno.....	98
22	Isotermas de adsorción de la chancaca elaborada con 0.03% de cal, utilizando la ecuación de Gab, realizada a 25°C.....	107
23	Isotermas de adsorción de la chancaca elaborada con 0.05% de cal, utilizando la ecuación de Gab, realizada a 25°C.....	108
24	Isotermas de adsorción de la chancaca elaborada con 0.07% de cal, utilizando la ecuación de Gab, realizada a 25°C.....	109

INDICE DE ANEXOS

01 Instalación utilizada para el procesamiento de la chancaca, chancaca elaborada con el mejor tratamiento y envasada en tres diferentes empaques.....	97
02 Prueba de evaluación sensorial.....	99
03 Resultados de la evaluación sensorial del jugo pre clarificado.....	101
04 Análisis de varianza para la evaluación sensorial del jugo de caña durante el pre – clarificado con extracto de caballousa (<i>Triumfetta semitriloba L.</i>).....	103
05 Resultados de la evaluación sensorial de la chancaca (encalado y concentración).....	104
06 Análisis de varianza para la evaluación sensorial de la chancaca (encalado y concentración).....	106
07 Isotermas de adsorción de la chancaca aplicando la ecuación de Gab.....	107
08 Constantes de isoterma de sorción evaluadas para la chancaca obtenidas por regresión no lineal de los datos experimentales (Ecuación de Gab.).....	110
09 Resultados de los análisis realizados durante el almacenamiento de la chancaca por 90 días, en tres empaques.....	111
10 Tablas de comparación de colores.....	115

RESUMEN

El presente trabajo de investigación , se realizó en los laboratorios de Análisis y Composición de Productos Agroindustriales (ANACOMPA),y de Tecnología de Productos Agroindustriales no Alimentos (TEPANAL) de la Facultad de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional de San Martín y en la planta procesadora de chancaca de la empresa Agroindustrial San Pedro S.A.C. que queda ubicado en San José de Sisa, Provincia del Dorado de la Región San Martín.

Esta investigación determinó los parámetros tecnológicos del proceso de elaboración de la chancaca, con la finalidad de obtener un producto de buena calidad y su estabilidad en el almacenaje a través de un empaque adecuado.

El trabajo se desarrollo en tres etapas: 1) Estudio de Pre-limpieza del jugo de caña utilizando diferentes cantidades y concentraciones de caballousa (*Triumfetta semitriloba L.*), 2) Estudio de clarificación y concentración de los jugos para la obtención de la chancaca y 3) Evaluación de tres empaques durante el almacenamiento. Para el estudio de pre- limpieza del jugo se utilizaron tres extractos acuosos de caballousa obtenidas de: 3/100, 5/100, 7/100 (Kg. de corteza de caballousa / litros de agua). Y se agregaron: 6%, 8% y 10% de cada uno de los extractos obtenidos, al jugo de caña en función a su volumen (500 litros). El análisis sensorial y análisis del porcentaje de impurezas determinó como el mejor parámetro de Pre-limpieza al agregar 8% de extracto de caballousa que se obtuvo de 5Kg. de corteza de caballousa en 100 Litros de Agua (T5), ya que reportó menor porcentaje de impurezas (0.654%) en comparación con las muestras obtenidas sin aplicación de caballousa (6.585% de impurezas) y al agregar 6%,8% y 10% de extracto de caballousa obtenido de 3/100 (Kg. de corteza de caballousa / litros de agua), reportando los siguientes resultados: 4.19%, 4.582% y 3.345% de impurezas sucesivamente), no presentando diferencia en cuanto al %de impurezas en las muestras obtenidas al agregar 8% y 10% de extracto de caballousa obtenido de 5/100 y 7/100 (Kg. de corteza de caballousa / litros de agua). Estos resultados fueron corroborados con la evaluación sensorial siendo el tratamiento 5 el que obtuvo mayor puntaje promedio (4.17 apariencia general y 4.5 color) confirmandolo como el mejor tratamiento.

Para el encalado de los jugos se utilizó tres concentraciones de cal: 0.03%, 0.05% y 0.07%; y durante la concentración se utilizaron tres tiempos: 20, 40 y 60 minutos. Para determinar el mejor tratamiento se efectuó una evaluación sensorial con escala hedónica de siete puntos; a través del cual se evaluaron características de color, sabor y apariencia general, encontrándose como mejor parámetro para la obtención de la chancaca al agregar 0.05% de cal y 40 minutos de concentración (89 °Brix) lo cual fue corroborada con el análisis proximal obteniéndose los siguientes resultados: 6.98% de humedad, 7.85% de azúcares reductores, 84.0% de sacarosa , 6.8 de pH y un color amarillo cadmio (65% de Naranja,35% de amarillo)

La chancaca obtenida fue empacada en tres empaques: celofán y polietileno (envases flexibles de alta densidad) y polipropileno envase plástico rígido; y almacenado a humedades relativas de 64%,75%,87%,100% por 90 días, evaluándose las propiedades físico químicas (humedad, Azúcares reductores y pH) en la chancaca. Encontrándose que los empaques más adecuados según la evaluación en el almacenamiento, son el polietileno de alta densidad y polipropileno empaque rígido, ya que brindan mayor protección a la chancaca frente a la humedad. Las variaciones más considerables en cuanto a humedad y azucares reductores se dieron a humedades relativas de 100%; en ninguno de los empaques evaluados existió alteraciones en cuanto al pH, sólo un ligero aumento de los azúcares reductores en los empaques de celofán (flexible) y polipropileno (rígido) no existiendo diferencia estadística significativa de este último con respecto al uso del polietileno, siendo el polietileno el que protege mejor las características de la Chancaca, lo que se comprobó con el análisis microbiológico cuyos valores se encuentran dentro del rango recomendado por DIGESA; con lo cual quedó demostrado la calidad y asepsia del proceso y la protección que brinda el empaque frente al desarrollo de microorganismos.

SUMMARY

The present work was carried out in the Agroindustrial products Analysis and Composition Laboratory and non food Agroindustrial Products Technology Laboratory of Agroindustrial engineering faculty of San Martín national University and the chancaca processing plant of Agroindustrial San Pedro S.A.C. enterprise that this is located in San José de Sisa, Province el Dorado of Region San Martín.

This work determined the technological parameters of chancaca processing, with purpose of obtaining a product of good quality and its stability in the storage through an adequate packing.

The study was developed in 03 steps: 1) study of pre-purity on sugar-cane juice using different amounts and concentrations of caballousa (*Triumfetta semitriloba* L.), 2) study of clarification and concentration of juices for obtainment of chancaca and, 3) evaluation of 03 packings during storage. For the study of pre-purity of juice were used three caballousa's watery extracts obtained from: 3/100, 5/100, 7/100 (kg. Caballousa's peel / water liters). And added: 6%, 8%, and 10% each one of obtained extracts, to the sugar-cane juice on function its volume (500 liters). The sensorial analysis as well as the impurity percentage analysis determined as the best parameter of pre-purity to adding 8% caballousa's extracts that it got from 5 kg of caballousa's peel on 100 water liters (T5), since reported low impurity percentage (0.654%) in comparison with samples obtained without use of caballousa (6.585% impurity) and to adding 6%, 8% and 10% of caballousa's extract obtained from 3/100 (kg caballousa's peel / water liters), reporting the following results: 4.19%, 4.582% and 3.345% of impurities successively), no presenting difference as for impurity percentage on the samples obtained to adding 8% and 10% of caballousa's extract obtained from 5/100 and 7/100 (kg caballousa's peel / water liters). These results were corroborated with sensorial evaluation being the treatment 5 that it obtained high average point (4.17 general appearance and 4.5 color) confirming it as the best treatment.

For the whitewashed of juices were used three concentrations of lime: 0.03%, 0.05% and 0.07% and during the concentration utilized three times: 20, 40 and 60 minutes. to determined the best treatment was realized out a sensorial evaluation with hedonic scale of 7 points; through which evaluated features of color, flavor and general appearance, having as best parameter for the obtainment of chancaca to adding 0.05% lime and 40 minutes of concentration (89°Brix) which was corroborated with proximal

analysis getting the following results: 6.98% moisture, 7.85% reducer sugars, 84.0% saccharose, 6.8 pH and a cadmium yellow color (65% orange, 35% yellow).

The obtained chancaca was packed in tree packing: cellophan and polyethylene (high density flexible packings) and polypropylene (rigid plastic packing); and stored to relative humidities of 64%, 75%, 87% and 100% per 90 days, evaluating their physic-chemical properties (moisture, reducer sugars, and pH) in chancaca. Getting that packings most adequate according to the evaluation in storage, are the high density polyethylene and rigid polypropylene packings, since they give more protection to the chancaca in front of humidity. The variations most considerable as for humidity and reducer sugars gave with relative humidity of 100%; in no one of evaluated packings existed changes with regard to pH, had only a light increase or reducer sugars in cellophan (flexible) and polypropylene (rigid) no existing significant statistical difference of the latter with regard to the use of polyethylene, being this which protects best the features of chancaca, that it proved with microbiological Analysis of which values are inside of rank recommended by DIGESA; which has been demonstrated its quality and asepsis of processing and protection that gives to the packing in front of micro-organisms growth.

I. INTRODUCCIÓN

Desde hace cientos de años, el hombre al no poder satisfacer su necesidad por el azúcar con la miel recogida en las colmenas de los árboles, aprendió a preparar azúcar crudo a partir de varias fuentes vegetales; la más usada por nuestros ancestros fue la extracción de jugo de caña, que al ser concentrado nos proporciona un edulcorante conocido como chancaca, que además de su gran valor energético, tiene otros constituyentes que la hacen valiosa por su elevado valor nutritivo.

En el mundo, cerca de treinta países producen chancaca, siendo Colombia el segundo productor después de la India, con un volumen que representa el 7% de la producción mundial (FAO; 1 994); en términos de consumo por habitante al año, Colombia ocupa el primer lugar con un consumo promedio de 25.5 Kg.(CIMPA;1992)

En el Perú especialmente en la Región San Martín se registra la caña de azúcar con una producción de 56 742.43 Tm. hasta agosto del 2002 (Oficina de Información Agraria- San Martín; 2002) de las cuales el 25% son aprovechadas por los productores, para la elaboración de chancaca en forma artesanal y a pequeña escala; cuya renta les representa el 80% de sus ingresos monetarios; además de ser fuente complementaria en su alimentación e ingesta de azúcares.

En la Región San Martín se registra una producción de 1,201 Tm. de chancaca a través de 362 productores artesanales (Proyecto caña- Ministerio de Agricultura; 2002), los cuales poseen características que muchas veces no son las adecuadas para un producto de calidad, tales como las coloraciones oscuras y demasiadas impurezas, además de ser comercializados en el mercado, envasados con hoja y fibra de plátano, no siendo suficiente para resistir las condiciones del medio ambiente (temperatura, humedad relativa), lo que conlleva al deterioro (sinéresis, coloraciones oscuras, ablandamiento, contaminación por insectos y microorganismos), y por consiguiente la pérdida de calidad del producto, por ende la pérdida económica al productor impidiendo su comercialización.

El presente trabajo busca determinar los parámetros adecuados para el mejoramiento tecnológico del proceso de elaboración de la chancaca, con la finalidad de obtener un producto de buena calidad y al mismo tiempo lograr una estabilidad en el almacenaje a través de un empaque adecuado

Los objetivos que se plantearon para la realización del presente trabajo de investigación fueron:

- Mejorar los parámetros tecnológicos en la elaboración de la chancaca y evaluar las propiedades físico-químicas, sensoriales y microbiológicas.
- Evaluar tres diferentes empaques durante el almacenamiento de la chancaca.

II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. LA CAÑA DE AZÚCAR

La caña de azúcar es una gramínea perenne tropical de alto crecimiento que requiere por lo regular de 8 a 24 meses para alcanzar su madurez (Darrels;1987) La planta posee los siguientes nombres comunes: Cañamiel, caña dulce, cañamelar; en otros idiomas: zuckerrohr (Alemán), canne ásuecre (Francés) Sui kerriet (Holanda) ,sugar cane, cane (Inglés) caña de açúcar (Portugues).

Sistemática

Reino : Vegetal
Clase : Angiospermae
Sub clase : Monocotyledoneae
Orden : Glumiflorae
Familia : Graminaceae
Género : Saccharum
Especie : Officinarum L.
Nombre científico : Saccharum officinarum L.

2.1.1. Origen y distribución geográfica

Según ICA(1990) la caña es Originaria de Borneo y Malasia, extremo oriente, llegó a España en el Siglo IX a través del continente euroasiático; los españoles la trasladaron a América en el Siglo XV. Era cultivada en la India hacia el año 400 a.c. y está ampliamente distribuida en todo el mundo, porque el 50% del consumo de azúcar proviene de su cultivo.

Con la llegada de la caña de azúcar a América, donde se extendió gran parte del continente, se introdujeron también los métodos para la producción de azúcar y panela.

2.1.2. Características Agro botánicas

2.1.2.1 Descripción botánica

La caña de azúcar generalmente se propaga por estacas o fracciones de tallo que tengan una o mas yemas. Las variedades difieren en su tiempo de germinación y en la nutrición.

El tallo de la planta tiene una pequeña porción a bajo del suelo, es de forma cilíndrica y esta dividido en canutos que varían en longitud de 2 a 12 pulgadas según la relación de crecimiento tiene yemas laterales y yema apical(terminal).(*Roger P. Humbert ;1974*). La porción del tallo que se siembra tiene alrededor de la yema una banda de primordios de raíces que se desarrollan rápidamente, muy ramificadas y finas por medio de las cuales se alimenta el rebrote hasta que se forman raíces cilíndricas, gruesas y blancas, de corta duración pero que se renuevan constantemente. El sistema radical está formado por raíces superficiales y de penetración profunda para un mejor anclaje. La planta posee tallos sólidos que actúan como órganos de reserva, conformados por nudos y entrenudos cilíndricos, lisos o con grietas longitudinales, con un surco vertical corto en la parte inferior, en cuya base está la yema puede medir de 2 a 6 m de altura según la variedad, y 4 a 8 cm de diámetro. Las hojas se componen de vaina, cuello y lámina. Las inferiores se reducen a vainas triangulares y semienvolventes. No existe en la vaina ningún nervio principal. La inflorescencia en panícula terminal, ancha, piramidal, a veces de más de 1 m de longitud: glumas con nervio poco marcado; tres estambres con filamentos largos y delgados con anteras versátiles; semillas ablongas, generalmente estériles.(*Buenaventura;1975*). La inflorescencia, que no se puede desarrollar hasta pasados 12 a 24 meses después de la plantación ,es una panícula llamada "flecha"; el florecimiento y la formación de semilla son importantes sólo para los fitomejoradores debido a la propagación vegetativa de la caña de azúcar. (*Darrels; 1987*)

2.1.2.2 Período vegetativo

Algunos factores, como la temperatura, la altura sobre el nivel del mar, la precipitación y la floración, influyen sobre el periodo vegetativa de la caña y hacen que

éste sea más largo o más corto y que, por consiguiente, la cosecha se acelere o se retarde según las condiciones climáticas. A medida que aumenta la altura y disminuye la temperatura, el periodo vegetativo se hace más largo, así de 0 a 1,200 m.s.n.m., la caña madura a los 12 meses: de 1.200 a los 1.500 a los 15 meses; y de 1.500 en adelante a los 18 meses, aproximadamente.

2.1.2.3 Agro ecología

a) Clima: La temperatura, la luminosidad y la humedad relativa son los principales factores climáticos que inciden en el desarrollo de la caña de azúcar. Esta planta se considera tropical, desarrollada en zonas de alta temperatura y soleadas.: sin embargo, la faja se puede extender a 40°N y 32°S del ecuador. El clima ideal para la producción de caña se ha caracterizado como sigue:

1. Un ciclo de desarrollo con verano prolongado y caliente con lluvias adecuadas.
2. Un ciclo de maduración y zafra, bastante seco, soleado y fresco.
3. Ausencia de vientos fuertes o huracanados.

b) Fertilización: Se recomienda una fertilización de 130 kg/ha de N₂, 90 kg/ha de P₂O₅, 340 kg/ha de K₂O, 80 kg/ha de MgO y 60 kg/ha de S. Para obtener un rendimiento de 100,000 kg/ha, aplicando el fertilizante en el fondo del surco. (Méndez;1987).

2.1.2.4 Variedades de caña

Las características más importantes que debe presentar una variedad de caña para elaboración de chancaca son:

- a) Tener alto potencial de producción de sacarosa (azúcar) que dé chancaca de buena calidad y sabor.
- b) Alto rendimiento en caña por hectárea. La producción no debe decrecer durante los primeros cinco cortes.
- c) Ser resistente al ataque de plagas y enfermedades.

- d) Presentar altas resistencia a la sequía y al volcamiento.
- e) Adaptarse a diferentes zonas paneleras.
- f) Presentar facilidad de clarificación con los clarificantes tradicionales (balso, cadillo y guásimo).

Las variedades que más se cultivan provienen de Barbados, Estados Unidos, Hawaii, India, Java, Colombia y Perú. (ICA;1990)

Las variedades más conocidas de caña son las siguientes: POJ 2878, Chicama 32, Regencia, Uva, Javanesa, Crema, Gigante, Costeña, NC310, Criollo verde, Caledonia amarilla, Picurina. (Ministerio de agricultura, 2000).

A continuación se muestran algunos prefijos de localidades para las variedades:

B Barbados	N Natal África del sur
Co Coimbatore, India	NA Santa Rosa, Argentina
CB Campos, Brasil	NCO Cruzada en coimbatore seleccionada en natal
CP Canal Point, Florida	NG Colectadas en nueva- Guinea.
D Demerara, Guayana	Q Queensland, Australia
F Formosa	RB Alagoas, República de Brasil
H Hawaii	SP Sao Paulo, (cruzada en camamu, bahía)
POJ proefstation Oost Java	TUC Tucumán, Argentina
PR Puerto Rico	US Clones experimentales,
L Luciana	
L Lyallpur. Pakistán	
M Mauricio.	
M Mayagüez, Puerto Rico	

(Departamento de Agricultura De los Estados Unidos).

La hibridación depende de la producción de semilla verdadera después de la floración. La célula huevo en un óvulo es fertilizada por un núcleo procedente de un solo grano de polen y se desarrolla en una semilla, la cual germina en la plántula que se puede seleccionar como una futura variedad. (James C.P. 1991) Siendo necesario desarrollar nuevas variedades para cubrir los requerimientos específicos de

la industria azucarera. Un cultivar debe ser de maduración precoz, debe tener buenas cualidades para el rastrojo, ser resistente a los insectos y a las enfermedades y permanecer relativamente erecto en la madurez, también debe tener cierto grado de tolerancia al frío y resistencia al cambio de sacarosa a azúcares simples o mantener su calidad después del corte. (Darrles; 1987)

2.1.3. Problemas en la caña

James CP (1991), manifiesta que la calidad de la caña en el campo tiende a mejorar con la edad, llega a un máximo y luego declina. El deterioro antes de la recolección puede deberse a los daños causados por las enfermedades, las plagas y el clima. Después de cortada, la caña pierde agua (1 a 2% diariamente en la primera semana). Cuando se quema la caña antes de cortarla, las pérdidas de agua resultan mínimas, especialmente si se muele la caña dentro del primer día después de cortada.

Por lo general, el deterioro tiene lugar mediante procesos enzimáticos, químicos y microbianos. La enzima invertasa, que se encuentra naturalmente en la caña, convierte a la sacarosa en azúcares invertidos (glucosa y fructuosa) disminuyendo así la pureza la tasa de inversión.

El deterioro microbiano es causado principalmente por una Bacteria del género *Leuconostoc*, aunque existen muchos otros tipos de bacterias que pueden invadir la caña cortada.

2.1.4. Composición química de la caña de azúcar

La sacarosa se encuentra en el jugo y la celulosa en la fibra y son los principales constituyentes químicos de la caña de azúcar, cada uno de ellos este compuesto de azúcares simples. Los azúcares simples: glucosa (dextrosa) y fructuosa (levulosa), se encuentran asimismo sin formar cadenas en la caña de azúcar y por lo general en cantidades menores que la sacarosa. La composición química de la caña de azúcar se observa en el cuadro 01 y 02

Cuadro 01. Intervalos aproximados de concentración de los principales componentes en los sólidos extraídos del guarapo.

Componentes	Porcentaje (%)	% sólidos solubles
Agua	73 – 76	
Sólidos	24 – 27	
Fibra (SECA)	11 – 16	
Sólidos Solubles	10 – 16	
Componentes del guarapo		
Azúcares	75 – 92	
Sacarosa		78 – 88
Glucosa		2 – 4
Fructosa		2 – 4
Sales	3,0 – 7,5	
De ácidos inorgánicos		1,5 – 4,5
De ácidos orgánicos		1,0 – 3,0
Ácidos orgánicos libres	0,5 – 2,5	
Ácidos carboxílicos		0,1 – 0,5
Aminoácidos		0,5 – 2,0
Otros no-azúcares orgánicos		
Proteínas		0,5 – 0,6
Almidón		0,001 – ,0050
Gomas		0,30 – 0,60
Cera, grasas fosfáticos		0,05 – 0,15
No-azúcares no identificados		3,0 – 5,0

FUENTE: *George P. Medde (1967).*

Cuadro 02 : Composición del jugo de caña

COMPONENTE	PORCENTAJE (%)
Sacarosa	12.5
Azucares Reductores (Dextrosa; 0.9, Levulosa; 0.6)	1.5 – 12.0
Ceniza	1.0 – 5.0
Substancias orgánicas distintas de los Azucares	3.0 – 7.0
Proteínas	0.6 – 1.3
Otros compuestos Nitrogenados	0.3 – 0.6

Fuente : ICA;1990

2.1.4.1 Sacarosa

La sacarosa es el azúcar de uso doméstico e industrial y es el azúcar más común en el reino vegetal. La sacarosa se encuentran en todas las partes de la planta de la caña de azúcar, pero abunda más en el tallo, donde se encuentra en las vacuolas de almacenamiento de las células (parénquima). Los azúcares monosacáridos, glucosa y fructuosa, se condensan para formar sacarosa y agua. (James CP. 1991).

a) **Propiedades de la sacarosa.** La sacarosa $C_{12}H_{22}O_{11}$, masa molecular 342.30, forma cristales blancos, de sabor dulce que funden a $185^{\circ}C$, sólo es ligeramente soluble en alcohol, siendo muy soluble en agua. (Erich lück, 1995).

b) **Análisis de la sacarosa.** la determinación cuantitativa de la sacarosa en los alimentos, puede realizarse mediante técnicas enzimáticas (Gromes y Mörsberger, 1992), polarimetría, cromatografía en capa fina, cromatografía de gases, cromatografía iónica (Barka y Heidger, 1989) y métodos de ensayo húmedo, e.g. Luff-Schoorl, así como HPLC (Schleich y Engelhardt, 1989; Solbrig - Lebuhn, 1992; Kaufmann, 1993)

La Sacarosa está compuesta de dos monosas distintas, la α -glucosa y la β -fructuosa, la primera en forma de piranosa y la segunda en forma de furanosa, el enlace glucosídico entre los dos primeros átomos de carbono es de 1:2, por lo tanto, la sacarosa no posee grupo carbonilo libre de aquí que ni reduce el liquido de fehling ni se combina con el dióxido de azufre ni con los aminoácidos (Braverman, 1998).

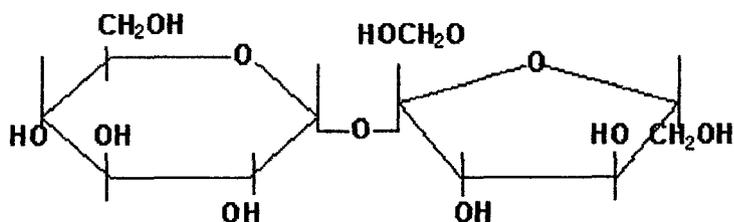
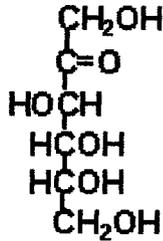


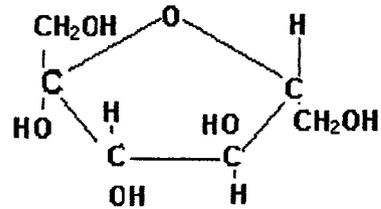
Figura 01: Representación espacial de la cadena cíclica de la sacarosa 2-D-glucopiranosil - β -D-fructofuronosido

2.1.4.2 Fructosa (levulosa)

Llamada azúcar de las frutas, es un cetosa que se encuentra en la miel y en el jugo de las frutas en forma piranóstica; sin embargo cuando esta combinada con otros azúcares, como en la sacarosa o en los polisacáridos su forma cíclica, es la del furano.



D- fructuosa



β -D - Fructosa
(β -D - Fructofuranosa)

Figura 02: Representación espacial de la cadena abierta y cíclica de la fructuosa

2.1.4.3 Glucosa (dextrosa)

La glucosa es metabólicamente el azúcar más importante en las plantas y los animales, la formula empírica es $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ y el peso molecular es 180.2. Los cristales anhidros de la glucosa son rómbicos, se funden a 146°C (295°F) y tienen densidad relativa de 1.544. La glucosa es menos soluble en agua que la sacarosa.

Al comienzo de la zafra el contenido de glucosa del guarapo es alto y disminuye con la madurez. La glucosa se presenta en solución en tres formas y todas pueden aparecer al mismo tiempo. La forma de cadena tiene libre el grupo aldehído y reduce una solución alcalina de sales cúpricas, dando positiva la prueba para los azúcares reductores. La forma de anillo existe en las configuraciones α y β que en solución están en equilibrio.

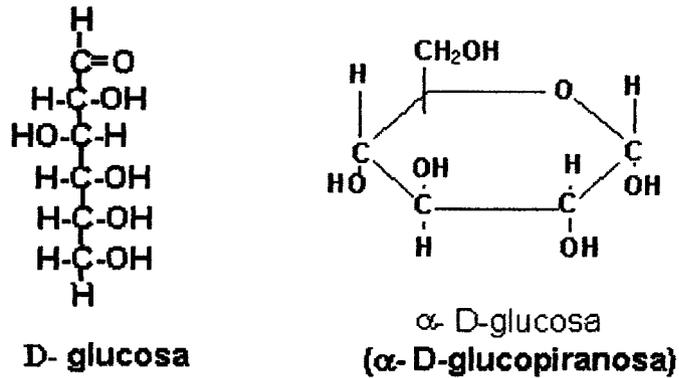


Figura 03: Representación espacial de la cadena abierta y cíclica de la glucosa

2.1.4.4 Dextrano y Gomas

Los dextranos y las gomas son polisacáridos que son solubles en el guarapo frío, que ocurren naturalmente, como los polisacáridos estructurales de las paredes celulares o como consecuencia de la infección microbiana de las células dañadas.

2.1.4.5 Componentes minerales

Los componentes inorgánicos de la caña de azúcar se presentan como agua, iones, sales, constituyentes de moléculas orgánicas complejas o compuestos insolubles. Estos componentes de mayor interés están disueltos en el guarapo y se muestran en el cuadro 03

El contenido mineral de la caña de azúcar varía según las variedades y los tipos de suelos. Los suelos aluviales de fina textura y drenaje deficiente produce caña con un contenido de potasio más elevado que los suelos limosos bien drenados o de las praderas, los suelos alcalinos producen cañas con un porcentaje de potasio más elevado que los suelos aluviales (James CP;1991)

Cuadro 03: Componentes minerales del jugo, jarabe y melazas de la caña de azúcar

Componente	Concentración (% de sólidos)			
	Jugo sin refinar	Jugo clarificado	jarabe	Melazas
Potasio(K ₂ O)	0.4-1.4	0.3-1.0	0.7-1.0	2.3-6.5
Sodio(Na ₂ O)	0.03-0.10	0.03-0.09	0.02-0.04	0.03-0.06
Sulfato(SO ₃)	0.11-0.52	0.16-0.44	0.02-0.61	1.10-3.39
Cloruro(Cl)	0.10-0.29	0.10-0.26	0.16-0.46	0.13-1.11
Calcio(CaO)	0.17-0.32	0.27-0.55	0.35-0.37	0.86-1.64
Magnesio(MgO)	0.20-0.33	0.20-0.40	0.03-0.32	0.68-1.87
Silicio(SiO ₂)	0.06-0.71	0.07-0.33	0.01-0.07	0.05-1.41
Fosfato(P ₂ O ₅)	0.01-0.40	0.02-0.08	0.01-0.02	0.07-0.14
Hierro(Fe ₂ O ₃)	0.06-0.14	0.01-0.03	0.007-0.01	0.04-03.07
Ceniza Sulfatada	3.6-4.4	2.8-3.9	3.1-6.5	12.0-19.0
Ceniza Determinada por conductividad	3.4-4.4	3.7-4.5	3.9-4.7	14.2-17.7

Fuente : James CP ;1.991

2.2. LA CHANCACA

2.2.1. Definición

Según CIMPA(1987), La chancaca se define técnicamente como un producto derivado de la molienda de la caña de azúcar en el que se deja cristalizar toda la masa del jugo o jarabe sin proceder a refinarla, para lograr una concentración de azúcares entre 80 y 85%, compuesta de melazas y azúcar morena de granos finos cristalizados, formando una torta higroscópica.

La chancaca puede ser mas o menos clara según la cantidad de melaza eliminada de la masa por decantación y del que existen múltiples variantes (métodos de fabricación, presentación del producto, denominaciones) (Fauconier, 1975).

2.2.2. Nombres comunes

La FAO (1994), registra la chancaca como “azúcar no centrifugada” y recibe diversas denominaciones, se le conoce como Gur en la India y Pakista, raspadura en Brasil y Ecuador, chancaca en el Perú, Panela en Colombia, papelón en México, Guatemala y otros países de Centro América.

2.2.3. Proceso de elaboración

La fabricación de chancaca se lleva a cabo en el siguiente orden:

- a. Extracción del jugo
- b. Clarificación del jugo
- c. Ebullición
- d. Enfriamiento
- e. Moldeado

Antiguamente en este procedimiento la extracción del jugo de la caña se realizaba mediante el método tradicional de las trituradoras de caña accionadas por bueyes, del que gradualmente se pasó a pequeños equipos diesel y eléctricos. Con este método se extraía aproximadamente el 50% del jugo existente en la caña; mientras que en los molinos modernos puede extraerse alrededor el 95%. (*Issay Isaías, 1985*). Después del primer prensado el bagazo (caña prensada) puede mezclarse con agua caliente o jugo de caña caliente diluido y de nuevo prensarle para extraer el máximo jugo y el bagazo es secado al aire libre para ser utilizado a continuación como combustible; es necesario añadirle un combustible complementario (*Desrosier, 1998*), (*Fauconier, 1975*).

El jugo crudo extraído se coloca inmediatamente en un aparato de cocción abierto, en el que se llevan a cabo simultáneamente los procedimientos de ebullición y clarificación.

El calentamiento del jugo detiene la acción enzimática de inversión y fermentación y estimula la coagulación de las gomas y otras sustancias coloidales o en suspensión, separándolas del jugo.

El proceso de clarificación se lleva a cabo mediante el agregado de ciertos extractos vegetales, tales como Hibiscus ficuluous, Hibiscus esculentus, Arachis hypogaeae, Cadia calcina y Ricinus communis. Estos clarificantes no reaccionan químicamente ante el jugo, pero la albúmina vegetal contenida en sus extractos se coagula mediante el calentamiento y forma una maraña con las impurezas suspendidas y coloidales existentes en el jugo, que se espuman por medios mecánicos. En algunos casos la elevada acidez del jugo se neutraliza mediante el agregado de cal. Mientras se calienta el jugo hasta llegar a la ebullición (115°C a 117°C) (Issay Isafas, 1985). El jugo recolectado es de color verde oscuro con un pH aproximado de 5.2, se cuele para eliminar trozos de tallos y otros residuos entonces se neutraliza con una mezcla de cal y agua, se calienta para precipitar las impurezas (Desrosier, 1998). El precalentado suele realizarse a 60-70°C hasta un pH de 10.8 a 11.9 con un tiempo de espera de 20 min. Una serie de ácidos orgánicos y el fosfato precipitan como sales cálsicas; los coloides floculan (Belitz, 1997). La espuma que se ha formado se aparta periódicamente y se continúa la cocción para lograr una mayor concentración. Después; la masa concentrada se enfría y se moldea para que adquiera la forma deseada de bloques de azúcar o lo que se conoce como Gur en la India o como panela en Colombia y chancaca en el Perú (Issay Isafas, 1985).

La tecnología de elaboración de la chancaca es simple é intensiva en trabajo familiar, por lo general la caña se muele en un trapiche. El jugo obtenido se calienta en recipientes abiertos, separando únicamente las impurezas que afloran a la superficie, las mieles son batidas manualmente para favorecer la cristalización de los azúcares. Finalmente las mieles son vaciadas a moldes de madera donde al enfriarse adquieren la forma sólida de la chancaca y éstas se expenden envueltas en hojas de plátano formando atados individuales (Cotecsán S.A. 1996).

2.2.4 Tecnología tradicional de elaboración de chancaca

La producción de chancaca en la región San Martín es una práctica de tipo artesanal como se detalla a continuación (ITDG, 1993).

a.- Corte de la caña.

El corte de la caña se realiza de manera manual con la ayuda de machetes en trozos de aproximadamente 1.40cm. cada uno, los cuales son amarrados formando cargas(tercios) de 70kg. Cada uno. Por lo general esta operación se realiza un día anterior al proceso y a partir del medio día.

b.-Molienda.

La molienda se realiza en los trapiches que muchas veces son de madera de tres masas o rodillos accionado con energía animal mediante movimientos circulares con un travesaño de madera. algunos de los chancaqueros cuentan con trapiches de tres masas accionados con un motor petrolero. En el caso de trapiches de madera cada vez que los trozos de caña son vueltas a introducir entre los rodillos laterales son trezados y exprimidos manualmente para facilitar la extracción de los jugos. La capacidad de extracción de los trapiches de madera es variable pero aproximadamente por cada kilogramo de caña molida se extrae 0.5 litros de jugo de caña, que caen a una canaleta de madera que los distribuye a una vasija u olla. De aquí son trasladados al perol para la etapa del calentamiento de los jugos.

c.- Calentamiento de los jugos.

El calentamiento de los jugos se realiza con el fin de reducir su contenido de agua en un perol abierto usando como combustible leña. El perol es de cobre y descansa sobre una hornilla hecha de piedras y barro.

Todo el proceso de calentamiento de los jugos se realiza en el mismo perol. No se practica la clarificación de los jugos mediante la agregación de algún aditamento, solo se separan impurezas y suspensiones coloidales que flotan en la superficies utilizando cernidores de madera.

Los 250Kg. de caña producen 125 lt de jugo aproximadamente de los cuales son calentados durante 5.8 h con vigilancia permanente de un trabajador. Esta etapa dura hasta que los jugos transformados en mieles (al reducirse la cantidad de agua aumenta la densidad) entran en ebullición formando borbotones. En este momento se inicia la etapa del batido.

d.- Batido.

El batido consiste en dos sub-etapas:

Un primer batido sobre fuego, y un batido posterior fuera del fuego. El primero se inicia cuando los jugos han eliminado cerca del 80% de su volumen por la evaporación del agua y empieza una intensa ebullición.

Para retirar el perol del fuego se prueba introduciendo una muestra de la miel caliente en una vasija con agua, si la miel se endurece al contacto con el agua entonces el perol se retira del fuego y se bate en frío con un palo largo de madera. Todo el proceso de batido de estas dos sub-etapas, demora 40 min. y ocupa a un trabajador.

e.- Moldeado y empaquetado

El moldeado se realiza vaciando la chancaca líquida en moldes de madera de forma cónica. El vaciado demora 13 min. y ocupa a dos trabajadores, luego del cual se deja enfriar la chancaca en los moldes durante media hora. Esta etapa de moldeado entonces utiliza 0.42 h. de trabajo y cada molde de forma cónica se llama tapa y dos tapas son envueltas en hojas de plátano formando y atado.

2.2.5 Blanqueadores y clarificadores

CIMPA (1987), Menciona que los blanqueadores y clarificantes son sustancias decolorantes utilizadas para eliminar las coloraciones oscuras propias de los componentes del jugo de la caña. Los más difundidos son el clarol, y el clarifos,

respectivamente meta bisulfito o hiposulfito de sodio y fosfato monocálcico, y su uso ha sido ampliamente cuestionado dado que pueden contener trazas de azufre y sodio de carácter tóxico. La acción de estos productos no es permanente, dado que se trata de compuestos fuertemente reductores y, por tanto, susceptibles de reoxidación produciendo con el tiempo coloraciones verde-blancuzcas, de poca aceptación en el mercado.

La cal (óxido de calcio, CaO) se debe adicionar antes del proceso de evaporación y su efecto es neutralizar los ácidos orgánicos que contiene el jugo para evitar la inversión de sacarosa, además de provocar la precipitación de impurezas produce reacciones con las sustancias presentes en el jugo, algunos dan origen a reacciones que forman compuestos solubles en el jugo. Puede adicionarse directamente o en forma de lechada de cal.

El uso del fosfato monocálcico como agente auxiliar en la clarificación para la elaboración de chancaca tiene dos efectos importantes: contribuir a eliminar mayor cantidad de impurezas, originando más formación de cachaza y mejorar el color de los jugos clarificados.

Dependiendo del contenido de fosfato en el jugo de caña se hace la adición correspondiente de fosfato. Las cantidades varían entre 80 y 300 g de fosfato por 500 litros de jugo.

La adición de blanqueadores y clarificadores en el proceso de elaboración de chancaca se realiza como se describe a continuación:

1. Ajustar el pH del jugo en 6,5 y adicionar cal en la paila clarificadora (350-400 g de cal en 1 litro de agua aproximadamente), se debe hacer a una temperatura de 60°C antes de adicionar balso u otro mucílago vegetal empleado, en la dosis requerida.
2. Agregar la mitad del fosfato monocálcico que se va a aplicar: éste se diluye aproximadamente en 500 ml de agua, se mezcla y se adiciona. Se deja actuar hasta una temperatura entre 80-85°C, a la cual se inicia el descachazado hasta los 90 – 94°C, temperatura a la cual se alcanza el punto de ebullición. La cachaza negra y

blanca que se forma debe ser retirada continuamente hasta que se considere terminada la etapa de clarificación.

3. Agregar la mitad restante del fosfato monocálcico con el fin de mejorar el color del jugo. Se controla el pH nuevamente y debe mantenerse cerca de 5.8 para garantizar una panela de buen grano.

2.2.6 Composición química de la chancaca

La composición química de la chancaca se detalla en el cuadro 04.

Cuadro 04: Composición química de la chancaca

COMPONENTES EN 100 gr. DE CHANCACA	%
Humedad	9.25%
Sacarosa	80.276
Reductores	7,800
Cenizas	1,040
Fibra	0,236
Grasa	0,140
Proteína	0,740
Sodio	0,150
Potasio	0,060
Fósforo	0,050
Calcio	0,201
Magnesio	0,046
Hierro	0,011
Color (550 nm)	63,540
Porcentaje turbiedad (620nm)	37.42

Fuente: CIMPA(1987)

Según el *Ministerio de Industrias, Quito-Ecuador (1992)*, afirma que entre los grupos de nutrientes esenciales de la panela deben mencionarse el agua, los carbohidratos, los minerales, las proteínas, las vitaminas y las grasas. Un estudio de CIMPA (Centro de Investigación para el mejoramiento de la Industria panelera), pone de manifiesto su alto valor nutricional. En forma global, puede decirse que este

alimento cumple cualitativamente con las recomendaciones de consumo diario elaboradas por el Instituto Nacional de Nutrición en Colombia.

En la panela se encuentran cantidades notables de sales minerales, las cuales son cinco veces mayores que las del azúcar moscabado y 50 veces más que las del azúcar refinado. Entre los principales minerales que contiene la panela figuran; el calcio Ca, potasio K, magnesio Mg, cobre Cu, Hierro Fe y fósforo P, como también trazas de fluor F y selenio Se.

Según CIMPA(1987), nos dice que vale la pena destacar el valor nutricional de la panela frente a otras fuentes de recursos calóricos. La panela ha sido y lo será por mucho tiempo el alimento básico en las zonas rurales, por poseer un valor alimenticio superior al del azúcar.

En el valor nutricional de la panela inciden numerosos factores que van desde la variedad de caña utilizada, tipo de suelo, siembra, temperatura, luminosidad, tiempo y sistema de corte y almacenamiento, hasta las condiciones que cada una de las fases del proceso implica para la obtención del producto final.

Diferentes análisis químicos han puesto de manifiesto el alto valor nutricional de la panela. El nivel de azúcar hace que ésta sea una buena fuente de calorías. El alto contenido de calcio, sodio, potasio, hierro y magnesio, encontrado en el producto, lo ubican como un alimento rico en minerales. El aporte protéico no es muy alto, dado que la mayor parte de la proteína en el jugo de caña se desnaturaliza por acción del calor y la cal; dicha desnaturalización ha sido calculada en un rango del 76 al 80% de la misma.

Un alimento se define como nutricionalmente bueno cuando contiene los **nutrimentos** esenciales para el organismo en las proporciones o cantidades adecuadas, suministra la energía para el desarrollo de los procesos metabólicos y está libre de sustancias nocivas para el consumidor. De acuerdo a esto, la panela puede catalogarse como un alimento nutricionalmente bueno.

2.2.7 Almacenamiento de la chancaca

Según Macias (1990), La panela, por ser higroscópica al medio ambiente, puede perder o absorber humedad. Debido a que la absorción de humedad produce deterioro y la temperatura tiene influencia en este proceso, la panela almacenada en climas cálidos y húmedos sufre mayor daño. El producto colocado en bodegas especialmente acondicionadas, y protegido en empaques adecuados, según las condiciones climáticas, puede conservarse en buen estado por largo tiempo.

Es más propensa a alterarse la panela con proporciones altas de azúcares reductores, baja en sacarosa, con aditivos y contenido alto de humedad. A medida que aumenta la absorción de humedad, ésta se ablanda, cambia de color, aumenta los azúcares reductores, disminuye la sacarosa y aparecen microorganismos: mohos, levaduras y bacterias.

Potter (1975) y Cheftel (1999) afirman que los niveles de agua en casi todos los alimentos concentrados, son más que suficientes en sí para permitir el crecimiento microbiano. El azúcar y la sal en soluciones concentradas generan presiones osmóticas elevadas, cuando éstas son suficientes para sacar agua de las células microbianas o para prevenir la difusión normal del agua a estas células, existe una condición preservativa.

De la misma manera, Jay (1978), dice que los azúcares raramente sufren el ataque microbiano, sobretodo si están adecuadamente preparados elaborados y conservados, debido y fundamentalmente a la falta de suficiente humedad para que tenga lugar su crecimiento. Es frecuente que el azúcar de caña contenga microorganismos. Los contaminantes bacterianos más importantes son los miembros del género *Bacillus* y *Clostridium*, Es posible el crecimiento de algunos de estos microorganismos, sobre todo en las superficies, si los azúcares se almacenan en condiciones extremadamente altas de humedad. La *Torula* y cepas osmófilas de *Saccharomyces* (antes *Zygosaccharomyces* spp.) causa problemas en los productos azucarados y dulces con un alto contenido de humedad, éstos pueden producir inversión del azúcar.

Jamieson(1975) indica que el azúcar en condiciones muy húmedas, puede producir crecimiento de mohos, estos defectos cabe impedirlos prestando atención al control de la humedad relativa dentro del almacén proveyendo determinados casos del azúcar un envasado o empacado especial a prueba de humedad.

Macias (1990), dice que las mejores condiciones para un almacenamiento prolongado de la panela, son las que establecen una humedad de equilibrio, menor o igual al 7%, en el producto.

Para conservar convenientemente la panela durante el almacenamiento, es necesario tener en cuenta las siguientes precauciones:

- a. La panela debe ser empacada en cajas de cartón al momento en que ésta se encuentra a una temperatura similar a la del ambiente.
- b. Las paredes y los pisos del almacén deben estar lo más aislados y ventilados que sea posible.
- c. Las cajas con panela no deben estar en contacto directo con el piso, ni con las paredes del depósito. Para evitar esto, se debe utilizar estibas de madera y dejar un espacio entre los arrumes y las paredes.
- d. La bodega se debe ventilar durante el día en los períodos de baja humedad relativa y cerrarla durante la noche.
- e. El transporte de la panela del sitio de producción al de almacenamiento o consumo, debe realizarse en carros que, en lo posible, no presenten variaciones de temperatura y humedad en el interior de sus bodegas.
- f. El empaque de polietileno es recomendable siempre y cuando la panela que vaya a ser empacada posea una humedad menor o igual al 7%.

2.3 ENVASES Y EMBALAJES DE ALIMENTOS (FOOD PACKAGING)

El envase y embalaje de los alimentos juega un papel fundamental en la conservación de los alimentos y en especial de los alimentos frescos o procesados listos para consumir. El hombre tiene muchos competidores en la utilización de los alimentos que él produce, tales como: animales, particularmente ratas, insectos y microorganismos (hongos, bacterias y levaduras), todos ellos causan pérdidas en varios estadios de la producción, cosecha, procesamiento, transporte y venta de los alimentos. Si un microorganismo es permitido crecer en el alimento, ellos malograrán al producto en diferentes formas, putrefacción, fermentación o crecimiento de mohos. Esos organismos particularmente bacterias pueden afectar los alimentos y dejar sus toxinas o sustancias indeseables causando enfermedades y en algunos casos hasta la muerte a la persona que lo consume. Es por esto que el empaquetado juega un rol decisivo en cumplir los objetivos de prevenir el deterioro y asegurar el abastecimiento de estos alimentos. (Salas;1996)

El propósito del empaquetado o envasado consiste en proteger al alimento de cualquier tipo de deterioro, bien sea de naturaleza química, microbiológica o física con la finalidad de suministrar al consumidor un alimento de similar calidad a los productos frescos recientemente preparados(Heiss,1997)

Escoger un buen empaque envuelve un gran número de consideraciones. Para muchos productos alimenticios hay un solo objetivo, el empaque debe dar las condiciones óptimas de protección para mantener el producto encerrado en buenas condiciones para su anticipada vida en almacenamiento. También se debe considerar algunas decisiones que son subjetivas. El empaque debe ser de tamaño y forma correcta, y su diseño debe atraer la atención del comprador. El desarrollo y diseño del empaque a hecho posible ofrecer al consumidor una gran variedad de productos alimenticios los cuales puede escoger con entera confianza.

La técnica de empaquetado y el escoger un empaque con características de barrera apropiada es designado para prevenir destrucción de los alimentos por el ataque de microorganismos e insectos y / o roedores dependiente sobre todo de su naturaleza física, y también para preservar la calidad y el valor nutritivo de muchos

alimentos por la expulsión de oxígeno y el control de agua ganada o perdida (Salas ;1996). Lo que se debe tener en cuenta en el envasado de un alimento es la naturaleza y el grado de permeabilidad. Debe indicarse si la protección requerida es contra el agua, vapor, el oxígeno, la luz, la captación de olores extraños o cualquier otro tipo de protección. El acetato de celulosa es impermeable al agua, pero no a su vapor, el celofán es muy impermeable al gas, pero no a su humedad, el polietileno es muy impermeable al vapor y poco permeable a los gases(HIESS,1997).

A diferencia del metal, cualquier tipo de plástico presenta siempre una cierta permeabilidad al vapor de agua y a los gases, variable en función de la naturaleza, de forma que en algunos materiales la impermeabilidad al vapor de agua es excelente, en tanto que en otros lo es frente al anhídrido carbónico o al oxígeno.(G. Bureau ,1995).

Se entiende por envases flexibles, todo envase confeccionado a partir de un material que no es rígido .No obstante el término "película flexible" suele aplicarse exclusivamente a materiales fibrosos de grosor inferior a 0.25mm. las características generales de las películas flexibles son las siguientes :

- Su coste es relativamente bajo.
- Son lo suficientemente impermeables al oxígeno, al vapor de agua y los gases .
- Se pueden termo sellar.
- Se manejan con facilidad y resultan muy cómodas tanto para el fabricante como para el detallista y el consumidor.
- Son muy ligeras .
- Se adaptan a la forma del contenido ahorrando espacio de almacenamiento y transporte.

Modificando cada tipo de polímero, variando el grosor del material y el tipo y grosor del recubrimiento, puede obtenerse materiales con distinta permeabilidad y características mecánicas y térmicas óptimas. (Fellows;1994)

2.3.1 Empaques flexibles más usados en el envasado de alimentos

2.3.1.1 Celulosa

La película de celulosa se fabrican mezclando una pulpa de papel de sulfito con dióxido de azufre y disulfuro de carbono. La celulosa es una película brillante, inodora, insípida y biodegradable (en 100 días aproximadamente). Es consistente y resistente a la punción, si bien se desgarran fácilmente. No es resbaladiza y resiste bien el plegado por lo que resulta muy adecuado para las envolturas que se cierran por torsión. Se emplea para el envasado de alimentos que no requieren impermeabilidad a los gases o al vapor de agua.

2.3.1.2 Polipropileno

El polipropileno orientado, es una película translúcida y brillante, con buenas propiedades ópticas y muy resistentes a la tensión y punción, es bastante impermeable al vapor de agua, los gases y los olores, y no le afectan los cambios en la humedad ambiental. Es termoplástico, por lo que puede estirarse (aunque menos que el polietileno) y su coeficiente de fricción es bajo, por lo que no se carga de electricidad estática haciéndola muy adecuada para las instalaciones de llenado a alta velocidad.

2.3.1.3 Polietileno

El polietileno de baja densidad es químicamente inerte, termosellable, no posee olor alguno y se retrae por calentamiento, es impermeable al vapor de agua (pero bastante permeable a los gases) y sensible a los aceites y olores. Es más barato que la mayor parte de las películas flexibles.

El polietileno de alta densidad es más resistente, más grueso, menos flexible y más quebradizo que el de baja densidad, pero es más impermeable que éste a los gases y al vapor de agua, su temperatura de reblandecimiento es más elevada (121°C) por lo que puede esterilizarse al calor. Las bolsas fabricadas con polietileno de alta densidad (de 0.03 – 0.015 mm) son muy resistentes al desgarramiento, a la tensión y a la

penetración, y sus cierres también lo son. Es impermeable al agua y químicamente muy resistentes.

2.3.1.4 Papel Aluminio

El papel aluminio proviene de un proceso de reducción en frío, donde el aluminio (99.4% de impureza) es sometido a una presión entre dos cilindros para reducir su grosor a menos de 0.152mm. El papel de aluminio posee importantes ventajas, como son: Tiene muy buen aspecto, se pliega y maneja con facilidad, refleja la energía radiada y es bastante impermeable al vapor de agua y a los gases.

2.3.1.5 Cloruro de polivinilideno

La película de cloruro de polivinilideno sin recubrimiento es muy impermeable a los gases y el vapor de agua. Es resistente a las grasas y no se funde en contacto con grasas calientes, lo cual la hace muy adecuada para los alimentos que pasan directamente del congelador al horno. El cloruro de polivinilideno se emplea también como material de recubrimiento de otras películas o incluso botellas, con objeto de mejorar su impermeabilidad.(Fellows,1994).

III. MATERIALES Y MÉTODOS



3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN

El presente trabajo de investigación, se realizó en los laboratorios de Análisis y Composición de Productos Agroindustriales (ANACOMPA), y de Tecnología de Productos Agroindustriales no Alimentos (TEPANAL) de la Facultad de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional de San Martín y en la planta procesadora de chancaca de la empresa Agroindustrial San Pedro S.A.C. que queda ubicado en San José de Sisa, Provincia del Dorado de la Región San Martín.

3.2 MATERIA PRIMA E INSUMOS

3.2.1. La Caña de Azúcar (*Saccharum officinarum*)

La caña utilizada para la elaboración de la chancaca fue obtenida de la producción de caña procedente de los cultivos de la empresa AGROSANSA. Ubicada en el margen derecho del río Sisa sector Santa Rosa. La variedad de caña utilizada fue Caledonia amarilla. La zafra se realizó a los 12 meses después de la siembra.

3.2.2. Cal

La cal (CaO) utilizada fue con un grado de pureza de 99%, procedente del laboratorio de la planta procesadora de chancaca, con la cual se preparó la lechada de cal.

3.2.3. Caballousa (*Triumfetta semitriloba* L.)

Se utilizó extractos de la corteza de Caballousa (*Triumfetta semitriloba* L.) obtenida por extracción con agua (extracto acuoso). La caballousa utilizada tenía un año de edad aproximadamente, procedente de los terrenos de la empresa San Pedro SAC. Sector Santa Rosa.

3.2.4. Bagazo de la Caña de Azúcar

El bagazo secado al medio ambiente se utilizó como combustible durante la concentración de los jugos.

3.3. EQUIPOS, MATERIALES Y REACTIVOS UTILIZADOS

3.3.1. Equipos

- Balanza analítica
- Estufa
- Termómetro de 10°C a 360°C
- pH metro
- Espectrofotómetro
- Polarímetro
- Refractómetro manual
- Trapiche "PANELERO"
- Equipo de titulación

3.3.2. Materiales

- Moldes de madera
- Ollas de aluminio
- Tanques de acero inoxidable
- Paleta de madera
- Mesa
- Cuchillos de acero inoxidable
- Materiales de vidrio
- Pinza
- Rejilla
- Mechero bunsen
- Balón de gas
- Recipientes diversos (baldes..etc)
- Empaques:
 - a). Celofán de alta densidad, con un espesor de 0.24 mm., permeabilidad de $0.16 \times 10^{-6} \text{ cm}^3 \text{ soluto/seg.cm}^2 \text{ atm./cm}$.
 - b). Polietileno de alta densidad, con un espesor de 0.24 mm., permeabilidad de $6.53 \times 10^{-8} \text{ cm}^3 \text{ soluto/seg.cm}^2 \text{ atm./cm}$.
 - c). Polipropileno, envase plástico rígido, permeabilidad $51.0 \times 10^{10} \text{ cm}^3 \text{ soluto/seg.cm}^2(\text{cmHg})$

3.3.3 Reactivos

- Ácido Sulfúrico
- Hidróxido de Sodio 0.1N
- Fenolftaleína
- Lechada de cal
- Agar recuento
- Soluciones A y B de reactivo de Fehling
- Nitrito de Sodio
- Cloruro de Sodio
- Cromato de Potasio
- Cloruro de Litio
- Nitrato de Magnesio
- Acetato de Potasio
- Cloruro de Magnesio
- Cloruro de Bario

3.4 METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

El estudio experimental se desarrollo en tres etapas: 1) Estudio de Pre-limpieza del jugo de caña utilizando diferentes cantidades y concentraciones de caballousa (*Triumfetta semitriloba L*), 2) Estudio de encalado y concentración de los jugos para la obtención de la chancaca y 3) Evaluación de tres empaques durante su almacenamiento; con la finalidad de buscar los parámetros adecuados para la obtención de un producto de buena calidad y lograr una estabilidad en el almacenaje a través de un empaque adecuado.

3.4.1 Pre - clarificación del jugo de caña

Para facilitar la limpieza de los jugos se utilizó un extracto vegetal, siguiendo el proceso empleado en la producción de chancaca en Colombia (CIMPA;1990, Issay Isaías;1985). Se utilizó extracto acuoso de corteza de caballousa (*Triumfetta semitriloba L*) obtenidas de: 3/100, 5/100, 7/100 (Kg. de corteza / litros de agua),aplicando los siguientes porcentajes (6%,8%,10%) en función al volumen del jugo de caña (500 litros), en esta etapa se empleo un diseño completamente al azar

con arreglo factorial de 3 x 3. El primer factor fue la concentración del extracto de caballousa y el segundo fue la cantidad agregada al jugo y la unidad experimental estuvo constituida de una muestra de jugo pre-clarificado de aproximadamente 50 ml. Teniendo como variable respuesta la evaluación sensorial y el análisis de porcentaje de impurezas. Esta operación se realiza por 60 minutos y tres repeticiones.

3.4.2 Encalado y Concentración

En esta operación se ensayó un DBCA con arreglo factorial de 3x3, el primer factor fue la concentración de cal (0.03%, 0.05%, 0.07%), y el segundo fue el tiempo de concentración (20 min., 40min., 60 min.) a una temperatura constante de 115°C (9 combinaciones o tratamientos), que tienen como variables respuesta la evaluación sensorial y el análisis químico proximal.

3.4.3 Empacado – Almacenamiento

Para el empacado de la chancaca se utilizó tres tipos de empaques: celofán, polietileno ambos flexibles de alta densidad y polipropileno envase de plástico rígido. Las mismas que fueron almacenadas a temperatura ambiente en cuatro campanas de desecación conteniendo soluciones con diferentes humedades relativas (Nitrito de Sodio, 64%. Cloruro de Sodio, 75 %. cromato de potasio, 87%. Agua, 100%.); durante 90 días. En esta etapa se empleo un diseño en bloques completamente al azar (DBCA), teniendo como bloques al tipo de empaque y como tratamiento la humedad relativa con sus respectivos niveles, teniendo como variable respuesta el contenido de humedad, el pH y azúcares reductores y el análisis microbiológico.

3.5 Descripción del proceso preliminar para la elaboración de chancaca

El presente trabajo se desarrolló teniendo en consideración las operaciones preliminares que se presenta en el flujograma de la figura 04 ;que se detalla a continuación:

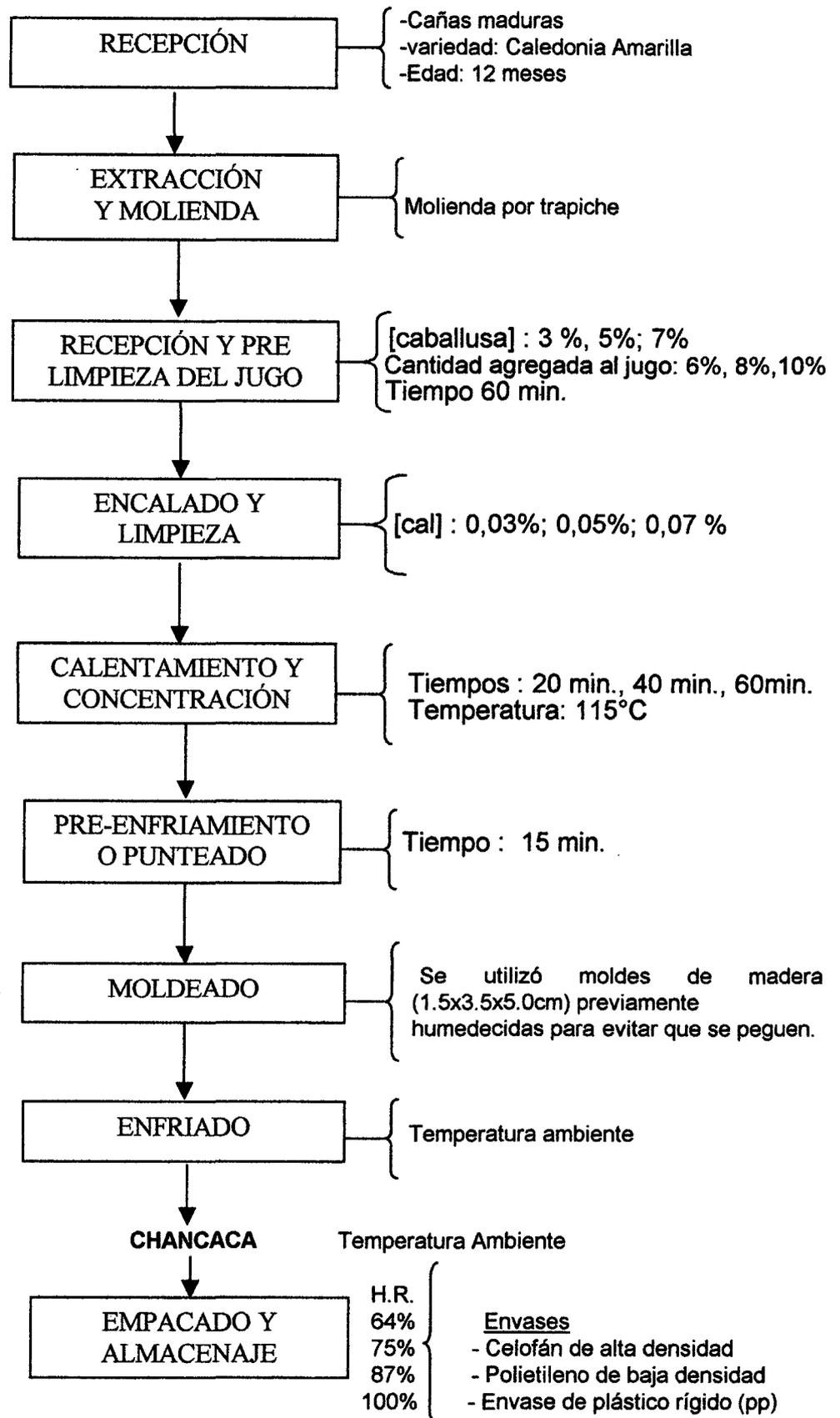


Figura 04: flujo preliminar para la elaboración de chancaca

3.5.1 Limpieza y Desinfección de las instalaciones

La limpieza de las instalaciones se realizó antes del proceso para ello se utilizó lo siguiente: escoba, agua y detergente; la desinfección de las mesas y pailas se realizó con la ayuda de cepillos y una solución de 40 mg de cloro por litro de agua; Los moldes, paletas y otros utensilios se sumergieron durante 5 minutos en una solución de 200mg de cloro por litro según lo recomendado por Meyer (1 990).

3.5.2 Recepción de Materia Prima

Se controló que las cañas procedentes de los campos de cultivo lleguen maduras superior a los 19°Brix.



Figura 05: Cosecha de la caña de azúcar

la zafra se realizó a los doce meses después de la siembra, el corte se realizó de manera manual con la ayuda de machetes, la variedad cultivada fue caledonia amarilla, el terreno es accidentado y se encuentra ubicado en el sector Santa Rosa de la provincia del Dorado.

la recepción de la caña se hizo un día antes del proceso y a partir del medio día y ésta fue colocada junto al trapiche para la molienda.

3.5.3 Extracción y Molienda

Se utilizó un trapiche de tres masas marca panelero el jugo extraído de la caña de azúcar se depositó en un tanque de cemento o pozuelo y luego fue trasladado hacia la paila.



Figura 06 : Extracción del jugo de caña

La molienda se inició en la madrugada (2:00AM) hasta completar los 500 litros que es la capacidad de las pailas , con la labor realizada por los trapicheros, quienes son las personas que se encargan de pasar la caña por el molino, para la extracción del jugo y la producción del bagazo.

3.5.4 Recepción y pre-limpieza del jugo

A través de un conducto se trasladó los jugos hacia la paila de recepción cuyo volumen es de una raya (500 lt) seguidamente se agregó un floculante natural

(extracto de corteza de *caballousa* (*Triumfetta semitriloba* L)) obtenida a partir de 3/100, 5/100, 7/100 (Kg. de corteza / litros de agua), en cantidades de: 6%, 8% y 9%, con la finalidad de unir las pequeñas impurezas de tal manera que sea más fácil su separación luego con un cucharón se retiraran las impurezas visibles en el jugo de caña, este proceso se realiza en caliente (65°C) y por un tiempo de 60 min. El mejor tratamiento se obtiene comparando los resultados de la evaluación sensorial y los resultados de porcentaje de impurezas realizado en el laboratorio de la UNSM.

3.5.5 Encalado y limpieza

Los jugos contenidos en la paila de recepción se pasaron a otra paila en donde se realizó el encalado para bajar la acidez de los jugos e impedir la formación de azúcares reductores.



Figura 07: Extracción de la cachaza presente en el jugo de caña

En esta operación se utilizó tres concentraciones de cal (0.03%, 0.05%, 0.07%) , este proceso se realiza en caliente y se retiró las impurezas que han pasado del proceso anterior. El mejor tratamiento se obtiene comparando los resultados de la evaluación sensorial y los resultados del análisis químico proximal realizado en el laboratorio de la UNSM.

3.5.6 Concentración

Una vez limpiado el jugo se pasó a las pailas de concentración en donde se llevó acabo la evaporación del agua por efecto del calor en esta operación se estudió tres tiempos de concentración (20 min., 40 min., 60 min.), hasta alcanzar los °Brix adecuados para darle el punto de chancaca, esta operación se realizó a 115 °C. El mejor tratamiento se obtiene comparando los resultados de la evaluación sensorial y los resultados del análisis químico proximal realizado en el laboratorio de la UNSM.

3.5.7 Pre-enfriamiento o punteado

Se pasó la miel a la batea y se comenzó a batir con la ayuda de una pala de madera, hasta iniciar la cristalización de los azúcares (15 min. de batido constante).

3.5.8 Moldeado

Inmediatamente terminada la operación anterior se depositó la chancaca líquida sobre las gaveras o moldes de madera (1.5 cm de espesor x 3.5 cm de ancho x 5.0 cm de largo) que se encontraron situadas sobre las mesas previamente humedecidas para evitar que se peguen.

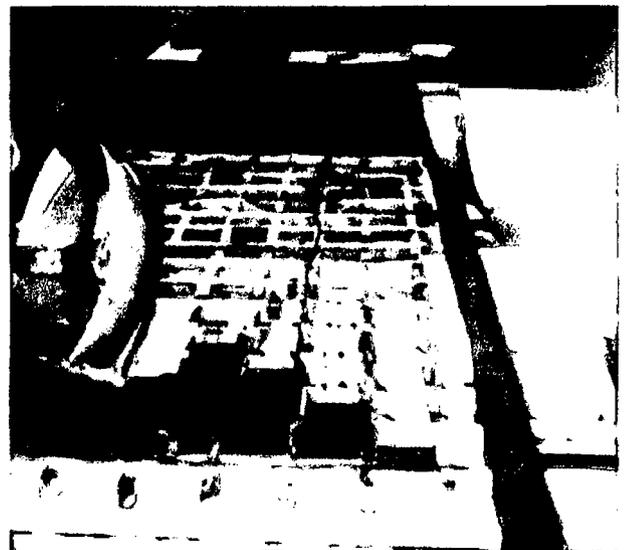
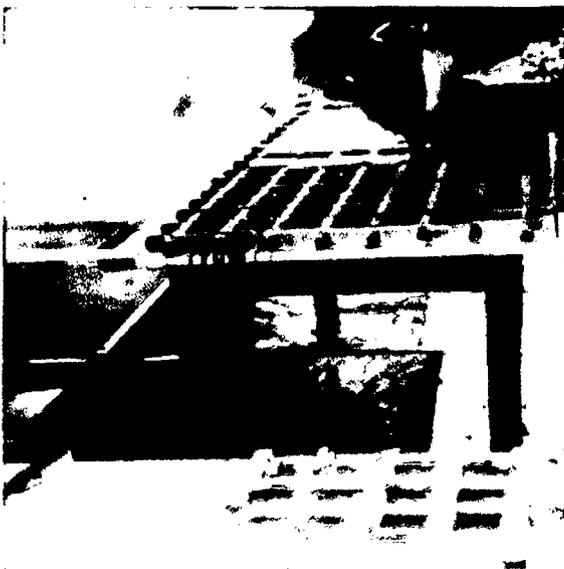


Figura 08: Colocación de la chancaca en los moldes de madera

Luego del cual se deja enfriar la chancaca en los moldes durante media hora hasta que la chancaca se endure y se pueda sacar los moldes.

3.5.9 Enfriado

Esta operación se realizó a temperatura ambiente en un lugar libre de insectos.

3.5.10 Empacado y almacenamiento

En esta operación se procedió a empacar la chancaca de mejor aceptación en tres diferentes tipos de empaques, con la finalidad de evaluar el comportamiento del empaque durante 90 días de almacenamiento.

3.6 MÉTODOS DE CONTROL

3.6.1 Controles de la Materia Prima

Los controles realizados fueron: Análisis físicos y análisis químico proximal.

3.6.1.1 Análisis físicos

3.6.1.1.1 Biometría

Utilizando pie de rey, se midió el diámetro de la caña y con una cinta métrica se midió su altura . Se pesaron las cañas en un total de 10 y se tomaron los pesos mínimos y máximos, luego se promediaron estos valores.

3.6.1.1.2 Rendimiento de la extracción de jugo de caña.

Para obtener el rendimiento de extracción de jugo, se pesaron las cañas antes de la molienda, luego se pesó el jugo obtenido después de la molienda y posteriormente la fibra, y se calculó mediante la ecuación descrita por Terranova; 1995.

$$E_p = P_j / [P_c - P_f] \times 100$$

Donde:

Ep = Rendimiento en jugo (%)

Pj = peso jugo obtenido (Kg)

Pc = peso de la caña (Kg)

Pf = peso de la fibra (Kg)

3.6.1.2 Análisis químico proximal

3.6.1.2.1 Sacarosa

Se realizó por el método de polarimetría (Manual de análisis de los alimentos de la FIAI de la UNSM)(R. Lees;1969)

3.6.1.2.2 Azúcares Reductores

Se determinó por el método de Lane,J.H y L. Eynon,J.(Soc.Chem. Ind. 42,32-7T. ;1923)

3.6.1.2.3 Sólidos Solubles

Se realizó con el refractómetro manual, expresado en °Brix (Pearson; 1976)

3.6.1.2.4 Acidez Total

Se determinó por el método Titulación con NaOH 0.1 A.O.A.C (1982)

3.6.1.2.5 Fibra

Se determinó por hidrólisis ácida y alcalina (AOAC, 1990).

3.6.1.2.6 pH

Se determinó por el método electrométrico mediante el Ph-metro digital a 20°C calibrado con una solución buffer de pH= 4. AOAC (1990)

3.6.1.2.7 Ceniza

Se determinó por el método de incineración, calcinando la muestra en una mufla a 600°C A.O.A.C (1980)

3.6.1.3 Color del jugo de caña

El color se determinó por comparación directa con un diccionario de color (Ridgway;1912) (Anexo 10)

3.6.2 Análisis cualitativo de la corteza de caballousa

Para la determinación cualitativa de los compuestos se realizaron dos extracciones, alcohólico y acuoso.

Extracto alcohólico.

A 30 gr. de la muestra seca y desengrasada.

Agregar 150ml de alcohol etílico dejar en reposo durante 7 días sin agitación.

Filtrar.

El filtrado colocar en vasitos de precipitación y concentrar en la estufa a 45°C El residuo secar en estufa por 3 horas.

Extracto acuoso.

A 30 gr de la muestra seca .

Agregar 150 ml de agua destilada.

Reposar por 3 horas.,

Filtrar.

El filtrado colocar en vasos de precipitación y concentrar en estufa a 45 °C.

3.6.2.1 Alcaloides.

Se determino por el método del ensayo de Dragendorff, (Domínguez;1973)

Si la alícuota esta disuelta en un solvente orgánico, éste debe evaporarse en baño de agua y disolver el residuo en 1ml. De Hcl. al 1% en agua.- Si el extracto es acuoso, a la alícuota se le añade 1 gota de Hcl cc.(calentar suavemente y dejar enfriar hasta acidez). Con la solución acuosa ácida se realiza el ensayo, añadiendo 3 gotas del reactivo de dragendorff; Si hay opalescencia (+);Turbidez definida(++);precipitado(+++).

Ensayo de Mayer.

Proceder de la forma descrita anteriormente, hasta obtener la solución ácida.

Añadir 2 ó 3 gotas de la solución reactiva de mayer; clasificando los resultados de la misma forma que el anterior.

Ensayo de Warner.

Se parte al igual que en los casos anteriores de la solución ácida añadiendo 2 a 3 gotas del reactivo ; Clasificando los resultados de la misma forma.

3.6.2.2 Saponinas.

Se determino por el método del ensayo de la espuma (Domínguez;1973)

Si la alícuota se encuentra en alcohol diluir con 5 veces su volumen en agua y agitar fuertemente durante 5 -10 minutos. Si se observa la formación de espuma persistente por 30 minutos, la prueba es positivo.

3.6.2.3 Flavonoides.

Se determino por el método del ensayo de shinoda (Markham;1982)

A una alícuota del extracto adicionar 1ml de HCl. cc. Y un pedacito de manganeso metálico. Después de la reacción esperar 5 minutos y añadir 1 ml. De alcohol amílico. mezclar las fases y dejar reposar hasta su separación.

El ensayo se considera positivo, cuando el alcohol amílico se colorea de amarillo, naranja, carmelita o rojo intenso en todos los casos.

3.6.2.4 Mucílagos.

Se determino por el método del ensayo de la gelatinización, (Domínguez;1973).

Colocar la muestra en un tubo de ensayo y dejar en refrigeración por 30 minutos . La prueba es positiva si se observa que la muestra toma la consistencia de una gelatina.

3.6.2.5 Taninos.

Se determino por el método del ensayo del cloruro férrico (Domínguez;1973).

A una alícuota del extracto alcohólico, adicionar 3 gotas de una solución de tricloruro férrico al 5 % en solución salina fisiológica. Al extracto acuoso adicionar acetato de sodio para neutralizar y tres gotas de una solución de dicloruro férrico al 5 %.Un ensayo positivo puede dar las siguientes coloraciones.

- Coloración rojo vino.
- Coloración verde intenso.
- Coloración azul.

3.6.3 Controles en la chancaca

3.6.3.1 Análisis Químico Proximal

3.6.3.1.1 Humedad

Se realizó por el método de estufa a presión atmosférica de 110 °C durante 24 horas (AOAC, 1990).

3.6.3.1.6 Azúcares Reductores

Se determinó por el método de Lane, J.H y L. Eynon, J. (Soc. Chem. Ind. 42,32-7T. ;1923)

3.6.3.1.7 Sacarosa

Se realizó por el método de polarimetría (Manual de análisis de los alimentos de la FIAI de la UNSM)(R. Lees;1969)

3.6.3.1.8 Sólidos Solubles (°Brix)

Se realizó con el refractómetro manual y de mesa , expresado en °Brix (Pearson; 1976)

3.6.3.1.9 pH

Se determinó por el método electrométrico mediante el Ph-metro digital a 20°C calibrado con una solución buffer de pH= 4. AOAC(1990)

3.6.3.2 Color de la chancaca

El color se determino por comparación directa con un diccionario de color (Ridgway;1912). La misma que se puede apreciar en el anexo 10

3.6.3.3 Isotermas de adsorción

El experimento comprendió las siguientes operaciones.

3.6.3.3.1. Pesado de la muestra en placas.

Se pesó las muestras de chancaca en placas petri, colocando un promedio de 2 gramos en cada placa, con dos repeticiones. Estas placas fueron colocadas en frascos conteniendo soluciones salinas saturadas con valores de a_w comprendidas entre 0.11 a 0.89.

3.6.3.3.2. Colocado en estufa

Los frascos conteniendo las muestras fueron colocados en estufas a una temperatura constante de 25°C, aproximadamente por 3 semanas hasta alcanzar el equilibrio (Kouhila *et al.*, 2000).

3.6.3.3.3. Pesado de muestras

Las muestras se pesaron periódicamente, procurando exponer la muestra el menor tiempo posible al ambiente a fin de que esta no gane humedad durante el pesado. Se consideró que se había alcanzado el equilibrio cuando la diferencia en peso entre dos pesadas consecutivas estaban en el orden de $\pm 0,0001$ g. (McMinn y Magee, 1999).

3.6.3.3.4. Contenido de humedad de monocapa

El calculo de la monocapa se realizo utilizando la ecuación de GAB.

$$M = \frac{A B C a_w}{(1 - B a_w)(1 - B a_w + B C a_w)}$$

A, B, C : Constantes de las ecuaciones de isotermas

a_w : Actividad de agua

M : Humedad de equilibrio, % base seca

3.6.3.4 Evaluación sensorial.

Para la selección del mejor método de obtención de chancaca, se utilizó un diseño en bloques completamente al azar con arreglo factorial, en el cual cada panelista evaluó los atributos de color, sabor y apariencia general, mediante la prueba afectiva con escala hedónica de 7 puntos, con un panel de 12 jueces (consumidores potenciales) y estos resultados fueron analizados mediante un cuadro de análisis de varianza (ANVA), a un nivel de significancia de 5% y las diferencias significativas, mediante la prueba de medias de Duncan, al mismo nivel de significancia. Las pruebas de evaluación sensorial se realizaron tanto en el proceso de Pre- clarificación como en el producto terminado para asegurar que la chancaca obtenida tenga buenas características sensoriales.

3.6.4 Controles en el almacenamiento

La chancaca obtenida, que presentó mejor aceptación se envasó en tres tipos de empaques (celofán, polietileno ambas flexibles de alta densidad y Polipropileno plástico rígido) y se almacenó a temperatura ambiente durante 90 días en cuatro campanas desecadoras conteniendo soluciones a distintas humedades relativas: Nitrito de Sodio (64%), Cloruro de Sodio (75%), Cromato de Potasio (87%), Agua (100%). Evaluando cada 15 días sus propiedades físico-químicas

3.6.4.1 Humedad

Se realizó por el método de estufa a presión atmosférica de 110 °C durante 24 horas (AOAC, 1990).

3.6.4.2 Azúcares Reductores

Se determinó por el método de Lane, J.H y L. Eynon, J. (Soc. Chem. Ind. 42,32-7T. ;1923)

3.6.4.3 pH

Se determinó por el método electrométrico mediante el Ph-metro digital a 20°C calibrado con una solución buffer de pH= 4. AOAC (1990)

3.6.5 Análisis Microbiológico

Este análisis se realizó al cumplir los 90 días de almacenamiento. (Mosserl y Quevedo;1 967)

IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1 Caracterización fisicoquímica de la caña de azúcar.

4.1.1 Biometría de la caña.

La caña de azúcar utilizada para la elaboración de chancaca fue procedente de la empresa Agrosansa (Prov. del Dorado), de 12 meses de edad, variedad (*Caledonia amarilla*), la misma que presentó las siguientes características botánicas: peso, tamaño y forma, los cuales son mostrados en el cuadro 05, como promedio de la medida de 10 cañas.

Cuadro 05: Características Biométricas de la caña de azúcar
(*Saccharum officinarum* L.)

Parámetro	Valores			Forma de la caña de azúcar
	Mínimo	Máximo	Promedio	
Peso (g)	1200	3000	1710	Cilíndrica alargada
Tamaño (cm)				
* Diámetro	3.75	5.5	4.65	
* Altura	180	316	244.2	

Los resultados obtenidos demuestran que se ha utilizado una caña de diferentes tamaños y diámetros para la elaboración de la chancaca ya que el terreno de donde se obtuvo la materia prima, es accidentado lo cual influye en la característica de la caña, así como la altura sobre el nivel del mar y el desarrollo de las plantas, las mejores cosechas se logran en suelos de buenas características físicas y químicas, con pH entre 5.5 y 7.5 para que la absorción de los nutrimentos sea más eficiente. (ICA; 1990).

4.1.2. Rendimiento de la extracción de jugo de caña.

En el cuadro 06 se presenta el rendimiento de extracción de jugo de caña (*Saccharum officinarum*), utilizando un trapiche a motor de tres masas marca panelero.

Cuadro 6: Rendimiento de extracción del jugo de caña

Componente	Cantidades
Peso de la caña (Kg)	3.7
Peso de jugo Obtenido (Kg)	2.1
Peso de la fibra (Kg)	0.636
Rendimiento de extracción (%)	68.54

Fuente: Elaboración del proyecto.

La caña en estudio presentó un rendimiento de extracción de 68.54% lo cual se encuentra dentro del rango de extracción según ICA; 1990. que indica que generalmente el rendimiento de extracción del jugo, tanto en los molinos de tracción animal, como en los de tracción mecánica, varía entre 45% Y 70%.

4.1.3. Color del jugo de caña

El color del jugo de caña (*Saccharum officinarum* L.) para la variedad Caledonia Amarilla, se puede apreciar en la figura N°09.

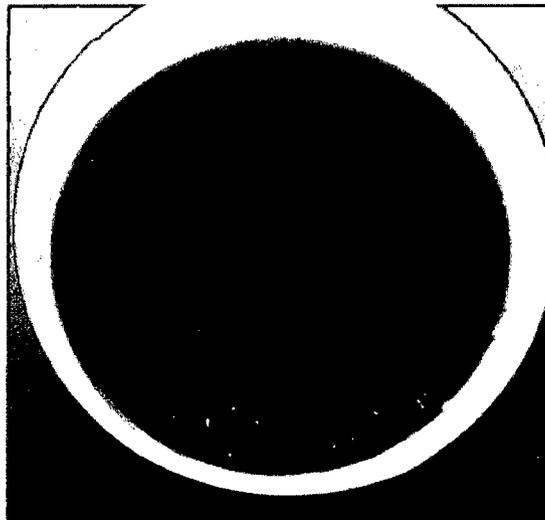


Figura 09: Color del jugo de caña de azúcar (Light Brownish)

El color encontrado fue Light Brownish Olive (Olivo moreno castaño claro) que consta de: 13.9% color Naranja, 15.6% de color Amarillo, 70.5% de color negro.

Este color se obtuvo comparando con el diccionario de colores Color Standars and color nomenclature (Robert T. Ridgway, 1912). Este color se debe a la presencia de pigmentos en la caña (clorofilas, antocianinas y sacaretinas de steurwald) y a la presencia de impurezas.

4.1.4. Análisis químico proximal.

Los resultados del análisis químico proximal de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.), se muestra en el cuadro N° 07.

Cuadro 07. Composición química de la caña de azúcar variedad nueva caledonia amarilla.

COMPONENTE	PORCENTAJE
Sacarosa % s.s	12.3
Azúcares Reductores	2.5
Sólidos Solubles	19 °Brix
Acidez	0.05
Fibra	12.5
PH	5.53
Cenizas	2.3

Fuente: Elaboración del proyecto.

Al comparar estos valores con los datos presentados en el cuadro N° 01 y N° 02 (Meade 1 967 y ICA;1990), se puede notar que no representan diferencias significativas, puesto que los resultados obtenidos se encuentran dentro de los rangos establecidos por estos autores (azúcares reductores 2.5-12.0%, sacarosa 12.5%, sólidos solubles 10-16%, fibra 11-16% y cenizas 1 – 5 %). Dichos resultados nos permite conocer si la caña utilizada es apta para el proceso de elaboración de chancaca y además, conocer muchas de las reacciones que se realizan durante el proceso de elaboración, en las operaciones de clarificación y concentración.

4.2. Análisis cualitativo de la corteza de caballosa (*Triumfetta semitriloba* L.)

El floculante natural utilizado para realizar la preclarificación fue la caballosa (*Triumfetta semitriloba* L.) conocido también como caballo, Pega pega, carrapico (Portugués), pertenece a la familia Tiliaceae, es un arbusto, algunas veces de

un par de metros de alto, con tricomas todo estrellados, hojas de menos de 1dm de largo casi como ancho, oscuramente entre los lóbulos y con cuatro glándulas conspicuas en el seno basal, el cuerpo del fruto es de 6 a 8 mm. de diámetro, escasamente estrellado con casi 200 espinas de hasta 3 mm de largo, de fácil adherencia en las superficies pilosas o que presentan porosidad (Instituto de medicina tradicional;1995)

No existe literatura específica en cuanto al uso de la caballusa como clarificante natural, pero es de uso común por los cañicultores del valle del Sisa, en forma natural en la elaboración de chancaca. En el presente trabajo se determinó en forma cualitativa ensayos sobre identificación de: mucílagos, Alcaloides, Saponina, Flavonoides y Taninos en la corteza de caballousa, cuyos resultados se muestran en el Cuadro N°08.

Cuadro 08: Compuestos presentes en la corteza de caballousa (*Triumfetta semitriloba* L.)

compuestos	Resultado cualitativo
Alcaloide	(-+)
Saponina	(-)
Flavonoide	(+)
Taninos	(-+)
Mucílagos	(++)

Se observa que la corteza de caballousa tiene mucílagos, hidrocoloide de naturaleza química compleja de tipo aniónico (Baduid, 1981) compuesta de diferentes monosacáridos posiblemente de naturaleza pectica con un alto contenido de galactosa, manosa, glucosa y derivados de osas, estos compuestos en contacto con el agua se hinchan formando soluciones altamente viscosas y en contacto con el calor se aglutinan (Tomás Ridocci M, *et al*;1992) floculando así las impurezas del jugo de caña de azúcar lo que facilita su clarificación.

4.3 Proceso de Obtención de Chancaca

4.3.1 Pre-limpieza

Esta operación consiste en retirar las partículas e impurezas aglutinadas al agregar extracto de caballousa (*Triumfetta semitriloba* L.) por un tiempo de 60

minutos , para elegir el mejor tratamiento de pre – limpieza del jugo o guarapo se analizó el porcentaje de Impurezas y realizó el análisis sensorial según un diseño en bloques completamente aleatorizado con arreglo factorial (3X3). Para este análisis se contó con la participación de 12 panelistas, los que a través de una ficha efectuaron la evaluación, del atributo color ,sabor y apariencia general. Se realizó un análisis de varianza y una comparación de medias (Prueba Dunçan), cuyos resultados se muestran en el cuadro 09 y anexo 04.

Cuadro 09: Evaluación sensorial del jugo pre – clarificado durante la elaboración de chancaca (Prueba Duncan)

ATRIBUTOS	CABALLOUSA		TRATAMIENTOS	PROMEDIO ORDENADO	SIGNIF.
	CONCENTRACION DE EXTRACTO DE CABALLOUSA	% DE EXTRACTO AGREGADO AL JUGO DE CAÑA			
APARIENCIA GENERAL	5%	8%	T5	4.17	a
	7%	8%	T8	4.08	a
	7%	10%	T9	4.08	a
	7%	6%	T7	4.00	a
	5%	10%	T6	3.92	a
	5%	6%	T4	3.42	b
	3%	10%	T3	3.33	b
	3%	6%	T1	3.17	b
	3%	8%	T2	3.17	b
COLOR	5%	8%	T5	4.50	a
	7%	8%	T8	4.33	a
	7%	10%	T9	4.33	a
	7%	6%	T7	4.25	a
	5%	10%	T6	4.17	a
	5%	6%	T4	3.75	b
	3%	8%	T2	3.33	c
	3%	10%	T3	3.25	c
	3%	6%	T1	3.17	c
SABOR	3%	8%	T2	4.33	a
	7%	10%	T9	4.33	a
	5%	8%	T5	4.25	a
	3%	10%	T3	4.25	a
	7%	6%	T7	4.25	a
	7%	8%	T8	4.25	a
	3%	6%	T1	4.25	a
	5%	6%	T4	4.17	a
	5%	10%	T6	4.17	a

Fuente: Elaboración del proyecto.

En el cuadro 09 se puede observar que para los atributos apariencia general y color , el tratamiento 5 es el que posee mayor puntaje promedio en la evaluación sensorial (4.17 y 4.50), a la vez que no presenta diferencia significativa entre los tratamientos 6,7,8 y 9.

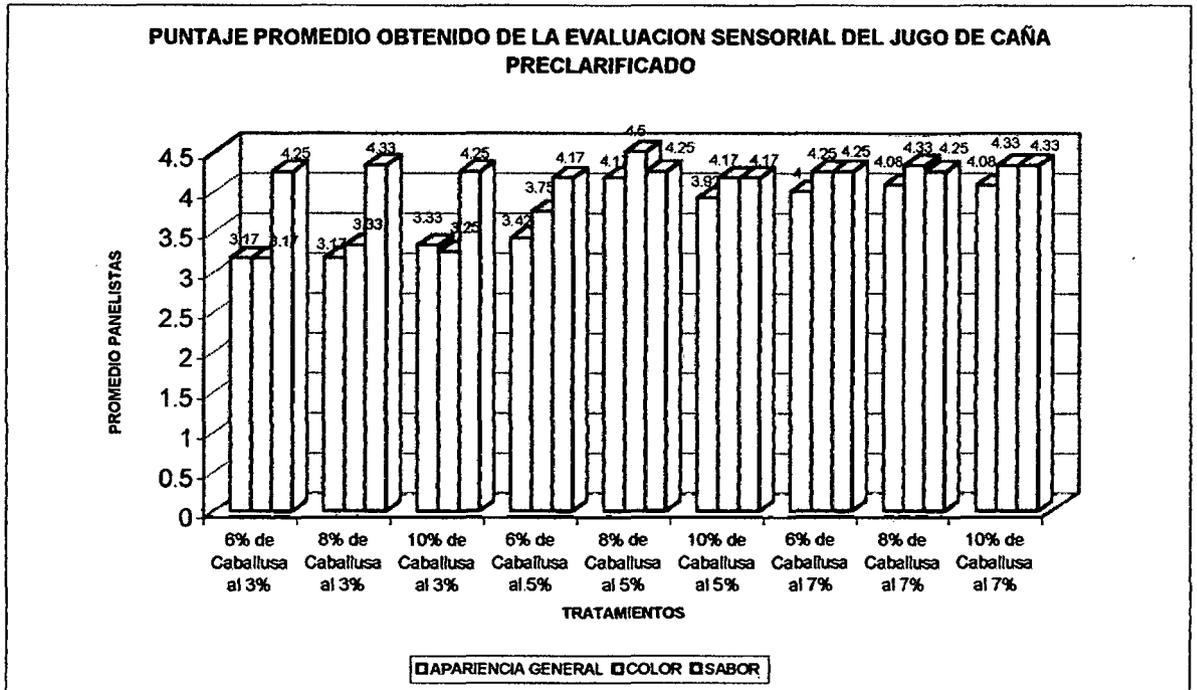


Figura N° 10: Grafico del puntaje promedio obtenido de la evaluación sensorial del jugo de caña (*Saccharum officinarum*) preclarificado

En la figura 10 y cuadro 9 , se puede notar que no existe diferencia significativa entre los nueve tratamientos para el atributo sabor, este resultado fue corroborado con trabajos similares con extractos vegetales que reportan que los clarificantes vegetales no reaccionan químicamente ante el jugo por lo que no tiene efecto en el sabor, concentración de sacarosa ni en la formación de azúcares reductores (Almengor, D;2002) , pero la albúmina vegetal contenida en sus extractos se coagula mediante calentamiento y forma una maraña con las impurezas suspendidas y coloidales existente en el jugo de caña (Issay Isaías;1985).

Teniendo en cuenta el análisis estadístico de los resultados obtenidos en la evaluación sensorial se realizó el análisis del porcentaje de impurezas presentes en las muestras de jugo preclarificado con extracto de caballosa (*Triumfetta semitriloba L.*), paralelamente se hizo un tratamiento testigo sin aplicación de extracto de caballosa (*Triumfetta semitriloba L.*), cuyos resultados se muestran en el cuadro N° 10.

Cuadro 10: Porcentaje (%) de impurezas en un litro de jugo de caña pre – clarificado durante la elaboración de chancaca

CABALLOUSA		TRATAMIENTOS	PORCENTAJE DE IMPUREZAS PROMEDIO ORDENADO (%)
CONCENTRACION DE EXTRACTO DE CABALLOUSA	% DE EXTRACTO AGREGADO AL JUGO DE CAÑA		
0	0	T Testigo	6.59
3%	6%	T1	4.58
3%	8%	T2	4.19
3%	10%	T3	3.35
5%	6%	T4	1.90
7%	6%	T7	0.88
5%	8%	T5	0.65
5%	10%	T6	0.65
7%	8%	T8	0.65
7%	10%	T9	0.65

Fuente: Laboratorio de análisis de alimentos UNSM.

Se puede notar que el tratamiento testigo (sin aplicación de extracto de corteza de caballosa (*Triumfetta semitriloba L.*) presentó mayor porcentaje de impurezas en la muestra de jugo preclarificado (6.59%) en comparación con las demás muestras que se aplicaron extracto de corteza de caballosa (*Triumfetta semitriloba L.*) Trabajos similares reportan hasta 16.3% de impurezas en el jugo de caña sin la aplicación de ningún clarificante (Almengor, D;2000).

También podemos apreciar que el tratamiento 5,6,8 y 9 no presenta diferencia en cuanto al porcentaje de impurezas presentes en las muestras de jugo de caña (*Saccharum officinarum*) preclarificado (0.65%), este resultado se debe a que los

clarificantes naturales no retiran las impurezas como son las pigmentaciones oscuras del jugo, solo forman con los sólidos en suspensión y demás impurezas del jugo, un producto aglutinado, llamado cachaza, que al flotar permite su separación mediante un cucharón operado manualmente (IIT;1993). Esto demuestra que al agregar 8% del extracto de caballousa (en función al volumen del jugo de caña) al 5% de concentración, bastó para retirar la mayor cantidad de impurezas presente en el jugo de caña. Si comparamos el tratamiento 5 con el tratamiento 8 ya que para ambos tratamientos se agregó 8% del extracto de caballousa, pero en diferentes concentraciones (T5,5%; T8,7%) obteniéndose los mismos resultados; encontramos que para la preparación del extracto de caballousa al 5% (T5) se requiere de menor cantidad de caballousa (5Kg corteza/100 Litros de agua) existiendo un ahorro de dos kilogramos de corteza por cada preclarificación de 1250 litros de Jugo de caña.

En función a las características sensoriales evaluadas y teniendo en cuenta el análisis estadístico y análisis del porcentaje de impurezas se recomienda para efectos de preclarificación del jugo de caña (*Saccharum officinarum*), la utilización de extracto de caballousa (*Triumfetta semitriloba L.*) al 5% de concentración y agregar el 8% en función al volumen del jugo de caña.

4.3.2 El encalado y concentración

Para el estudio de elaboración de la chancaca se realizó agregando tres concentraciones de cal (0.03%, 0.05%, 0.07%) Seguidamente se aplicaron tres tiempos de concentración (20min, 40min, 60min) con la finalidad de encontrar el % de cal a utilizar para bajar la acidez e impedir la formación de azúcares reductores que impiden la cristalización de los azúcares en la elaboración de chancaca (cimpa;1994), además de determinar el tiempo de concentración y los °Brix para la obtención de una chancaca de calidad.

Los tratamientos en estudio fueron sometidos a un análisis sensorial, cuyos resultados promedios se muestran en la figura 11 y el análisis de varianza para los atributos de color, apariencia general y sabor, en el anexo 06

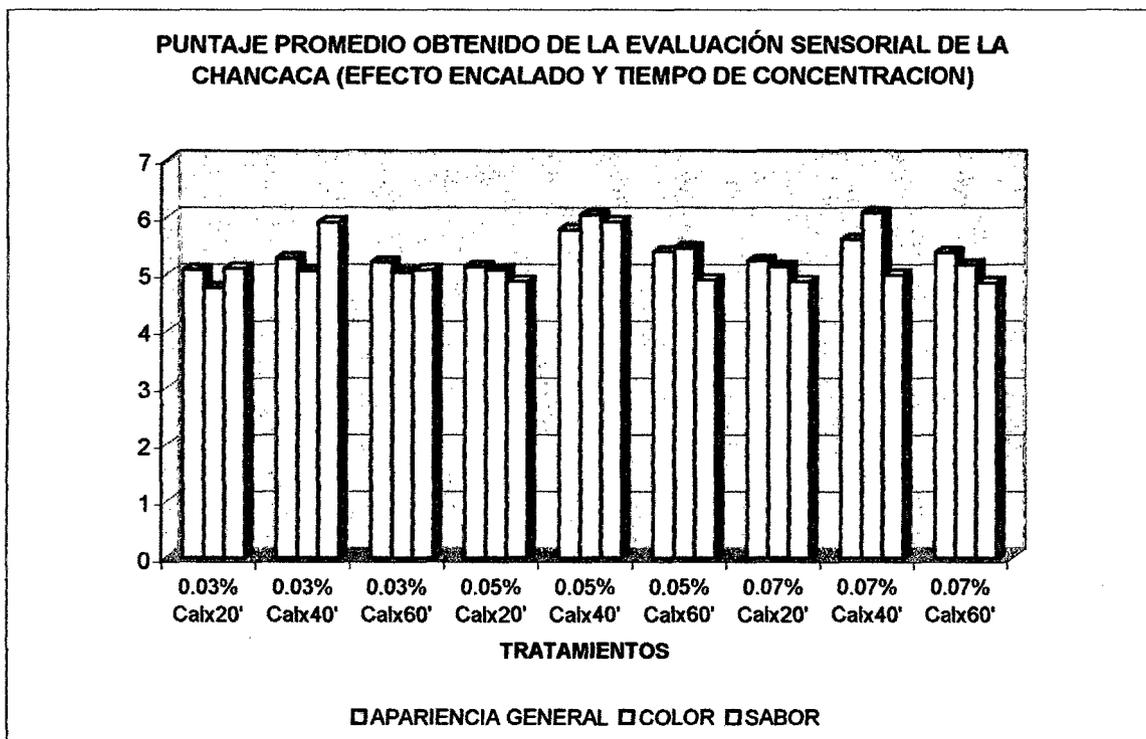


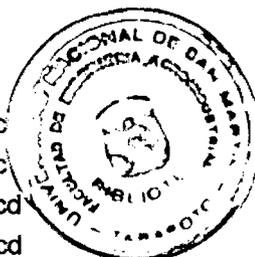
Figura N° 11 : Gráfico del puntaje promedio obtenido de la evaluación sensorial de la chancaca

En la figura 11 podemos apreciar que los puntajes promedios más elevados para los tres atributos en estudio (color, apariencia general y sabor) de la chancaca, se encuentra en el tratamiento 5 a la vez que no presenta diferencia significativa entre el tratamiento 8 para los atributos color y apariencia general, existiendo diferencia significativa para el atributo sabor (T5, 5.91; T8, 4.97) tal como se muestra en el cuadro 11.

Encontrándose que el tratamiento 5 con el tratamiento 2 no presenta diferencia significativa para el atributo sabor pero si presenta diferencia significativa para el atributo color (T5, 6.03; T2, 5.05) y apariencia general (T5, 5.77; T2, 5.27), si seleccionamos los tres mejores tratamientos siendo esto, los tratamientos T5, T8 y T2 que presenta un promedio en color de: 6.03, 6.07 y 5.05. Apariencia general: 5.77, 5.60 y 5.27. Sabor: 5.91, 4.97 y 5.91 respectivamente. se puede notar que estos tres tratamientos que tienen mayor puntaje en la escala hedónica, tienen un tiempo de concentración de 40 min.

Cuadro 11: Prueba de DUNCAN al 5% para evaluación sensorial de la chancaca al final del proceso.

TRATAMIENTO	COMBINACION	PROMEDIO ORDENADO (COLOR)	SIGNIFIF.
T8	Cal 0.07% x 40 min. de []	6.07	a
T5	Cal 0.05% x 40 min. de []	6.03	a
T6	Cal 0.05% x 60 min. de []	5.45	b
T9	Cal 0.07% x 60 min. de []	5.15	bc
T7	Cal 0.07% x 20 min. de []	5.12	c
T4	Cal 0.05% x 20 min. de []	5.07	cd
T2	Cal 0.03% x 40 min. de []	5.05	cd
T3	Cal 0.03% x 60 min. de []	5.02	cd
T1	Cal 0.03% x 20 min. de []	4.75	d



TRATAMIENTO	COMBINACION	PROMEDIO ORDENADO (APARIENCIA GENERAL)	SIGNIFIF.
T5	Cal 0.05% x 40 min. de []	5.77	a
T8	Cal 0.07% x 40 min. de []	5.6	ab
T6	Cal 0.05% x 60 min. de []	5.39	bc
T9	Cal 0.07% x 60 min. de []	5.37	c
T2	Cal 0.03% x 40 min. de []	5.27	cd
T7	Cal 0.07% x 20 min. de []	5.23	cd
T3	Cal 0.03% x 60 min. de []	5.2	cd
T4	Cal 0.05% x 20 min. de []	5.12	d
T1	Cal 0.03% x 20 min. de []	5.07	d

TRATAMIENTO	COMBINACION	PROMEDIO ORDENADO (SABOR)	SIGNIFIF.
T2	Cal 0.03% x 40 min. de []	5.91	a
T5	Cal 0.05% x 40 min. de []	5.91	a
T1	Cal 0.03% x 20 min. de []	5.1	b
T3	Cal 0.03% x 60 min. de []	5.07	b
T8	Cal 0.07% x 40 min. de []	4.97	b
T6	Cal 0.05% x 60 min. de []	4.89	b
T4	Cal 0.05% x 20 min. de []	4.86	b
T7	Cal 0.07% x 20 min. de []	4.86	b
T9	Cal 0.05% x 60 min. de []	4.84	b

Fuente: Elaboración del proyecto.

Comparando los resultados de la evaluación sensorial con los resultados del análisis físico químico que se muestra en el cuadro 12. Se puede observar que la chancaca obtenida con el tratamiento 5 y 8 presentan mayor porcentaje de sacarosa (84%) y menor porcentaje de azúcares reductores (7.85%) que los demás tratamientos

Cuadro 12: Composición química proximal de la chancaca obtenida de la caña de azúcar variedad Caledonia amarilla

Componente	TRATAMIENTOS								
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
Humedad (%)	9.98	6.98	6.6	9.99	6.98	6.55	9.98	6.99	6.58
Azúcares reductores (%)	9.9	9.8	9.95	7.90	7.85	7.87	7.89	7.85	7.88
Sacarosa (%)	79.9	82	80.3	83	84.0	80.52	82.5	84.0	82.36
°Brix	85	89	91	86	89	92	86	90	91
pH	5.6	5.62	5.6	6.78	6.8	6.78	7.3	7.3	7.2

Fuente: Laboratorio de análisis de los alimentos UNSM.

También podemos apreciar que a mayor porcentaje de cal (0.07%) , el porcentaje de sacarosa y azúcares reductores se mantiene igual, esto resultado se debe a que la cal es un álcali que su efecto es neutralizar los ácidos orgánicos que contiene el jugo para evitar una hidrólisis ácida (rompimiento del enlace glucosídico de la sacarosa) que deja libre un radical carbonilo provocando la inversión de la sacarosa (CIMPA,1992), Esto demuestra que al agregar 0.05% de cal basta para neutralizar la acidez presente en el jugo de caña, elevando el pH a 6.8, lo cual impidió la inversión de la sacarosa por hidrólisis ácida, encontrándose mayor % de glucosa 0.3% más que la fructuosa en los azúcares reductores presentes en la chancaca (IIT;1993).

Si comparamos los resultados obtenidos de la evaluación sensorial en cuanto al color (cuadro 11), observamos que el tratamiento 5 y 8 presentan mayor puntaje promedio (6.03 y 6.07) esto se debe a la utilización de mayor porcentaje de cal (0.05% y 0.07%), por que la cal además de provocar precipitaciones de impurezas , produce reacciones con sustancias colorantes presentes en el jugo como cambio de color para el caso de la sacaretinas de Steuerwald, que en presencia de cal se vuelve de color amarillo, y para el caso de las antocianinas estas se precipitan (IIT;1993) obteniéndose el color de mayor aceptación el amarillo cadmio (anexo1, figura 24). El tratamiento 6 y 9 que también se utilizaron los mismos porcentajes de cal (0.05% y 0.07%), se puede apreciar que poseen un puntaje menor al de los tratamientos 8 y 5 este resultado se obtuvo porque la chancaca elaborada con estos tratamientos fueron sometidos a mayor tiempo de concentración (60 minutos a 115°C) motivo por el cual se oscurecieron por pardeamiento no enzimático reacción de Maillard (Cheftel,1999). En

cuanto a los tratamientos 4 y 7 que también se utilizaron 0.05% y 0.07% de cal podemos apreciar que también tienen bajos puntajes promedios (5.07 y 5.12) en comparación con los tratamientos 5 y 8, esto debido al tiempo de concentración que fue muy poco (20 minutos a 115°C) obteniéndose la chancaca con mayor humedad (9.99% y 9.98%) a mayor contenido de agua, se aceleran las reacciones incrementando los azúcares reductores (7.90% y 7.89%; cuadro 12) dando coloraciones oscuras y aspecto no deseable (Cimpa,1992) lo cual también repercutió en la calificación de la apariencia general (5.12 y 5.23) frente al tratamiento 5 y 8 (5.77 y 5.6).

La utilización de 0.03% de cal no fue suficiente para impedir la formación de azúcares reductores ya que se obtuvo los siguientes resultados T1; 9.9%, T2; 9.8%, T3;9.95% los cuales superan a los demás tratamientos (cuadro 12), la chancaca producida sin adición de cal posee coloraciones oscuras y un bajo porcentaje de sacarosa (75% a 78%) (De la Cruz; 1987). Cimpa 1992, recomienda para la elaboración de chancaca adicionar lechada de cal para incrementar el pH en 6.5 a 6.8. Obteniéndose este resultado al agregar 0.05% de cal.

seleccionándose así al tratamiento T5 que se agrega 0.05% de cal y concentra hasta los 89 °Brix por un tiempo de 40 minutos ya que este tratamiento presento mayor promedio de calificación en la escala hedónica para los tres atributos en estudio tal como se muestra en la figura 11 y cuadro 11 T5: 40min color (6.03), sabor(5.91), Apariencia general(5.77), T8 40min color (6.07), sabor(4.97), Apariencia general(5.60), T2 40min color (5.02), sabor(5.91), Apariencia general(5.27). además de estar dentro de los rangos establecido por las normas ICONTEC N° 1311 para una chancaca de calidad (sacarosa 81% a 85%, Azúcares reductores 5.9% a 10%).

En función a las características evaluadas y teniendo en cuenta el análisis estadístico y físico químico proximal se recomienda para efectos de obtención de la chancaca el Tratamiento 5: el uso de 0.05% de cal durante la estandarización o encalado y el tiempo de concentración de 40min (89°brix).

4.3.5 Color

El color de la chancaca que tubo mejor aceptación es **amarillo cadmio (cadmium yellow)** que resulta de la comparación con las tablas de colores (color Standards and color Nomenclature, Robert T, 1912) citado por Bernales (2002) (anexo 10) el color Amarillo Cadmio está compuesto de 65% de Naranja y 35% de amarillo (anexo 01).

Este color se debe al uso de la cal en el proceso de elaboración de la chancaca ya que la sacaretina que se encuentra en la fibra de la caña se vuelve amarilla en presencia de la cal u otros álcalis (IIT, 1993)

4.3.6 Isotermas de adsorción

La curva de contenido de humedad de equilibrio y actividad de agua ajustadas con la ecuación GAB para la chancaca elaborada con los nueve tratamientos, se muestran en el anexo 07 y la curva de humedad de equilibrio del mejor tratamiento se muestra en la Figura 12

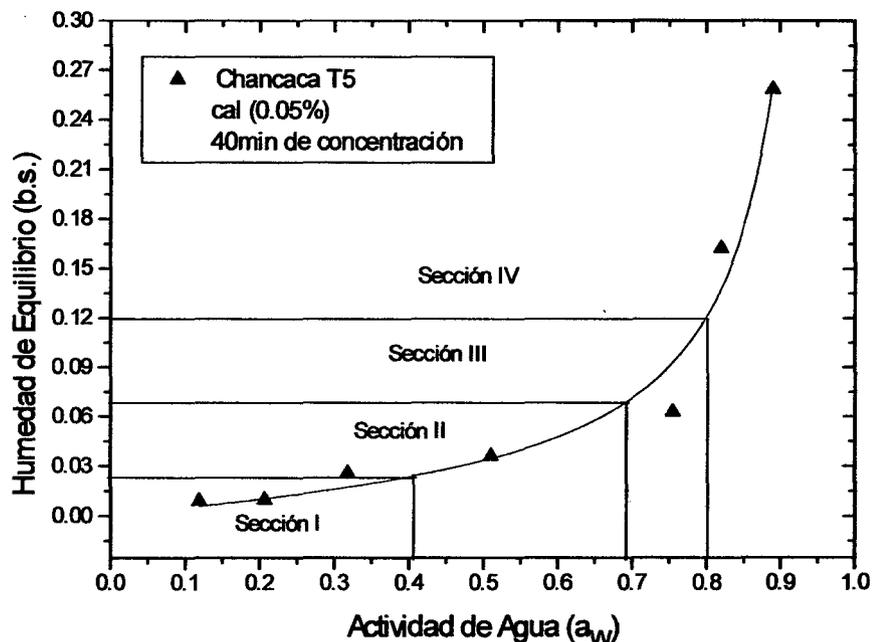


Figura 12: **Isotermas de adsorción de la chancaca ecuación de Gab separadas en secciones de acuerdo a la humedad de equilibrio.**

Para poder determinar las condiciones de humedad del ambiente de almacenamiento de la chancaca se observó el comportamiento de las mismas al ser

sometida a diferentes humedades relativas. En la figura N° 12 se puede apreciar cuatro secciones en las que se dividió la curva de isoterma de adsorción encontrándose que la chancaca en la sección I presenta un aspecto reseco y presenta coloraciones oscuras, esta sección se encuentra por debajo del contenido de humedad de la monocapa (0.035) Anexo 8, la chancaca en la sección II que se encuentra por encima del contenido de humedad de la monocapa y con un contenido de humedad de equilibrio hasta 0.07, presenta un aspecto seco y mantiene las características originales sin la presencia de humedad superficial y la humedad máxima que puede tener la chancaca almacenada a estas condiciones sería de 7% lo cual es recomendada por Macias et al;(1990).

En la sección III, se nota que la chancaca presenta un aspecto brillante en la superficie así como el oscurecimiento debido al aumento de humedad no siendo las condiciones adecuadas para el almacenamiento. la chancaca almacenada en la sección IV presenta mala apariencia, con coloraciones oscuras y presencia de miel convirtiéndose en melaza facilitando el desarrollo de microorganismos.(H. García; 2000)

4.3.6.2 Actividad de agua

En el cuadro 13 se muestran los resultados del análisis de actividad de agua de la chancaca para los nueve tratamientos.

En donde se puede apreciar que la chancaca obtenida presenta valores de a_w de 0.31 hasta 0.53. Los tratamientos en que estaban sometidos a 20 minutos de concentración presentan los valores más elevados en actividad de agua (0.50, 0.53 y 0.52) esto se debe a que presentan humedades mayores que los que fueron concentrados por 40 minutos (0.41, 0.41 y 0.43) y 60 minutos (0.36, 0.31 y 0.32).

Cuadro 13: Actividad de agua de la chancaca

TRATAMIENTO	COMBINACIÓN	ACTIVIDAD DE AGUA (a_w)
T1	0.03% cal y 20min de []	0.50
T2	0.03% cal y 40min de []	0.41
T3	0.03% cal y 60min de []	0.36
T4	0.05% cal y 20min de []	0.53
T5	0.05% cal y 40min de []	0.41
T6	0.05% cal y 60min de []	0.31
T7	0.07% cal y 20min de []	0.52
T8	0.07% cal y 40min de []	0.43
T9	0.07% cal y 60min de []	0.32

Según Fenema (1993), las levaduras osmofílicas (*Saccharomices rouxii*), pocos mohos (*Aspergillus echinulatus*, *Monascus bisporus*) generalmente son inhibidas a a_w por de bajo de 0.65-0.60 y a a_w de 0.5 no existe proliferación microbiana, por lo que los valores obtenidos se consideran aceptables ya que permiten una buena conservación .

4.4 Flujograma definitivo del proceso

En la figura 13 se observa el flujo grama definitivo para la elaboración de la chancaca, en ella se aprecia los parámetros adecuados encontrados durante el desarrollo del proyecto de investigación

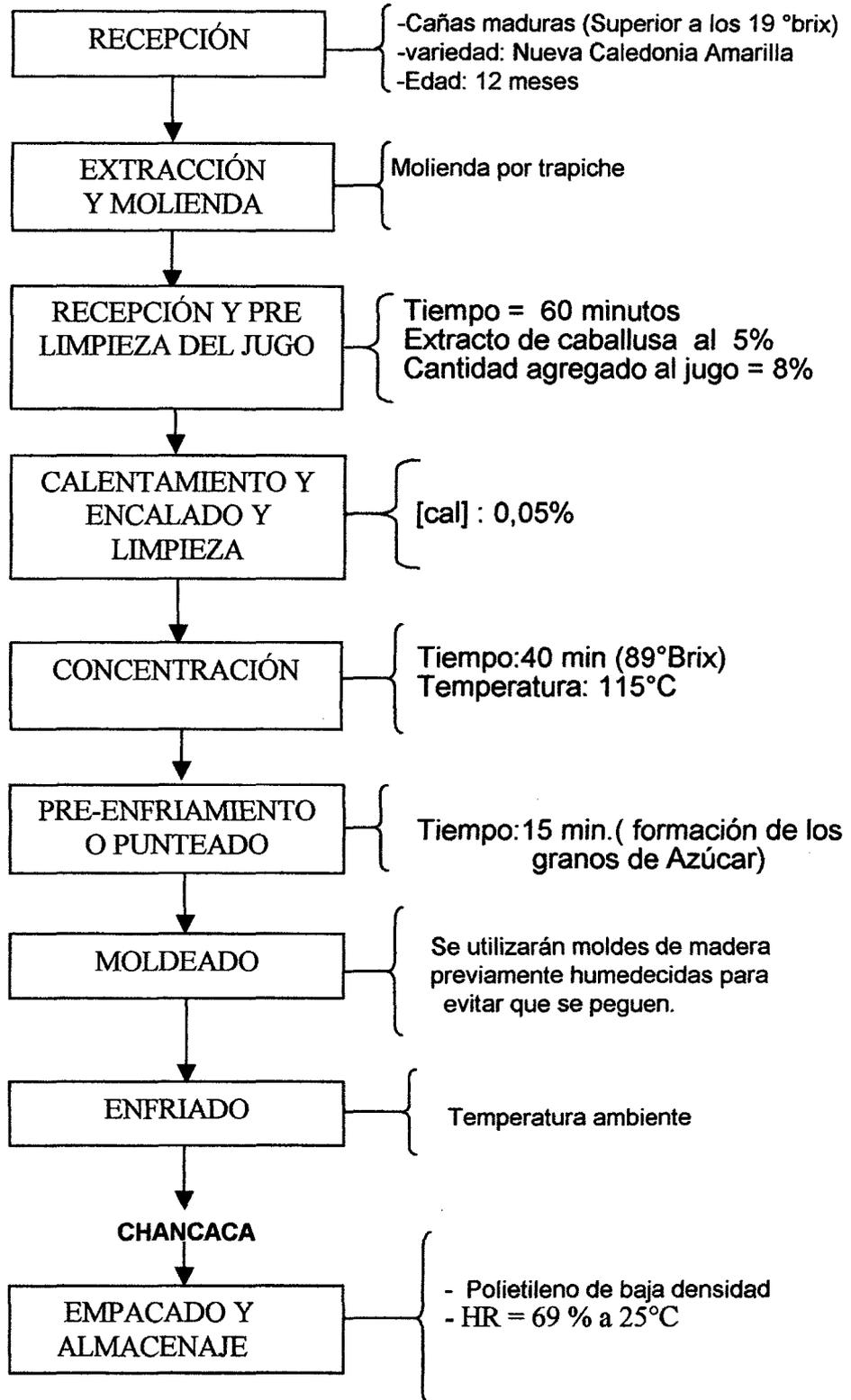
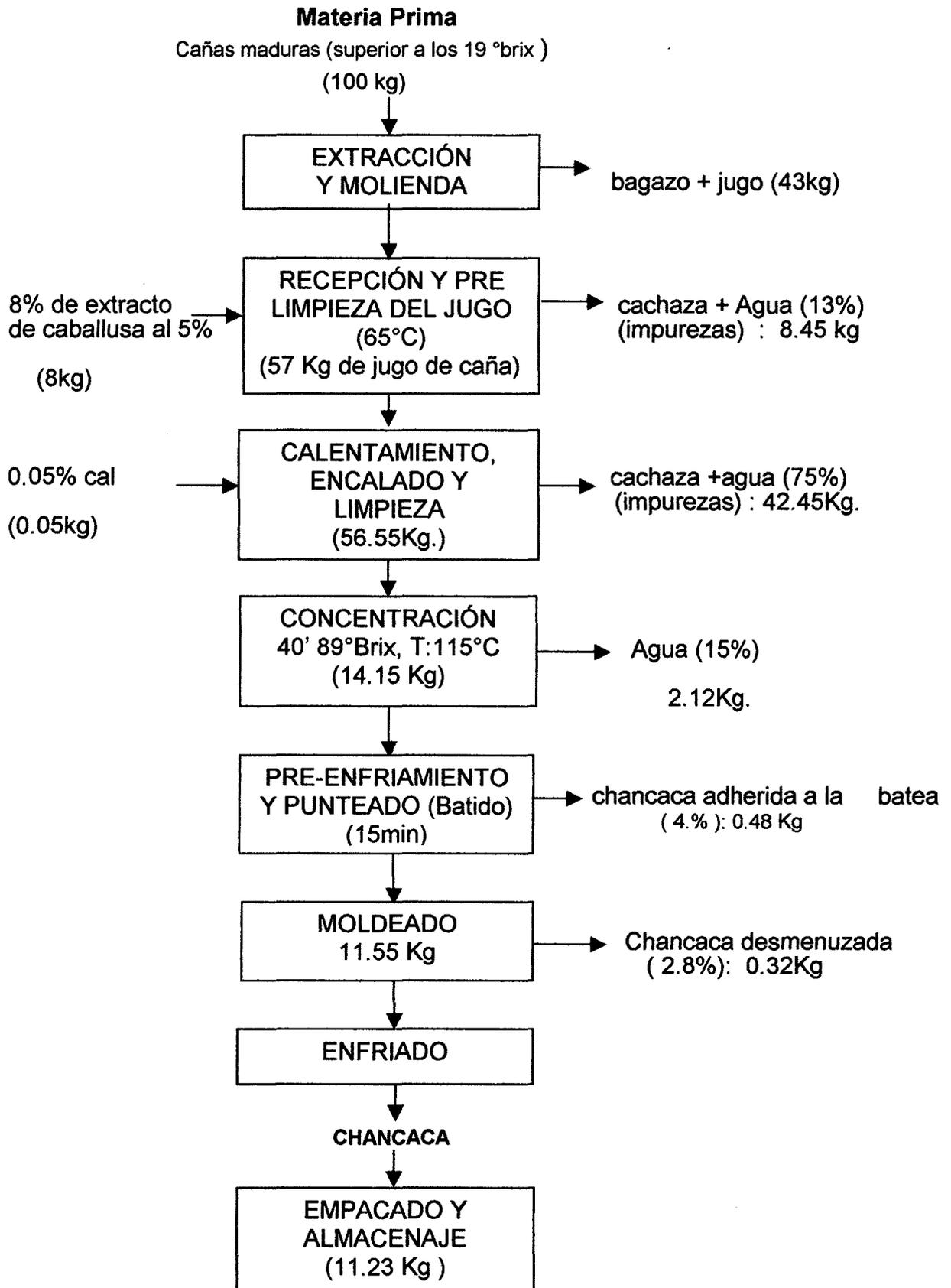


Figura 13: Flujograma Definitivo Para La Elaboración De Chancaca



Rendimiento = 11.23%

Figura 14: Diagrama de Balance de Materia para la Elaboración De Chancaca

4.5. Estudio de empaques y almacenamiento.

Se envasaron muestras de chancaca en tres diferentes empaques (polietileno, celofán ambas de alta densidad y flexibles, polipropileno rígido) en cantidades de 20 gramos cada uno los cuales fueron sometidos a diferentes humedades relativas (64%, 75%, 87%, 100%) para su almacenamiento durante 90 días. Las muestras fueron extraídas cada 15 días para los análisis físico – químicos. Cuyos resultado se muestran en el anexo 08 a las cuales se les hizo un análisis de varianza (ANVA) ,encontrándose que hay diferencia significativa entre las pruebas y empaques utilizados estos resultados se detallan con mayor amplitud en la parte de características físico-Químicas durante el almacenamiento

4.5.1 Características Físico-Químicas Durante el Almacenamiento

4.5.1.1 Humedad.

En cuanto a la determinación de humedad, en los tres empaques evaluados en el estudio, hubo un incremento y disminución de la humedad durante el almacenamiento, según las humedades relativas a las que fueron sometidos tal como se muestra en las figuras 15, 16, 17 y 18. Esto se debe a las propiedades que posee el alimento de equilibrar su contenido de humedad y esto sucede cuando la presión de vapor de agua en la superficie del producto y en el ambiente son iguales. Si la presión de vapor del material es mayor que la presión de vapor del medio ambiente, la humedad se desplazará del producto a la atmósfera, si es menor que la ambiental, la humedad se desplazará en sentido contrario (Fenema, 1993). Así mismo se puede observar que las muestras envasadas en empaques de polietileno muestran una mínima variación de humedad al ser almacenado a humedad relativa de 100% (de 6.98% a 7.278%), en comparación con los empaques de Polipropileno (de 6.98% a 7.597%) y Celofán (6.98% a 9.035%). Tal como se puede apreciar en la figura 15 y anexo 9.

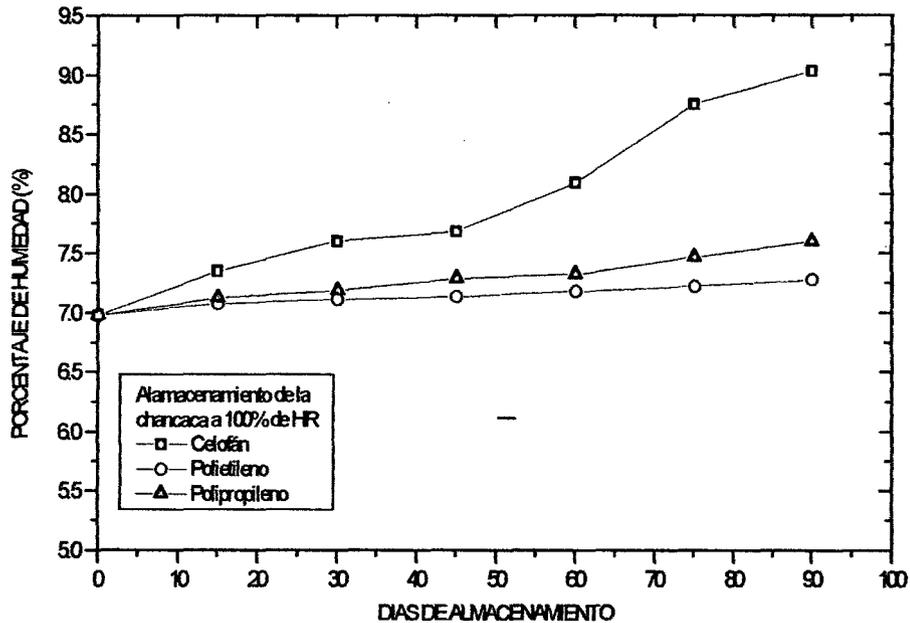


Figura 15: Porcentaje de humedad observado durante el almacenamiento de la chancaca a 100% de HR

También se encontró variaciones de la humedad, cuando la chancaca empacada en los tres envases en estudio (Polietileno , celofán y polipropileno), fue almacenado a una humedad relativa de 87%, tal como se muestra en la figura 16

Observándose que las variaciones más notorias , en cuanto al contenido de humedad, se dan en la chancaca empacada en envase de celofán (de 6.98% a 8.33%), seguido de la chancaca empacada con polipropileno (de 6.98% a 7.442%), existiendo una mínima variación en la chancaca empacada con polietileno (de 6.98% a 7.257%). Similares resultados se observa en trabajos de tesis realizados con estos empaques pero aplicados a otros productos, en donde resulta que la almendra frita de marañón empacada con polietileno posee menor incremento de la humedad (3.27% a 4.40%) en comparación con la almendra frita empacada con envase de Celofán (3.27% a 5.66%) (Pezo Gonzales,M. ; 1994).

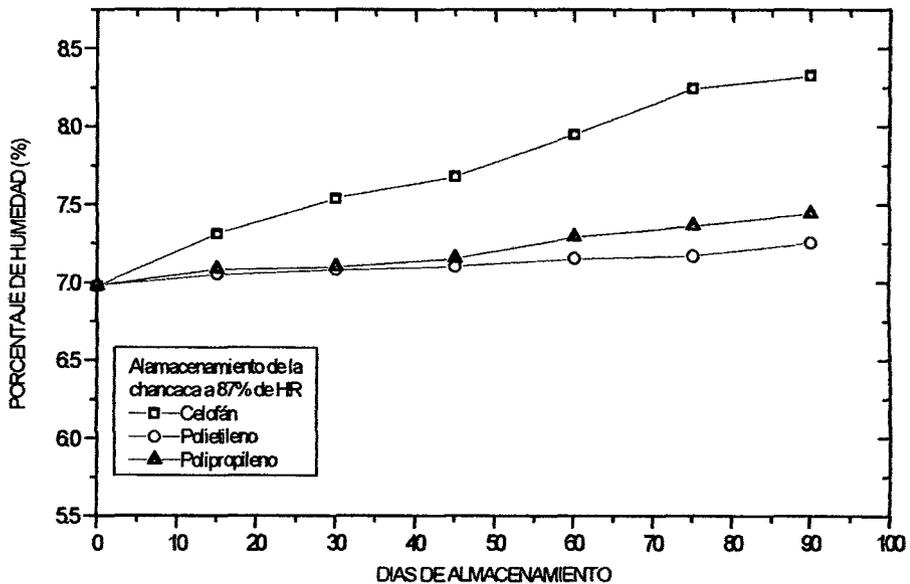


Figura 16: Porcentaje de humedad observado durante el almacenamiento de la chancaca a 87% de HR

La variación de la humedad en la chancaca empacada en envase de celofán, polietileno y polipropileno y almacenada a humedad relativa de 75% , se observa en la figura 17.

En donde también se observa que la chancaca empacada con envase de celofán presenta mayor incremento de la humedad (6.98% a 7.205%), existiendo un mínimo incremento de la humedad en la chancaca empacada con polipropileno (6.98% a 7.089%) y polietileno (6.98% a 6.998%). Analizando los resultados mostrados en la figura 16 y 17 que se encuentran dentro del rango de humedad relativa del ambiente, la chancaca empacada posee mayor incremento del contenido de humedad, esto se debe a que posee mayor permeabilidad al vapor de agua (20 a $100 \text{ g.mil.m}^{-2} \cdot \text{día}^{-1} \cdot \text{torr}^{-1}$) en comparación con el polietileno (0.8 a $1.5 \text{ g.mil.m}^{-2} \cdot \text{día}^{-1} \cdot \text{torr}^{-1}$) (salas;1996).

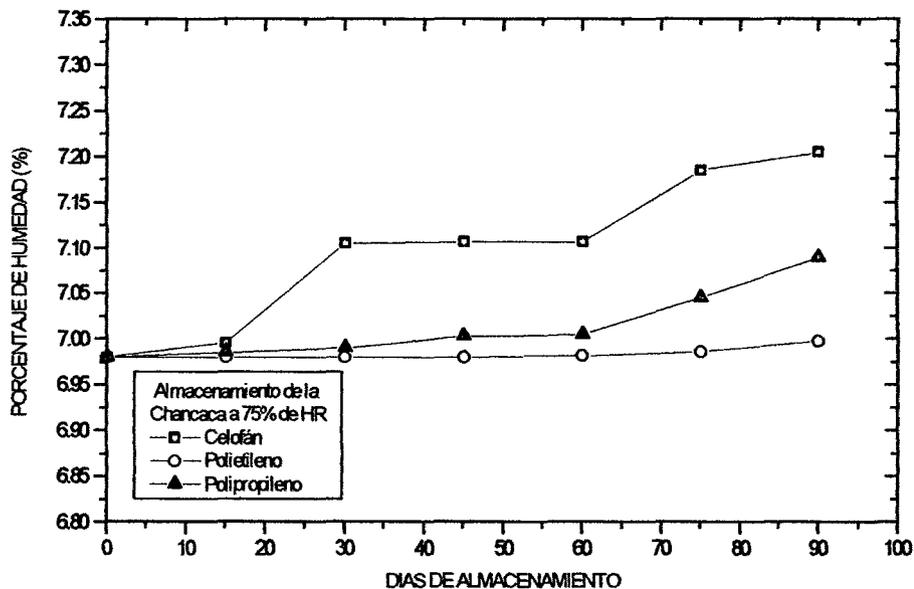


Figura 17: Porcentaje de humedad observado durante el almacenamiento de la chancaca a 75% de HR

La variación de la humedad en la chancaca empacada en envase de celofán, polietileno y polipropileno y almacenada a humedad relativa de 64% , se observa en la figura 18.

En donde se observa una mínima disminución del contenido de humedad en la chancaca almacenada a humedad relativa de 64%, la mayor variación se da en la chancaca envasada con empaque de celofán (6.98% a 6.975%) seguido de chancaca envasada con empaque de polipropileno (6.98% a 6.977%), existiendo menor variación en la chancaca almacenada con empaque de polietileno(6.98% a 6.979%) este resultado se da por que la chancaca fue almacenada a una humedad relativa mas seca (64%) que la humedad relativa del ambiente . Entonces el alimento equilibra su contenido de humeada con el medio ambiente (Fenema ;1993).

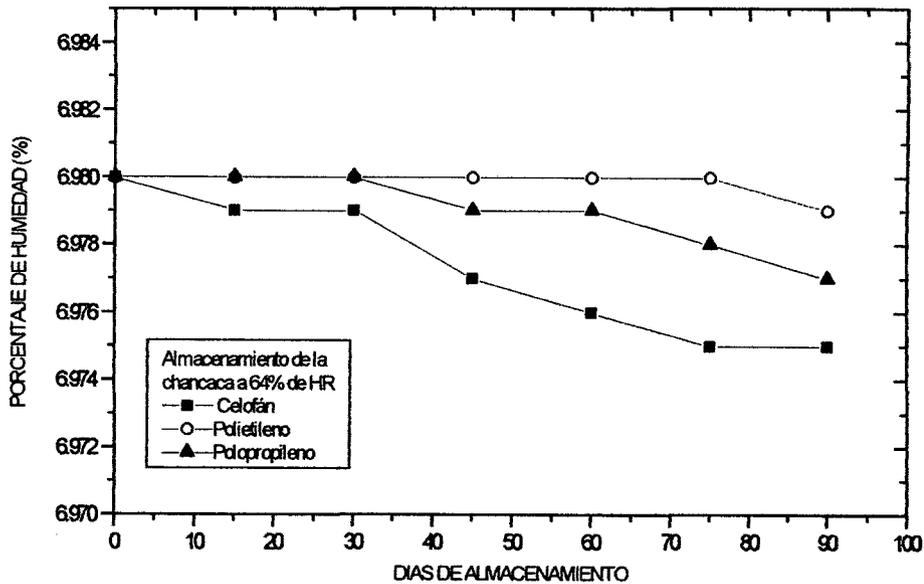


Figura 18: Porcentaje de humedad observado durante el almacenamiento de la chancaca a 64% de HR.

Si comparamos los resultados obtenidos del análisis estadístico encontramos que hay una diferencia significativa al 5% de probabilidad entre el tiempo de almacenamiento y los empaques utilizados lo cual fue corroborado con la prueba comparativa de Duncan (cuadro 14)

Cuadro 14: Prueba Duncan de la variación del porcentaje de humedad de la chancaca almacenada por 90 días a diferentes humedades relativas

EMPAQUES	CHANCACA ALMACENADA POR 90 DIAS A DIFERENTES %HR			
	100 % HR	87% HR	75% HR	64% HR
POLIETILENO	7.1391 a	7.1161 a	6.9837 a	6.9799 a
POLIPROPILENO	7.2800 ab	7.2020 a	7.0140 a	6.9790 ab
CELOFÁN	7.9284 b	7.7203 b	7.0979 b	6.9773 b

Letras distintas indican diferencia significativa con error de 5%
Letras minúsculas comparan verticalmente

Donde se puede apreciar que existe diferencia significativa entre los empaques: polietileno y celofán, este último presentó mayor variación en cuanto al

contenido de humedad al ser almacenada por 90 días a humedades relativas de 64%,75%, 87%,100%. También podemos notar que no hay diferencia significativa entre usar Polietileno y Polipropileno para el almacenamiento de la chancaca ya que ambos no presentaron diferencia significativa con respecto a la humedad adquirida por la chancaca. Pero si existe una mayor variación del contenido de humedad en la chancaca envasada con empaque de polipropileno lo cual no resultaría ilógico ya que el polipropileno posee menor permeabilidad (0.2 a $0.4 \text{ g.mil.m}^{-2} \cdot \text{día}^{-1} \cdot \text{torr}^{-1}$) que el polietileno(0.8 a $1.5 \text{ g.mil.m}^{-2} \cdot \text{día}^{-1} \cdot \text{torr}^{-1}$)(Salas;1996). Este resultado se debe al diseño del envase polipropileno que consta una tapa del mismo material (anexo 01, Figura 21) que hace que su sellado probablemente no sea hermético , dando mejores resultados el polietileno frente a estos dos empaques. En trabajos de evaluación de empaques durante el almacenamiento de la cecina, realizado por Del Águila Hidalgo, M. ; 2000, obtuvo que la cecina empacada con envase de polietileno conserva sus propiedades químicas y organolépticas mas que la cecina empacada con celofán, lo cual corrobora los resultados obtenidos.

4.5.1.2 Azúcares Reductores.

La variación de los azúcares reductores para la chancaca almacenada a humedad relativa de 100% se observa en la figura N° 19 donde se nota que la chancaca empacada en envase de polietileno se mantiene estable, en cambio la chancaca envasada en empaque de celofán y polipropileno presentan mayor incremento de azúcares reductores a partir de 45 días de almacenamiento a una humedad relativa de 100%. También se puede observar un ligero un incremento en el contenido de azúcares reductores en la chancaca almacenada a 100% de HR. y envasada con empaque de Celofán (7.85% a 8.44%) y Polipropileno (7.85% a 7.984%), no se encontró variación en la chancaca envasada en polietileno, tampoco existió variación en la chancaca envasada con los empaques en estudio (Polietileno, celofán y

polipropileno) y almacenada a humedades relativas de 87%,75%,64%. Este incremento de la cantidad de azúcares reductores se debe a que la chancaca almacenada a humedad relativa de 100% a presentado mayor incremento de su contenido de humedad, sobre todo en la chancaca envasada con empaque de polipropileno y celofán (figura 15), el agua acelera las reacciones producen un incremento de las velocidades de oxidación, permitiendo que las macromoléculas se expandan dejando expuestas de esta forma más sitios catalíticos (Fenema ;1993). Por otra parte (Honing, 1969 y Badui,1981). Manifiestan que a medida que aumenta la absorción de humedad por los azucars esta se ablanda y los azucars reductores aumentan, disminuyendo la sacarosa provocando un cambio de color, lo cual corrobora con los resultados encontrados.

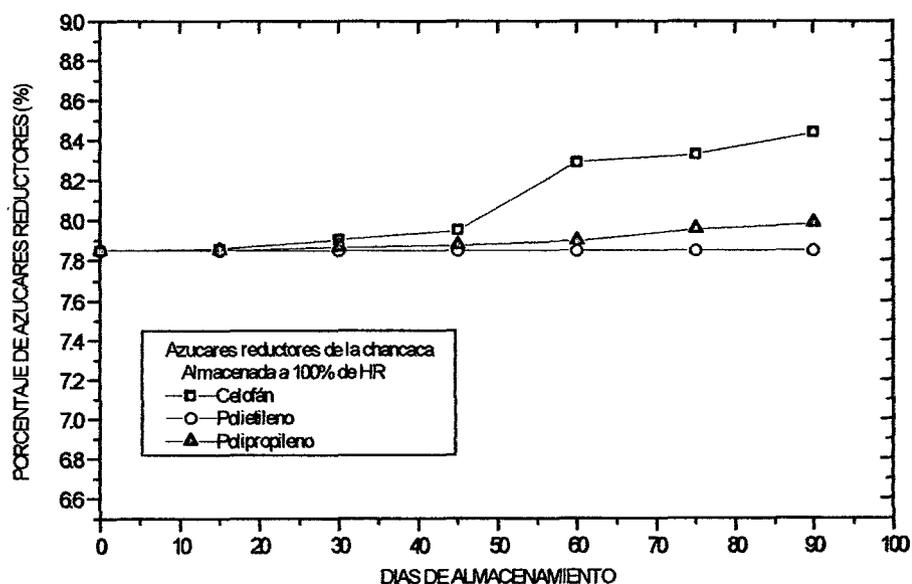


Figura 19: Porcentaje de azucars reductores durante el almacenamiento de la chancaca.

Según el análisis de varianza ,estadísticamente no hay diferencia significativa entre la interacción del tiempo de almacenamiento con el empaque (Anexo 09) , pero si hay diferencia significativa entre los empaque, como puede verse en la

comparación de promedios de cada uno de ellos (cuadro 15).

Cuadro 15: Prueba Duncan de la variación del porcentaje de azúcares reductores de la chancaca almacenada por 90 días a diferentes humedades relativas

EMPAQUES	CHANCACA ALMACENADA POR 90 DIAS A DIFERENTES %HR			
	100% HR	87% HR	75%HR	64% HR
POLIETILENO	7.85 a	7.85 a	7.85 a	7.85 a
POLIPROPILENO	7.897ab	7.85 a	7.85 a	7.85 a
CELOFÁN	8.0901 b	7.85 a	7.85 a	7.85 a

Letras distintas indican diferencia significativa con error de 5%

Letras minúsculas comparan verticalmente

El polietileno (7.85% a) difieren significativamente del celofán (8.0901% b), En el caso del polipropileno no existe diferencia significativa entre los dos empaques utilizados (7.897% a b), lo cual demuestra que hubo una interacción al usar un determinado empaque tomándose al polietileno como el empaque más adecuado para el almacenamiento del la chancaca por que presentó mayor estabilidad durante el almacenamiento.

4.5.1.3 pH.

En cuanto al pH ,se observa (Anexo 07) que no hay variación de la misma en las muestras envasadas en empaques de polietileno, celofán y polipropileno y almacenadas a humedades relativas de 100%,87%,75%,64%. Lo que indica que el producto almacenado no presentó alteraciones por microorganismos que incrementan la acidez lo cual se constata con el análisis microbiológico.

4.5.2 Análisis Microbiológico

El análisis microbiológico de la Muestra de chancaca después de 90 días de almacenamiento se observa en el cuadro 16.

Cuadro 16: Análisis microbiológico de la chancaca

DETERMINACIONES	ENCONTRADO		PERMISIBLE	
	Ufc/ml.	NMP/ml.	Ufc/ml.	NMP/ml.
Bacterias aerobias viables	<100			10 ³
Coliformes Totales		<3		100
Escherichia coli		<3		<3
Staphylococcus aureus (coagulasa +)	A		A	
Mohos	<10		10 ³	
Levaduras	<10		10 ³	

Fuente: Laboratorio de Microbiología de la DIRES –Tarapoto.

Método: Recuento en placas.

Nota: A,<3,<10 Significa ausencia.

Donde se observa un bajo nivel de contaminación lo que explica la acción efectiva del proceso tecnológico seguido. En general el recuento de microorganismos aerobios viables fue mínima en este estudio ya que cumplen con los requisitos de calidad sanitaria indicada por DIGESA para este tipo de producto, con lo cual se demuestra el grado de asepsia seguida durante el proceso y la protección que brinda el empaque frente a los microorganismos.

Por otra parte es importante mencionar que la chancaca por ser un producto con elevadas concentraciones de azúcares y baja actividad de agua inhiben el crecimientos de microorganismos (cheftel;1999).

V. CONCLUSIONES

A partir de los resultados obtenidos y de los objetivos planteados en el presente trabajo, se puede concluir lo siguiente.

1. Para realizar la pre-limpieza del jugo se estableció usar extracto de caballousa (*Triumfetta semitriloba L.*) al 5% de concentración y agregar al jugo de caña 8% de extracto en función al volumen del jugo.
2. para el encalado y concentración de los jugos se determino que los parámetros adecuados se dan cuando se utiliza 0.05% de cal, el cual elevó el pH a 6.8 y un tiempo de concentración de 40 minutos hasta alcanzar los 89°Brix donde se observó que la chancaca presenta mejores características organolépticas con un contenido de humedad de 6.98% , 84.0% de sacarosa y 7.85% de azúcares reductores.
3. La actividad de Agua (a_w) de la chancaca fue de 0.41 lo cual permitió que el producto tenga un periodo largo de conservación frente al ataque de microorganismos que se ven limitados por la poca cantidad de agua libre existente.
4. Durante el almacenamiento de la chancaca (90 días), se encontró una mayor variación de sus características físico químicas al ser almacenada a humedad relativa de 100% : la variación de la humedad en el celofán fue de 6.98% a 9.035%, polipropileno de 6.98% a 7.597% y polietileno de 6.98% a 7.278%; la variación de los azucars reductores en celofán fue de 7.85% a 8.332% y polipropileno de 7.85% a 7.956%, no encontrándose variación en el polietileno ni en la chancaca almacenada a humedades relativas de 64%,75% y 87%,empacadas en los tres empaques en estudio, Tampoco se encontró variación en cuanto al pH. Siendo el polietileno el empaque más adecuado, siguiendo en orden de importancia el polipropileno por que presentaron mayor estabilidad durante el almacenamiento.

5. El análisis microbiológico de la chancaca después del almacenamiento, demuestra que el producto obtenido cumple con las condiciones sanitarias en cuanto a presencia de microorganismos y es apta para el consumo humano, con lo cual se demuestra el grado de asepsia seguida durante el proceso y la protección que brinda el empaque frente a estos microorganismos.

VI. RECOMENDACIONES

- 1. Realizar de un estudio fotoquímico de la caballousa (*Triumfetta semitriloba* L.)**
- 2. Realizar trabajos de investigación en elaboración de chancaca utilizando otros agentes clarificantes.**
- 3. Utilizar un filtro adicional para la extracción de la cachaza**

VII. BIBLIOGRAFÍA

1. A.O.A.C.(1980) "Official Methods of analysis of the AOAC. Nineth Ed. Washington D.C.EE.UU.
2. ALMENGOR, D. (2002) Ponencia "Mejoramiento tecnológico de la producción de panela en pequeños trapiches del departamento de Huehuetenango" Instituto de nutrición de centro América y Panamá (INACAP).
3. BADUID (1981) " Química de los alimentos " :Edición Alambra; México.
4. BELITZ GROUSC (1997) " Química De Los Alimentos" Editorial Acribia S.A. ZARAGOZA ESPAÑA.
5. BUENA VENTURA (1975) "Evaluación critica de la tecnología generada en el cultivo de caña de azúcar para panela en Colombia". Tesis de maestría Universidad Nacional, ICA.
6. COTECSAN S.A. (1998) "Producción rural de chancaca" perfil n° 10, Lima.
7. CHEFTEL (1999) "Introducción a la bioquímica y tecnología de los alimentos" volumen 1 tercera impresión Editorial Acribia, Zaragoza España.
8. CENTRO INTERNACIONAL DE MEJORAMIENTO DE LA PANELA - CIMPA (1992) "Evaluación técnico económico de la producción panelera, en la hoya del río Suárez " (Convenio de investigación para el mejoramiento de la industria panelera) COLOMBIA.
9. DARLES Y DONALD M. (1987) "Producción De Cosechas Fundamentos Y Practicas" Editorial LIMUSA MÉXICO.
10. DESROSIER(1998) "Elementos de Tecnología de Alimentos" Compañía Editorial Continental S.A. de C.V. MÉXICO.

11. DEL AGUILA, H. M (2000) "Mejoramiento tecnológico de la cecina y evaluación de empaques flexibles durante el almacenamiento". Tesis para optar el título de Ingeniero Agroindustrial – FIAI – UNSM.
12. DE LA CRUZ A, G. (1987) "La Producción De Chancaca En El Departamento De San Martín" ITDG. TARAPOTO SAN MARTÍN.
13. DOMÍNGUEZ, X. A. (1973) "Métodos de investigación Fotoquímica " Editorial LIMUSA Wiley , México.
14. ERICH LUCK (1995) " Conservación Química de los Alimentos" Editorial Acribia S.A. ZARAGOZA ESPAÑA.
15. FAUCONIER (1975) . "La caña de Azúcar " Editorial BLUME – BARCELONA – ESPAÑA.
16. FENEMA, OWEN R; (1993) " química De los Alimentos " Editorial Acribia S.A. Zaragoza – España.
17. FELLOWS, P (1994) "Tecnología del procesado de los alimentos" Ed. Acribia S.A. Zaragoza España.
18. FIAI (1993)" Manual de los análisis de alimentos " Universidad Nacional de San Martín. Tarapoto Perú.
19. GARCIA , H. (2000) " Condiciones ambientales para la conservación de la panela" Colombia.
20. GEANKOPLIS, C.S. (1978) "Proceso de transporte y operaciones unitarias" Editorial Continental. México.
21. G. BUREAU S.L. MULTON (1995) Embalaje de los Alimentos de Gran consumo" Editorial Acribia ;SA. ZARAGOZA ESPAÑA

22. HIESS(1997) "Principio De Envasado De Los Alimentos" Guia internacional Ed. Acribia Zaragoza España. 331p.
23. HONIG, PIETER (1969) "propiedades de los azúcares y no azucares" México, CECSA.
24. HUMBERT R, P. (1974) "El cultivo de la caña de azúcar" Compañía Editorial continental S.A. México.
25. ICA (1990) INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO "Curso de caña de azúcar de producción en ladera" COLOMBIA.
26. INSTITUTO DE INVESTIGACIONES TECNOLÓGICAS –IIT (1993) "Elaboración De Panela" Editora Guadalupe Ltda. Bogotá Colombia S.A.
27. INSTITUTO DE MEDICINA TRADICIONAL (1995) "Plantas medicinales de la Amazonía Peruana" Iquitos Perú, Instituto peruano de seguridad social.
28. ISSAY, I. (1985) – "Elaboración de Caña de Azúcar en Pequeña Escala y Aprovechamiento de los Residuos". Consultor de la Fao Chile.
29. JAMES C, P. (1991) – "Manual del Azúcar de Caña" Editorial Limusa - México.
30. JAMIESON (1975) "Manejo de los Alimentos" Volumen II – Técnicas de Conservación. Editorial PAX. México.
31. JAY (1978) – "Microbiología Moderna de los Alimentos" Editorial Acribia Zaragoza España.
32. MACIAS, B; et al (1990) " Determinación de la humedad de equilibrio en la panela" Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ingeniería Agrícola. Tesis de Grado.

33. MINISTERIO DE INDUSTRIAS (1992) "La Panela". Quito Ecuador.
34. MEADE G. P (1967) "Manual del Azúcar de Caña". Editorial Montaner y Simón S.A. Barcelona (España).
35. MEYER R, M. (1990) "Elaboración de productos agrícolas" 2 edición Editorial Trillas ,México.
36. MENDEZ; H. (1978) "Fertilización de la caña de azúcar para la panela con nitrógeno, fósforo y potasio en el Dpto. de Nariño" Informe , Instituto colombiano agropecuario (ICA) Programa Nacional de Suelos.
37. MINISTERIO DE AGRICULTURA AG. SAN MARTÍN (2002) Producción de caña de azúcar en san Martín- Proyecto caña - OIA.
38. MOSSEL Y QUEVEDO (1967) Métodos recomendados para análisis Microbiológico de Alimentos".
39. PEZO, G. MARIO (1994) "Obtención de almendra de la nuez del marañón (*Anacardium occidentale* L.) y conservación por frito salado" Tesis para optar el título de Ingeniero Agroindustrial – FIAI – UNSM.
40. POTTER, N.(1975) "La Ciencia de los Alimentos". Editorial Harla México.
41. RIFDGWAY, R (1912) " Color standards and color nomenclature" Washington
42. SALAS, V. W. F. (1996) "Envases y embalajes de Alimentos ". U.N.A.L.M.,Lima Perú.

VIII. ANEXOS

ANEXO 01

**INSTALACIÓN UTILIZADA PARA EL PROCESAMIENTO DE LA CHANCACA,
CHANCACA ELABORADA CON EL MEJOR TRATAMIENTO Y ENVASADA EN
TRES DIFERENTES EMPAQUES.**



Figura 20 : Instalación utilizada para la elaboración de chancaca (Agroindustria San Pedro)

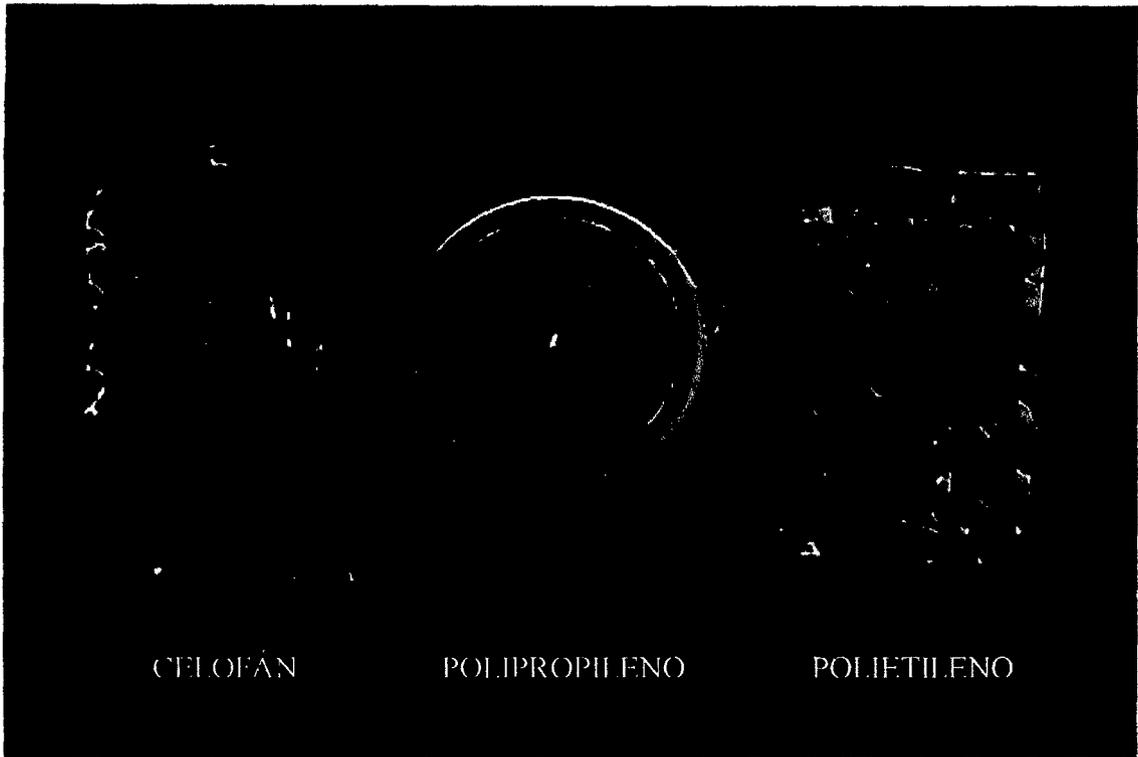


Figura 21: Fotografía de muestra de chancaca obtenida con el mejor tratamiento y envasada en celofán polipropileno y polietileno.

ANEXO 02
FORMATO 1: PRUEBA DE EVALUACIÓN SENSORIAL
EVALUACIÓN DE ATRIBUTOS SENSORIALES

Producto **CHANCACA** Nombre:.....
 Fecha..... Hora:.....

INDICACIONES

Señor panelista ante ud. Hay 09 muestras se te pide que califique los atributos como la **Apariencia general, color y sabor**. Los resultados reporte en el cuadro siguiente según la presente escala.

ESCALA

CALIFICATIVO

Muy bueno	5
Bueno	4
Regular	3
Malo	2
Muy Malo	1

TRATAMIENTO	CALIFICATIVO		
	Apariencia general	Color	Sabor
T1			
T2			
T3			
T4			
T5			
T6			
T7			
T8			
T9			

COMENTARIOS.....

“Gracias”

FORMATO 2: PRUEBA DE EVALUACIÓN SENSORIAL

EVALUACIÓN DE ATRIBUTOS SENSORIALES

Producto **CHANCACA**

Nombre:.....

Fecha.....

Hora:.....

INDICACIONES

Señor panelista ante ud. Hay 09 muestras evalúe cada una marcando con una "X" según la escala que crea conveniente en cuanto a :
Apariencia general, color y sabor

ESCALA	Apariencia general									Color									Sabor								
	294	345	518	027	318	117	425	359	602	294	345	518	027	318	117	425	359	602	294	345	518	027	318	117	425	359	602
Me gusta mucho																											
Me gusta bastante																											
Me gusta ligeramente																											
Me es indiferente																											
Me disgusta ligeramente																											
Me disgusta bastante																											
Me disgusta mucho																											

Comentarios:.....

“Gracias”

ANEXO 03
RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN SENSORIAL
DURANTE LA PRE - CLARIFICACION

PARÁMETROS DE LA APARIENCIA GENERAL

tratamientos panelistas	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	TOTAL
1	3.00	3.00	3.00	4.00	5.00	4.00	4.00	4.00	4.00	34.00
2	3.00	4.00	3.00	3.00	4.00	4.00	4.00	4.00	3.00	32.00
3	3.00	3.00	3.00	3.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	32.00
4	3.00	3.00	3.00	4.00	4.00	4.00	4.00	5.00	4.00	34.00
5	3.00	3.00	4.00	3.00	4.00	3.00	5.00	4.00	5.00	34.00
6	4.00	3.00	3.00	4.00	4.00	5.00	4.00	4.00	4.00	35.00
7	3.00	3.00	4.00	4.00	4.00	4.00	3.00	4.00	5.00	34.00
8	3.00	4.00	3.00	3.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	33.00
9	3.00	3.00	3.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	33.00
10	4.00	3.00	4.00	3.00	5.00	4.00	4.00	4.00	4.00	35.00
11	3.00	3.00	3.00	3.00	4.00	3.00	4.00	4.00	4.00	31.00
12	3.00	3.00	4.00	3.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	33.00
TOTAL	38.00	38.00	40.00	41.00	50.00	47.00	48.00	49.00	49.00	400
PROMEDIO	3.17	3.17	3.33	3.417	4.17	3.92	4	4.08	4.08	
A	a ₁ =116.00			a ₂ =138.00			a ₃ =146.00			400
B	b ₁ =127.00			b ₂ =137.00			b ₃ =136.00			400

PARÁMETROS DEL COLOR

tratamientos Panelistas	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	TOTAL
1	3.00	4.00	3.00	4.00	5.00	4.00	4.00	4.00	4.00	35.00
2	3.00	4.00	3.00	4.00	4.00	4.00	4.00	5.00	4.00	35.00
3	4.00	3.00	3.00	4.00	4.00	4.00	5.00	4.00	4.00	35.00
4	3.00	3.00	3.00	3.00	5.00	4.00	4.00	5.00	4.00	34.00
5	3.00	4.00	4.00	3.00	5.00	4.00	4.00	4.00	5.00	36.00
6	3.00	3.00	3.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	33.00
7	4.00	3.00	4.00	4.00	5.00	4.00	4.00	5.00	5.00	38.00
8	3.00	4.00	3.00	5.00	4.00	4.00	5.00	4.00	4.00	36.00
9	3.00	3.00	3.00	4.00	4.00	5.00	4.00	4.00	4.00	34.00
10	3.00	3.00	4.00	3.00	5.00	4.00	4.00	4.00	5.00	35.00
11	3.00	3.00	3.00	4.00	5.00	5.00	4.00	4.00	4.00	35.00
12	3.00	3.00	3.00	3.00	4.00	4.00	5.00	5.00	5.00	35.00
TOTAL	38.00	40.00	39.00	45.00	54.00	50.00	51.00	52.00	52.00	421
PROMEDIO	3.17	3.33	3.25	3.75	4.50	4.17	4.25	4.33	4.33	
A	a ₁ =117.00			a ₂ =149.00			a ₃ =155.00			421
B	b ₁ =134.00			b ₂ =146.00			b ₃ =141.00			421

PARÁMETRO DEL SABOR

tratamientos panelistas	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	TOTAL
1	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	36.00
2	4.00	5.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	5.00	4.00	38.00
3	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	5.00	4.00	4.00	37.00
4	4.00	4.00	4.00	5.00	5.00	4.00	4.00	5.00	4.00	39.00
5	5.00	4.00	5.00	4.00	5.00	4.00	4.00	4.00	5.00	40.00
6	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	36.00
7	5.00	5.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	5.00	39.00
8	4.00	4.00	4.00	5.00	4.00	4.00	5.00	4.00	4.00	38.00
9	4.00	5.00	5.00	4.00	4.00	5.00	4.00	4.00	4.00	39.00
10	5.00	4.00	4.00	5.00	5.00	4.00	4.00	4.00	5.00	40.00
11	4.00	5.00	5.00	4.00	4.00	5.00	4.00	4.00	4.00	39.00
12	4.00	4.00	4.00	3.00	4.00	4.00	5.00	5.00	5.00	38.00
TOTAL	51.00	52.00	51.00	50.00	51.00	50.00	51.00	51.00	52.00	459
PROMEDIO	4.25	4.33	4.25	4.17	4.25	4.17	4.25	4.25	4.33	
A	a ₁ =154.00			a ₂ =151.00			a ₃ =154.00			459
B	b ₁ =152.00			b ₂ =154.00			b ₃ =153.00			459

ANEXO 04

**ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA EVALUACIÓN SENSORIAL DEL JUGO DE
CAÑA DURANTE EL PRE – CLARIFICADO CON EXTRACTO DE CABALLOUSA
DISEÑO COMPLETAMENTE AL AZAR CON ARREGLO FACTORIAL 3X3.**

Apariencia general

Fuente de V	GL	S.C.	CM.	FC.	FT.	Significancia
Panelistas	11	1.85	0.1684	0.85	1.91	N.S
TTs.	8	17.19	2.1481	10.81	2.07	**
A % Extracto	2	13.41	6.7037	33.75	3.11	**
B % Cantidad	2	1.69	0.8426	4.24	3.11	*
AB	4	2.09	0.5231	2.63	2.43	*
E. EXP.	88	17.48	0.1987			
TOTAL	107	53.70	10.58			

Color

Fuente de V	GL	S.C.	CM.	FC.	FT.	Significancia
Panelistas	11	1.88	0.1709	0.71	1.91	N.S
TTs.	8	26.80	3.3495	13.90	2.07	**
A % Extracto	2	23.19	11.5926	48.11	3.11	**
B % Cantidad	2	2.02	1.0093	4.19	3.11	*
AB	4	1.59	0.3981	1.65	2.43	*
E. EXP.	88	21.20	0.2410			
TOTAL	107	76.68	16.76			

Sabor

Fuente de V	GL	S.C.	CM.	FC.	FT.	Significancia
Panelistas	11	2.25	0.2045	0.92	1.91	N.S
TTs.	8	0.33	0.0417	0.19	2.07	N.S
A % Extracto	2	0.17	0.0833	0.37	3.11	N.S
B % Cantidad	2	0.06	0.0278	0.12	3.11	N.S
AB	4	0.11	0.0278	0.12	2.43	N.S
E. EXP.	88	19.67	0.2235			
TOTAL	107	22.58	0.61			

ANEXO 05
RESULTADOS DE LA EVALUACION SENSORIAL DE LA CHANCACA
(ENCALADO Y CONCENTRACIÓN)

PARÁMETRO DE COLOR

tratamientos panelistas	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	TOTAL
1	5	4.67	4.67	4.67	7	5	4.67	6.3	5	46.98
2	5	5.3	4.67	5.3	6	5.3	5.3	6.3	5	48.17
3	4.67	4.67	5	5	5.67	5.67	5.67	6.7	5.3	48.35
4	4.67	5.3	5.3	5.3	6	5.3	5.3	5.3	5.3	47.77
5	5	4.67	5.67	5	6.67	5.67	5	5.67	5	48.35
6	4.67	5.67	4.67	5	6	5.3	5.3	5.3	5.3	47.21
7	4.3	5	5.3	4.67	5.67	5.3	5	5.67	5	45.91
8	5	4.67	5	5.3	7	5.3	4.67	6.3	5	48.24
9	4.3	5.67	5.3	4.67	5.67	5.3	5.3	5.67	5.3	47.18
10	5	5.3	5	5.67	5.67	6	5.3	6.67	5.3	49.91
11	4.67	5	5	5	6	6	4.67	6.3	5	47.64
12	4.67	4.67	4.67	5.3	5	5.3	5.3	6.67	5.3	46.88
TOTAL	56.95	60.59	60.25	60.88	72.35	65.44	61.48	72.85	61.80	572.59
PROMEDIO	4.75	5.05	5.02	5.073	6.03	5.45	5.1233	6.07	5.15	
A	a₁=177.79			a₂=198.67			a₃=196.13			572.59
B	b₁=179.31			b₂=205.79			b₃=187.49			572.59

PARÁMETRO DE LA APARIENCIA GENERAL

tratamientos panelistas	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	TOTAL
1	5	5	5.3	5	5.3	5.3	5.3	5.3	6	47.5
2	5	5.3	5.3	5	6	5.3	5.3	6	5.3	48.5
3	5.3	5.67	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3	5	47.77
4	5.3	6	5	5	6	5.67	5	5.3	5.3	48.57
5	5	5	5.3	5.3	6	5.3	5.3	5.67	5	47.87
6	5	5.67	5.3	5	5.67	5.3	5	5.3	5.3	47.54
7	5	5	5.3	5.3	6	5.67	5.3	5.3	5.3	48.17
8	5	5.3	5	5.3	5.67	5.3	5	6	5.3	47.87
9	5.3	5	5	5.3	6	5.67	5.3	5.67	5.3	48.54
10	5	5.3	5.3	4.67	5.67	5.3	5.3	6	5.67	48.21
11	4.67	5	5	5.3	6	5.3	5.3	5.3	5.3	47.17
12	5.3	5	5.3	5	5.67	5.3	5.3	6	5.67	48.54
TOTAL	60.87	63.24	62.40	61.47	69.28	64.71	62.70	67.14	64.44	576.25
PROMEDIO	5.07	5.27	5.20	5.12	5.77	5.39	5.23	5.60	5.37	
A	a₁=186.51			a₂=195.46			a₃=194.28			576.25
B	b₁=185.04			b₂=199.66			b₃=191.55			576.25

PARÁMETRO SABOR

tratamientos panelistas	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	TOTAL
1	5	6	5.3	4.67	6.67	5	4.67	4.67	4.67	46.65
2	5.3	6	5.3	5	5.67	5	5	5	5	47.27
3	5	5.67	5	4.67	6.67	5	5	5.3	4.67	46.98
4	5.3	5.67	5	5	5.3	5	4.67	5	5	45.94
5	5	5.3	5	4.67	5.3	4.67	5	4.67	5	44.61
6	5	5.67	5	5	5.67	5	5	5.3	4.67	46.31
7	5.3	6.67	5	4.67	5.3	4.67	5	5	4.67	46.28
8	5	6	5.3	5	5.67	5	4.67	4.67	5	46.31
9	4.67	5.3	5	5	6.3	4.67	5	5.3	4.67	45.91
10	5	6.67	5	5	5.67	5	4.67	5	5	47.01
11	5.3	5.3	5.3	4.67	5.67	5	4.67	4.67	4.67	45.25
12	5.3	6.67	4.67	5	7	4.67	5	5	5	48.31
TOTAL	61.17	70.92	60.87	58.35	70.89	58.68	58.35	59.58	58.02	556.83
PROMEDIO	5.10	5.91	5.07	4.863	5.91	4.89	4.863	4.97	4.84	
A	a ₁ =192.96			a ₂ =187.92			a ₃ =175.95			556.83
B	b ₁ =177.87			b ₂ =201.39			b ₃ =177.57			556.83

ANEXO 06

**ANALISIS DE VARIANZA PARA LA EVALUACIÓN SENSORIAL DE LA CHANCACA
DISEÑO COMPLETAMENTE AL AZAR CON ARREGLO FACTORIAL 3X3.
(ENCALADO Y CONCENTRACIÓN)**

Atributo	Fuente de Variación	GL	S.C.	CM.	FC.	FT.	Significancia
Color	panelistas	11	1.24	0.1127	0.7776931	1.91	N.S.
	TTs.	8	20.43	2.5536	17.6287871	2.07	**
	A = Cal	2	7.21	3.6055	24.8904909	3.11	**
	B = Tiempo	2	10.21	5.1064	35.2525436	3.11	**
	AB	4	3.00	0.7512	5.18605695	2.43	**
	E. EXP.	88	12.75	0.1449			
	TOTAL	107	54.84	12.27			

Atributo	Fuente de Variación	GL	S.C.	CM.	FC.	FT.	Significancia
Apariencia General	panelistas	11	0.27	0.0249	0.39677222	1.91	N.S.
	TTs.	8	4.95	0.6193	9.87658616	2.07	**
	A = Cal	2	1.31	0.6568	10.4743229	3.11	**
	B = Tiempo	2	2.98	1.4903	23.7661325	3.11	**
	AB	4	0.66	0.1651	2.63294465	2.43	*
	E. EXP.	88	5.52	0.0627			
	TOTAL	107	15.70	3.02			

Atributo	Fuente de Variación	GL	S.C.	CM.	FC.	FT.	Significancia
Sabor	panelistas	11	1.13	0.1029	1.05170725	1.91	N.S.
	TTs.	8	18.31	2.2893	23.4037964	2.07	**
	A = Cal	2	4.24	2.1205	21.6775225	3.11	**
	B = Tiempo	2	10.38	5.1883	53.0397624	3.11	**
	AB	4	3.70	0.9243	9.4489504	2.43	**
	E. EXP.	88	8.61	0.0978			
	TOTAL	107	46.37	10.72			

ANEXO 07

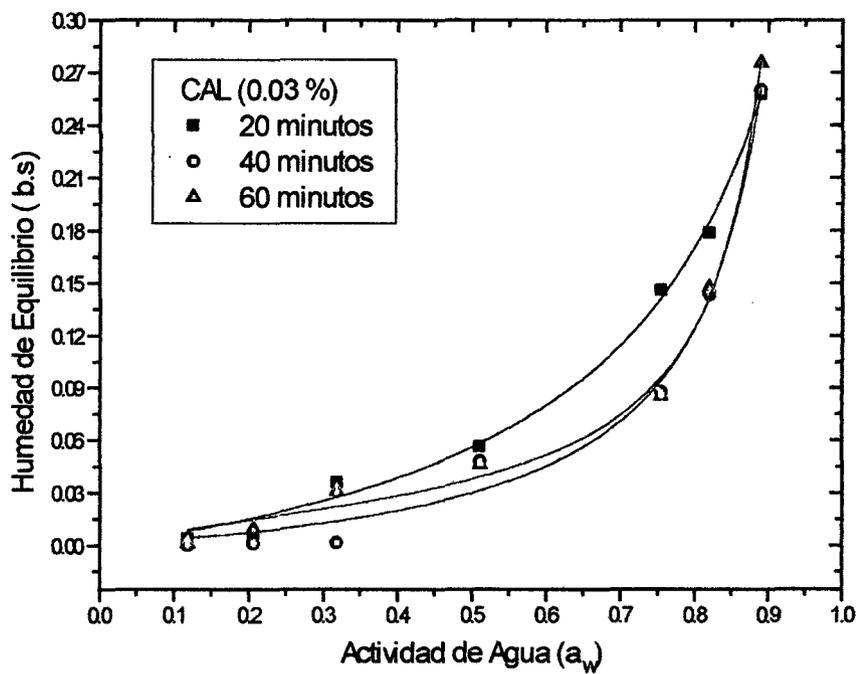
ISOTERMAS DE ADSORCIÓN DE LA CHANCACA APLICANDO LA ECUACIÓN DE GAB
DE GAB

Figura 22. Isotermas de adsorción de la chancaca elaborada con 0.03% de cal, utilizando la ecuación de Gab, realizada a 25°C

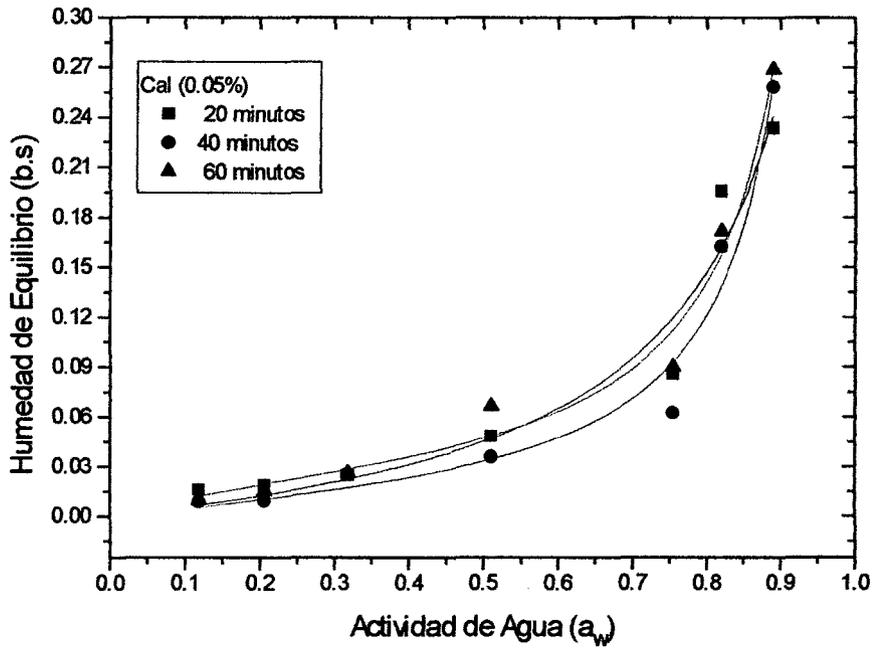


Figura 23. Isotermas de adsorción de la chancaca elaborada con 0.05% de cal, utilizando la ecuación de Gab, realizada a 25°C

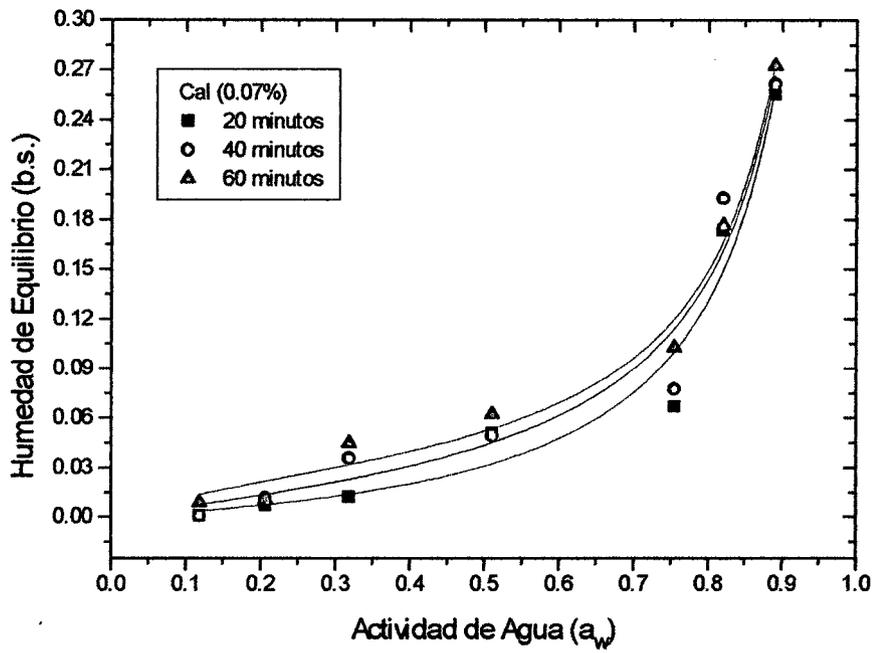


Figura 24. Isotermas de adsorção de la chancaca elaborada con 0.07% de cal, utilizando la ecuación de Gab, realizada a 25°C

ANEXO 08

**CONSTANTES DE ISOTERMAS DE SORCIÓN EVALUADAS PARA CHANCACA
OBTENIDAS POR REGRESIÓN NO LINEAL DE LOS DATOS EXPERIMENTALES
AL MODELO MATEMÁTICO DE GAB.**

Tratamientos	temperatura (°C)	Ecuación de Gab.			R ²
		CONSTANTES			
		Mo	C	K	
T1	25	0.0371	0.9177	0.9846	0.9759
T2	25	0.0340	2.5980	0.1774	0.9987
T3	25	0.02957	2.9015	1.0120	0.9969
T4	25	0.04877	1.1451	0.9308	0.95
T5	25	0.02439	1.95793	1.02422	0.9704
T6	25	0.02897	4.32721	1.00638	0.95
T7	25	0.03752	0.74995	0.98638	0.96394
T8	25	0.0344	1.85219	0.98868	0.95618
T9	25	0.03204	4.56632	0.99572	0.98589

Fuente :Elaboración del proyecto

ANEXO 09

**RESULTADOS DE LOS ANALISIS REALIZADOS DURANTE EL
ALMACENAMIENTO DE LA CHANCACA POR 90 DIAS EN TRES EMPAQUES Y
ANALISIS DE VARIANZA.**

EMPAQUE	VARIACIÓN DE LA HUMEDAD							TOTAL
	Días de almacenamiento de la chancaca a 100% HR							
	0	15	30	45	60	75	90	
CELOFÁN	6.980	7.351	7.605	7.683	8.093	8.752	9.035	55.499
POLIETILENO	6.980	7.074	7.112	7.133	7.178	7.219	7.278	49.974
POLIPROPILENO	6.980	7.121	7.187	7.287	7.325	7.463	7.597	50.960
TOTAL	20.940	21.546	21.904	22.103	22.596	23.434	23.910	156.433
PROMEDIO	6.980	7.182	7.301	7.368	7.532	7.811	7.970	

ANVA de la variación de humedad de la chancaca almacenada a 100% de HR

FUENTE DE V	GL	S.C.	CM.	FC.	FT.	Significancia
EMPAQUE	2	2.481	1.2405	10.214839	3.89	**
TRATAMIENTO	6	2.188	0.3646	3.0026724	3	*
E. EXP.	12	1.46	0.1214			
TOTAL	20	6.126	1.727	13.218	6.89	

EMPAQUE	VARIACIÓN DE LA HUMEDAD							TOTAL
	Días de almacenamiento de la chancaca a 87% HR							
	0	15	30	45	60	75	90	
CELOFAN	6.980	7.314	7.542	7.678	7.953	8.244	8.331	54.042
POLIETILENO	6.980	7.054	7.085	7.106	7.158	7.173	7.257	49.813
POLIPROPILENO	6.980	7.081	7.097	7.158	7.292	7.363	7.442	50.413
TOTAL	20.940	21.449	21.724	21.942	22.403	22.780	23.030	154.268
PROMEDIO	6.980	7.150	7.241	7.314	7.468	7.593	7.677	

ANVA de la variación de humedad de la chancaca almacenada a 87% de HR

FUENTE DE V	GL	S.C.	CM.	FC.	FT.	Significancia
EMPAQUE	2	1.496	0.7480	16.15817	3.89	**
TRATAMIENTO	6	1.109	0.1849	3.994409	3	**
E. EXP.	12	0.56	0.0463			
TOTAL	20	3.161	0.979	20.153	6.89	

EMPAQUE	VARIACIÓN DE LA HUMEDAD							TOTAL
	Días de almacenamiento de la chancaca a 75% HR							
	0	15	30	45	60	75	90	
CELOFÁN	6.980	6.996	7.105	7.107	7.107	7.185	7.205	49.685
POLIETILENO	6.980	6.980	6.980	6.980	6.982	6.986	6.998	48.886
POLIPROPILENO	6.980	6.985	6.990	7.003	7.005	7.045	7.089	49.097
TOTAL	20.940	20.961	21.075	21.090	21.094	21.216	21.292	147.668
PROMEDIO	6.980	6.987	7.025	7.030	7.031	7.072	7.097	

ANVA de la variación de humedad de la chancaca almacenada a 75% de HR

FUENTE DE V	GL	S.C.	CM.	FC.	FT.	Significancia
EMPAQUE	2	0.049	0.0245	13.8417	3.89	**
TRATAMIENTO	6	0.032	0.0053	3.00961	3	**
E. EXP.	12	0.02	0.0018			
TOTAL	20	0.102	0.032	16.851	6.89	

EMPAQUE	VARIACIÓN DE LA HUMEDAD							TOTAL
	Días de almacenamiento de la chancaca a 64% HR							
	0	15	30	45	60	75	90	
CELOFAN	6.980	6.979	6.979	6.977	6.976	6.975	6.975	48.841
POLIETILENO	6.980	6.980	6.980	6.980	6.980	6.980	6.979	48.859
POLIPROPILENO	6.980	6.980	6.980	6.979	6.979	6.978	6.977	48.853
TOTAL	20.940	20.939	20.939	20.936	20.935	20.933	20.931	146.553
PROMEDIO	6.980	6.980	6.980	6.979	6.978	6.978	6.977	

ANVA de la variación de humedad de la chancaca almacenada a 64% de HR

FUENTE DE V	GL	S.C.	CM.	FC.	FT.	Significancia
EMPAQUE	2	0.00002400	0.00001200	12.706	3.89	**
TRATAMIENTO	6	0.00002295	0.00000383	4.0504	3	**
E. EXP.	12	0.00001133	0.00000094			
TOTAL	20	0.00005829	0.00001677	16.756	6.89	

ANEXO 10
TABLA DE COMPARACIÓN DE COLORES

Chroma.—Degree of freedom from white light; purity; intensity or fullness of color.

Luminosity.—Degree of brightness or clearness. "The relative luminosity of the spectrum colors is as follows: [Yellow (brightest)?], orange yellow, orange, greenish-yellow, yellow-green, and green; orange-red, red and blue (equal); violet-blue, blue-violet, violet."

Warm Colors.—The colors nearer the red end of the spectrum or those of longer wave-lengths (red, orange, and yellow, and connecting hues) "and combinations in which they predominate."†

Cool, or Cold, Colors.—The colors nearer the violet end of the spectrum or those of shorter wave-length, especially blue and green-blue. "But it is, perhaps, questionable whether green and violet may be termed either warm or cool."

Complementary Color.—"As white light is the sum of all color, if we take from white light a given color the remaining color is the complement of the given color." When any two colors or hues which when combined in proper proportion on the color-wheel produce, by rotation, neutral gray, these two colors each represent the complementary of the other.

Constants of Color.—The constants of color are numbers which measure (1) the wave-length, (2) the chroma, and (3) the luminosity.

In addition to the terms defined above there are many others, for which the reader is referred to the chapter on "Color Definitions" on pages 23-30 of Milton Bradley's excellent and most useful book "Elementary Color."

*Rood: Modern Chromatics, p. 34.

With the single exception of Vanderpoel (Color Problems, p. 28, plates 3, 4, where yellow is given first in order of luminosity) all authorities on color-physics that I have been able to consult very singularly ignore yellow entirely in their treatment of the subject of luminosity.

†All quotations here are from Milton Bradley's "Elementary Color," except where otherwise noted.

TABLE OF PERCENTAGES OF COMPONENT COLORS IN THE CONNECTING HUES OF THE CHROMATIC SCALE.

The following table shows the relative percentages, in color-wheel measurement, of the two components in each of the hues connecting adjacent pairs of the six spectrum colors as represented on the original Plates of this work; together with an equal number of exact intermediates (not shown on the Plates), the latter in lower-case type and not indicated by symbols.

Number.	Color.	Red.	Orange.	Yellow.	Green.	Blue.	Violet.	Wave-length. ¹
1	Red	100						644
2		90	10					
3	O-R	80	20					
4		70	30					
5	OO-R	60	40					
6		50	50					
7	R-O	40	60					
8		30	70					
9	OR-O	20	80					
10		10	90					
11	Orange		100					598
12			96	4				
13	OY-O		91	9				
14			86	14				
15	Y-O		80	20				
16			73.5	26.5				
17	O-Y		65	35				
18			56.5	43.5				
19	YO-Y		47	53				
20			36.5	63.5				
21	O-YY		25	75				577
22			13.5	86.5				
23	Yellow			100				
24				87	13			
25	YG-Y			75	25			
26				64	36			
27	G-Y			55	45			
28				46	54			
29	GG-Y			39	61			
30				31	69			

¹ As determined by Dr. P. G. Nutting, Associate Physicist, U. S. Bureau of Standards.

TABLE OF PERCENTAGES—Continued.

Number	Color	Red.	Orange	Yellow.	Green.	Blue.	Violet.	Wave-length ¹
31	Y-G			24	76			
32				17	83			
33	GY-G			11	89			
34				6	94			
35	Green				100			520
36					96.5	3.5		
37	GB-G				93	7		
38					90	10		
39	B-G				85	15		
40					81	19		
41	BB-G				75	25		
42					69	31		
43	G-B				61	39		
44					54	46		
45	BG-B				45	55		
46					36	64		
47	G-BB				25	75		
48					13	87		
49	Blue					100		473
50						84	16	
51	BV-B					72	28	
52						64	36	
53	V-B					54	46	
54						47	53	
55	B-V					40	60	
56						32	68	
57	VB-V					22	78	
58						12	88	
59	Violet						100	410
60		3					97	
61	VR-V	7					93	
62		11					89	
63	R-V	18					82	
64		24					76	
65	RR-V	33					67	
66		41					59	
67	V-R	52					48	
68		64					36	
69	RV-R	74					26	
70		83					17	
71	V-RR	90					10	
72		95.5					4.5	

¹ As determined by Dr. P. G. Nutting, Associate Physicist, U. S. Bureau of Standards.

TABLE SHOWING PERCENTAGE OF WHITE AND BLACK, RESPECTIVELY, IN EACH TONE OF THE TONE OR LUMINOSITY SCALES.

All of the vertical scales in the original Plates of this work (the scale of carbon grays alone excepted) contain the following percentages by color-wheel measurement:

TONE.	PERCENTAGES.		
	White.	Color.	Black.
(White)	100		
(g)	70	30	
f	45	55	
(e)	32	68	
d	22.5	77.5	
(c)	15	85	
b	9.5	90.5	
(a)	5	95	
(Full Color)		100	
(h)		64	26
i		55	45
(j)		41	59
k		29.5	70.5
(l)		20	80
m		12.5	87.5
(n)		6	94
(Black)			100

One of the most serious difficulties encountered in the preparation of the Plates of this work was the apparent impracticability of reproducing satisfactory shades of pure colors. This originated in the fact that there seems to be no substance (pigment, dye, or fabric) which represents a true black, all reflecting more or less of white light, and consequently producing shades which are dull

Plate III

13. 0Y-O.

15. Y-O.

17. 0-Y.



f

Capucine Buff

Pale Yellow-Orange

Pale Orange-Yellow

d

Capucine Orange

*Orange-Buff

Orange Yellow

b

Mikado Orange

Capucine Yellow

*Deep Chrome

*Cadmium Orange

*Orange

*Cadmium Yellow

i

Xanthine Orange

Mars Yellow

*Raw Sienna

k



Amber Brown



Sudan Brown



Antique Brown

m



Argus Brown



Brussels Brown



*Raw Umber



Plate XXX

19". YO-Y.

21". O-YY.

23". YELLOW



f

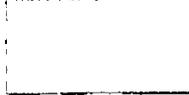


Cartridge Buff

Ivory Yellow

Marguerite Yellow

d



Cream-Buff

Colonial Buff

*Primrose Yellow

b



Chamois

Deep Colonial Buff

Reed Yellow

Honey Yellow

Olive-Ocher

*Olive-Yellow

i



Isabella Color

Ecri-Olive

Light Yellowish Olive

k



Light Brownish Olive

Buffy Olive

Yellowish Olive

m



Brownish Olive

*Olive

Dark Greenish Olive

