

**ESTUDIO TÉCNICO-ECONÓMICO PRELIMINAR PARA EL MONTAJE DE UNA
PLANTA PROCESADORA DE CACAO Y ANÁLISIS DE TEMPERATURA Y
TIEMPO DE CONCHADO PARA LA OBTENCIÓN DE COBERTURA DE
CHOCOLATE FINO 60% CACAO**

**KATHLEEN JIHOBANNA GUERRA PARRA
ALEXANDRA SALCEDO LÓPEZ**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISCOQUÍMICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA
BUCARAMANGA**

2010

**ESTUDIO TÉCNICO-ECONÓMICO PRELIMINAR PARA EL MONTAJE DE UNA
PLANTA PROCESADORA DE CACAO Y ANÁLISIS DE TEMPERATURA Y
TIEMPO DE CONCHADO PARA LA OBTENCIÓN DE COBERTURA DE
CHOCOLATE FINO 60% CACAO**

**KATHLEEN JIHOBANNA GUERRA PARRA
ALEXANDRA SALCEDO LÓPEZ**

Trabajo de grado para obtener el título de Ingeniero Químico

Director

CRISTIAN BLANCO TIRADO

Químico, Ph.D.

Codirector

LILIANA HERNÁNDEZ

Ingeniera Química

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISCOQUÍMICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA
BUCARAMANGA**

2010

Dedicatoria

A Dios Padre Celestial por guiar mis pasos y permitir que alcanzara mis metas, a mis padres Robinson y Edilma por dar lo mejor de sí mismos para mi formación individual e intelectual, a mi abuela Maria A. por brindarme apoyo y comprensión, a mis hermanas Kerlyn, Karelyn y Kennys por dar amor y sentido a mi vida.

A Luis y Alexandra por estar junto a mí, ser amigos y familia a la vez, por soportar mis defectos, darme alegría y sobre todo por entenderme.

A mi familia, amigos y todas aquellas personas que han estado allí para apoyarme, dar una voz de aliento en los momentos difíciles y han aportado en mi evolución como persona y profesional.

A todas las personas que hicieron posible este proyecto y que colaboraron con el propósito.

Kathleen

Dedicatoria

A Dios todopoderoso por haberme guiado y sostenido en esta etapa importante vivida de mi carrera, que colocó en mi camino una persona que con su consejo ayudó para que tomara la mejor decisión, a mis padres Samuel y María que con su amor y dedicación me dieron la confianza suficiente para no desfallecer en este proyecto de vida, que con su voz de aliento siempre lograron que confiara en mi misma y que podía sacar adelante mi carrera, a mi hermano Samuel que con sus sermones siempre lograba que recapacitara acerca de las situaciones vividas, a mi familia, que siempre confió en mí hasta el final, a mi mejor amiga Kathleen que siempre ha estado junto a mí para apoyarme, que con sus palabras lograba que tuviera una mejor visión de la vida y que con sus locuras lograba sacar una sonrisa de mi rostro.

A todas las persona que hicieron posible este proyecto y que colaboraron con el propósito.

Alexandra

Agradecimientos

Al director del proyecto Cristian Blanco por colaborar, orientar y dar dirección a nuestro pensamiento y conocimiento.

A la codirectora Liliana Hernández, por su esmero y colaboración para con nosotras, en la corrección y asesoría de este proyecto.

A Eduardo Carreño, Aidé Perea, Guillermo Acero y Fabio Aransazu (Fedecacao) por su disposición en ayudar y asesorar la etapa experimental de este propósito.

Por último nuestros agradecimientos a Coopecafenor por facilitar la materia prima y al Ingeniero Diego Bohórquez de Café y chocolate Colosal, por su colaboración, asesoría y préstamo del servicio de molienda de nuestro cacao.

A todas las personas que hicieron posible este proyecto y que colaboraron con el propósito.

Muchas gracias a todos, Kathleen y Alexandra

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	1
1. GENERALIDADES	2
1.1 EL CACAO Y CHOCOLATE	2
2. ESTUDIO DE MERCADO	3
2.1 PRODUCCIÓN MUNDIAL DEL CACAO	3
2.1.1 Oferta y demanda mundial de cacao.	3
2.2 PRODUCCIÓN NACIONAL DEL CACAO	4
2.2.1 Municipios productores de cacao en la región santandereana.	4
2.3 PANORAMA MUNDIAL DEL CHOCOLATE.....	5
2.3.1 Industrias procesadoras, fabricantes de chocolates y confitería.	5
2.3.2 Consumo per cápita.....	6
2.4 INDUSTRIAS COLOMBIANAS	6
2.4.1 Consumo per cápita.	7
2.5 CACAO FINO Y DE AROMA	7
2.5.1 Precios cacao fino en Colombia.	7
2.6 ANÁLISIS DE LA COMPETENCIA	8
3. ESTUDIO TÉCNICO	9
3.1 PROCESO INDUSTRIAL.....	9
3.2 NECESIDADES Y REQUERIMIENTOS.....	9
3.2.1 Descripción del proceso.	9
3.2.2 Equipos.....	12
3.2.3 Balance de masa y energía.	12
3.2.4 Distribución de la planta.	14

3.2.5 Localización de la planta	14
4. ESTUDIO ADMINISTRATIVO	15
4.1 PERFIL EMPRESARIAL	
4.1.1 Visión.....	15
4.1.2 Misión.....	15
4.1.3 Objetivo.....	15
4.2 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL	16
5. ESTUDIO FINANCIERO.....	16
5.1 INVERSIÓN	16
5.1.1 Activos fijos.	
5.1.2 Costos de producción.	16
5.1.3 Gastos.	16
5.2 COSTOS	17
6. DISEÑO EXPERIMENTAL PARA LA OBTENCIÓN DE LA COBERTURA DE CHOCOLATE	17
6.1.1 Licor de cacao.....	18
6.1.2 Manteca de cacao.....	18
6.1.4 Emulsificantes (Lecitina).	19
6.2 CARACTERIZACIÓN DEL LICOR DE CACAO.....	19
6.2.1 Análisis bromatológico.	19
6.3 DISEÑO EXPERIMENTAL.....	19
6.3.1 Variables.	19
6.4 DISEÑO DEL PROCESO	20
6.4.1 Proceso de obtención de chocolatina fina.	20
6.4.2 Proceso experimental.	20
6.5 CARACTERIZACIÓN DE LA COBERTURA	22
7. RESULTADOS.....	23
7.1 CARACTERIZACIÓN DE LA MATERIA PRIMA.....	23
7.1.1 Análisis bromatológico (Proximal).	23
7.3 CARACTERIZACIÓN DE LA COBERTURA	25

7.3.1 Análisis Físicoquímico.....	25
7.3.2 Análisis Sensorial.....	25
BIBLIOGRAFÍA.....	27
ANEXOS	33

LISTADO DE TABLAS

	pág.
Tabla 1: Balance de Masa.....	13
Tabla 2: Balance de Energía.....	14
Tabla 3: Desarrollo-Diseño del Proceso.....	20

LISTADO DE FIGURAS

	pág.
Diagrama 1: Demanda Mundial del Grano de Cacao	4
Diagrama 2: Ubicación- Producción de Cacao en el Dep.de Santander	5
Diagrama 3: Industrias Procesadoras de Chocolate y Confites	6
Diagrama 4: Diagrama del Proceso.....	11

LISTADO DE ANEXOS

	pág.
Anexo A. Características y especificaciones del teobroma cacao.....	34
Anexo B. Variedades de cacao	35
Anexo C. Clones presentes en Colombia	36
Anexo D. Composición grano de cacao y aporte nutricional del chocolate ..	37
Anexo E. Principales productores de cacao por continentes	39
Anexo F. Producción nacional de cacao.....	41
Anexo G. Consumo per cápita	42
Anexo H. Demanda del cacao 2007-2008	43
Anexo I. Norma Técnica Colombiana NTC 1252 (2003).....	46
Anexo J. Especificaciones de los equipos	48
Anexo K. Balance de masa y energía	50
Anexo L. Distribución de planta	60
Anexo M. Localización de la planta.....	61
Anexo N. Estructura Organizacional <i>XOCOLATL S.A.</i>	62
Anexo Ñ. Gastos	63
Anexo P. Costo energía de la empresa	64
Anexo Q. Costos	65
Anexo R. Ingredientes y equipos utilizados en laboratorio	69
Anexo S. Análisis bromatológico	

Anexo T. Obtención licor de cacao y cobertura de chocolate.....	77
Anexo U. Proceso experimental.....	78
Anexo V. Equipos del análisis fisicoquímico	79
Anexo W. Punto de fusión-cobertura de chocolate	80
Anexo X. Viscosidad-cobertura de chocolate.....	81
Anexo Y. Tamaño de partícula	103
Anexo Z. Análisis sensorial de muestras de cobertura de chocolate.....	113

RESUMEN

TITULO:

ESTUDIO TÉCNICO-ECONÓMICO PRELIMINAR PARA EL MONTAJE DE UNA PLANTA PROCESADORA DE CACAO Y ANÁLISIS DE TEMPERATURA Y TIEMPO DE CONCHADO PARA LA OBTENCIÓN DE COBERTURA DE CHOCOLATE FINO 60% CACAO*

AUTORES:

Kathleen Jihobanna Guerra Parra
Alexandra Salcedo López**

PALABRAS CLAVES:

Cacao, licor de cacao, manteca de cacao, cobertura de chocolate, chocolate fino, estudio técnico, análisis experimental y evaluación económica.

CONTENIDO:

El presente trabajo se compone de siete capítulos que exponen los pasos tenidos en cuenta para el desarrollo del montaje de una planta, y análisis el proceso de conchado considerado una etapa influyente en la presentación final del producto.

El primer capítulo muestra al Theobroma cacao como materia prima principal del procesamiento para la elaboración de la cobertura de chocolate y su valor nutritivo, seguido del segundo capítulo que expone la producción mundial, nacional, competencia, demanda y oferta del cacao y el chocolate, definiendo así la capacidad de la planta. En el tercer capítulo se explica el proceso de transformación de la almendra, especificaciones de los equipos requeridos, balances de masa y energía, localización y distribución de la planta. Los capítulos cuarto y quinto presentan a XOCOLATL como sociedad anónima con su estructura organizacional, terminando con la inversión inicial para la producción de la planta.

Por último el capítulo seis y siete describen el proceso de elaboración de cobertura de chocolate con un contenido del 60% en cacao y analiza las muestras del producto final realizadas a escala laboratorio, con el fin de observar los posibles cambios presentes en la cobertura al manipular variables como la temperatura y tiempo de conchado.

* Trabajo de grado para obtener el título de Ingeniero Químico

** Facultad de Físico-Químicas. Escuela de Ingeniería Química. Director: P.h.D Cristian Blanco Tirado.
Codirectora: Liliana Hernández

SUMMARY

TITLE:

PRELIMINARY TECHNICAL AND ECONOMIC STUDY FOR THE ASSEMBLY OF A CO PROCESSING PLANT AND TEMPERATURE-TIME ANALYSIS OF SHELLS IN ORDER OBTAIN COVERAGE OF 60% CACAO FINE CHOCOLATE.

AUTORES:

Kathleen Jihobanna Guerra Parra
Alexandra Salcedo López**

KEY WORDS

Cocoa, cocoa liquor, cocoa butter, fine chocolate, technical study, experimental analysis and economic evaluation.

CONTENTS:

This work consists of seven chapters outline the steps taken into account in the development of assembly of a plant, and analyzes the process of conching stage considered influential in the final presentation of the product.

The first chapter shows the Theobroma cacao main feedstock for the production processing of the chocolate coating and its nutritional value, followed by the second chapter that exposes the world production, national, competition, demand and supply of cocoa and chocolate, defining the capacity of the plant. In the third chapter explains the transformation of almond, required equipment specifications, mass and energy balances, location and plant layout. The fourth and fifth chapters Xocolatl presented as a corporation with its organizational structure, ending with the initial investment for the production of the plant.

Finally, the chapters six and seven describe the process of making chocolate coating containing 60% cocoa and analyzes samples of the final product made at laboratory scale, in order to monitor potential changes in coverage present when handling variables such as temperature and time of shell.

* Pre-graduate work.

**College of Physical-Chemical Engineerings. School of Chemical Engineering
Director: PhD. Cristian Blanco Tirado. Codirector: Liliana Hernández

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, en el proceso de transformación del cacao se hace investigación desde el momento de la siembra, pasando por la conversión de la materia prima y llegando al diseño del producto final, con el fin de mantener una alta calidad.

El proceso de transformación, tiene factores que afectan dicha calidad del producto (cobertura de chocolate), ya sea en su aroma, color, consistencia, textura o punto de fusión. Con base en lo anterior, el presente estudio pretende analizar uno de las etapas que mayor influyen en la presentación final de la cobertura: el conchado.

Los cacaos a usar en el estudio son propios de la región esto con el fin de diseñar el montaje de una planta procesadora de cacao para la elaboración de coberturas de chocolate fino y obtener un producto de calidad hecho con materia prima de nuestro departamento.

Conocida la demanda que tiene estos productos a nivel nacional e internacional y recordando que Colombia es considerada uno de los países que produce cacao fino, se pretende ejecutar adicionalmente una evaluación técnico-económico preliminar para su desarrollo en el departamento.

1. GENERALIDADES

1.1 EL CACAO Y CHOCOLATE

EL cacao o Teobroma Cacao L. (Ver **Anexo A**) considerado por los mayas como el “alimento de los dioses”. Por su característica revitalizante, incentivo al hombre a manipular y transformar su fruto para la elaboración de un alimento, el cual ha venido evolucionado a través del tiempo permitiendo el desarrollo de la cadena productiva del cacao y dando origen a nuevas presentaciones como son: el chocolate de mesa, la cocoa, el licor de cacao, la manteca de cacao y las coberturas de chocolate.

La planta de cacao se clasifica en tres tipos: el criollo, forastero y trinitario (Ver **Anexo B**), que por sus propiedades son usados en campos, como el cosmético y alimenticio.

En Colombia, “el cultivo de cacao se desarrolla con base en materiales genéticos (Ver **Anexo C**) híbridos por cruzamiento entre clones trinitarios y amazónicos y en buena proporción, hijos de híbridos, donde el 30% de la superficie cacaotera está sembrada con materiales comunes y el 67% con híbridos y el 3% con clones”¹.

1.1.1 Composición y valor nutritivo del cacao y el chocolate. “El cacao y el chocolate son ricos en hidratos de carbono y grasa; estos aportan energía al organismo sin aumentar el riesgo de colesterol en la sangre, minerales y vitaminas, entre los componentes no nutritivos se encuentran: la teobromina y cafeína que actúan como estimulante y los polifenoles (antioxidantes) que

¹ ESPINAL, Carlos; MARTÍNEZ Y BELTRÁN. La cadena del cacao en Colombia: Documento del trabajo N° 92. UNA MIRADA GLOBAL DE SU ESTRUCTURA Y DINÁMICA 1999-2005. AGROCADENAS. Colombia 2005. p.6

previene la aparición de enfermedades y activan las defensas del organismo”².
(Ver **Anexo D**)

2. ESTUDIO DE MERCADO

2.1 PRODUCCIÓN MUNDIAL DEL CACAO

Entre los productos más demandados, “el cacao ocupa el tercer puesto después del azúcar y el café a nivel mundial, del cual existe una amplia variedad de granos, como el cacao clásico que representa el 95% y el cacao fino o aromático que representa el 5% de la producción mundial”³. Su producción se concentra principalmente en países tropicales de África, Asia y América; siendo África el continente de mayor producción con un 72%. En el **anexo E** se muestra la participación de cada continente con respecto a la producción mundial del grano.

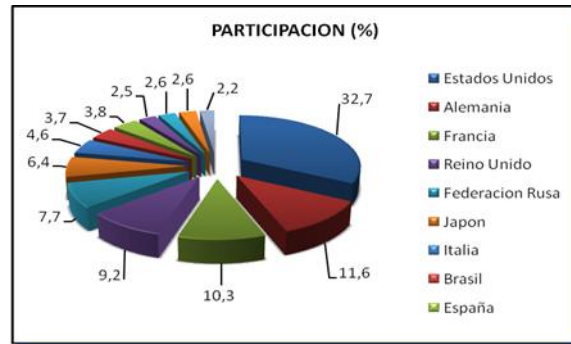
2.1.1 Oferta y demanda mundial de cacao. Entre los años 2003-2008 la producción mundial de cacao se concentró en un 90% entre los países: Costa de Marfil, Ghana, Nigeria, Indonesia, Nueva Guinea y Malasia, Brasil, Ecuador, México y Colombia.

Así mismo el consumo de cacao en promedio desde el 2003 hasta la fecha ha estado a cargo del continente europeo con un 59% del mercado mundial, seguido de América, Asia y África con una participación del 22%, 18.6% y 0.42% respectivamente. En el **diagrama 1** se muestra la demanda mundial del cacao.

² VALENZUELA, Alfonso. El chocolate, un placer saludable: Revista Chilena de nutrición. Vol.34, no 3(sep.2007).

³ <http://www.finagro.com.co/html/cache/gallery/GC-8/G-11/cacao.pdf>

Diagrama 1. Demanda mundial del grano de cacao



Fuente: Boletín Estadísticas ICCO V

2.2 PRODUCCIÓN NACIONAL DEL CACAO

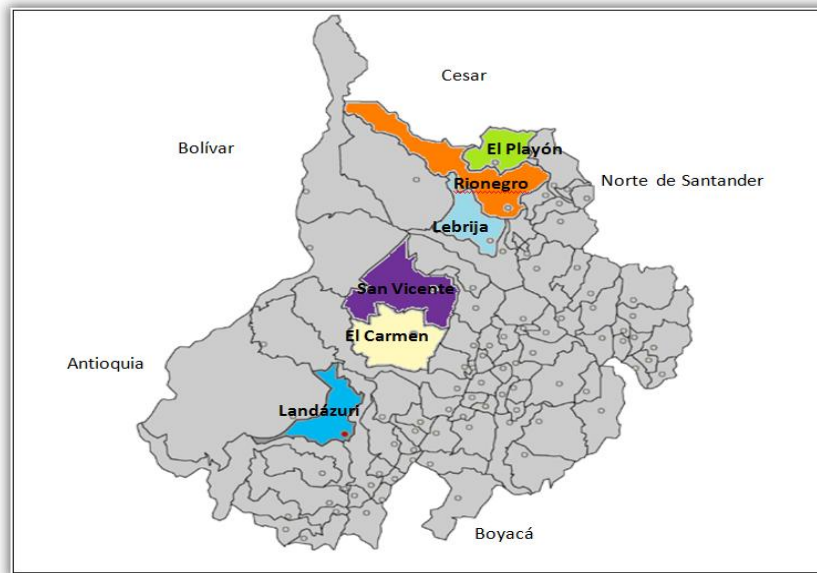
En Colombia, “la oferta de cacao es menor que la demanda, análogo a la situación que se presenta en el mercado internacional; ya que la industria de chocolates demanda toda la producción de cacao”⁴. Por esta causa en los últimos años la industria ha tenido que recurrir a la importación del grano debido al descenso que ha presentado la producción nacional. La explicación a dicha situación es el resultado del envejecimiento de los cultivos, la falta de mejoramiento genético, la presencia de plagas y enfermedades y la falta de capacitación (transferencia de tecnológica). En el **anexo F** se presenta el registro de la producción nacional de cacao entre los años 2000 y 2008. De estos datos se destaca que la producción registrada en el año 2008 alcanzó las 37718 toneladas, superando la producción del año anterior en 4236 ton y se reporta una producción aproximadamente entre 33482 y 37718 toneladas con un área de cultivo de 120000 hectáreas.

2.2.1 Municipios productores de cacao en la región santandereana. En Colombia el cacao se cultiva en 4 zonas agroecológicas: montaña Santandereana, Valles interandinos secos, Bosques húmedos y la zona Cafetera marginal baja. La

⁴ ARANGO, Sol Beatriz. El cacao, una apuesta ganadora para los pequeños productores. Compañía Nacional de Chocolates, p. 38-45.

zona de interés en este documento es la zona montañosa Santandereana, que comprende los departamentos de Norte de Santander y Santander, donde se encuentran municipios como Landázuri, Rio Negro, El Playón, El Carmen, San Vicente de Chucuri y Lebrija. En el **diagrama 2** se muestra la ubicación geográfica de la zona cacaotera en el departamento de Santander.

Diagrama 2. Ubicación- producción de cacao en el Dep.de Santander



Fuente: CORPOICA

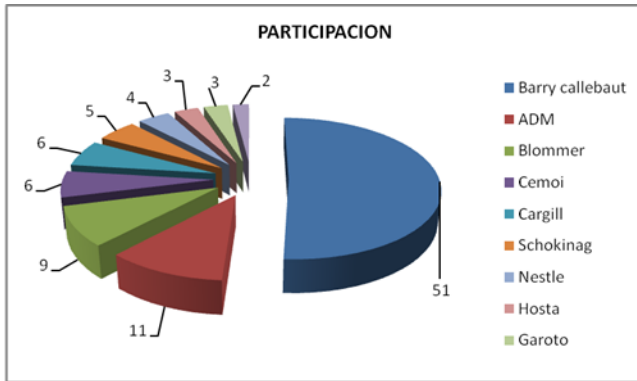
2.3 PANORAMA MUNDIAL DEL CHOCOLATE

El comercio de chocolates se concentra principalmente en países desarrollados, constituyéndose en grandes productores y consumidores de estos productos. Aunque el 90% de la oferta está distribuida en 24 países, entre los cuales también se encuentran países en desarrollo como Brasil con el puesto 16, en su mayoría los principales exportadores pertenecen a Europa, en particular a la Unión Europea, con un 55% de las exportaciones mundiales.

2.3.1 Industrias procesadoras, fabricantes de chocolates y confitería. Entre las empresas productoras de chocolate y confites se encuentran Barry Callebaut,

Archer Daniels Midland y Cargill, Blommer Chocolate Co, Cemoi, Schokinag Schokolade–Industrie, Guttard, Nestlé y World’s Finestchocolat, ubicadas en los países mencionados anteriormente, siendo la empresa líder Barry Callebaut con un 51% de participación del mercado (Ver **Diagrama 3**).

Diagrama 3. Industrias procesadoras de chocolate y confites



Fuente: Caracterización Subsector Cacao y Chocolates. SENA

2.3.2 Consumo per cápita. El consumo per cápita por continentes se registró de manera descendente con (1.98 Kg) en Europa, América (1,3 Kg), Asia y Oceanía (0,11 Kg) y África con (0.14 Kg) (Ver **Anexo G**).

2.4 INDUSTRIAS COLOMBIANAS

En Colombia la producción de cacao es tomada en un alto porcentaje por dos grandes empresas procesadoras y productoras de chocolates y confitería; “Entre estas: Casa Luker con productos semielaborados y chocolate de mesa y la Compañía Nacional de Chocolates, la más representativa en dicho mercado, por el procesamiento de 18000 ton anuales”⁵. Estas obtienen inicialmente productos semielaborados (manteca de cacao, torta de cacao y polvo de cacao) que representan el 32%, y en una segunda etapa fabrican chocolates de mesa y una

⁵ BENITES, Álvaro. Caracterización Ocupacional Subsector Cacao y Chocolates. Bucaramanga, 2007

amplia gama de artículos de confitería a base de chocolate con una participación del 55%.

2.4.1 Consumo per cápita. El consumo per cápita de los colombianos alcanza un promedio 450 gramos al año, frente a países como Argentina, con un consumo de 1,9 kilos; Chile, con 1 kg por persona al año o Brasil, con 800 gramos. Y se ubica lejos de Estados Unidos, con un consumo de 5 kilos o Suiza, con 12 kilos al año.

2.5 CACAO FINO Y DE AROMA

El mercado mundial posee dos clasificaciones para los granos de cacao; la primera de ellas es la de los granos utilizados para la obtención de productos de gran contenido de materia prima, esta clasificación es la de los granos llamados cacaos corrientes “*Basic beans*” ó “*Bulkbeans*”; en segundo lugar encontramos la clasificación que comprende los granos de características específicas de sabor, aroma y color; estos son los llamados cacaos finos ó “*Flavourbeans*”, los cuales son utilizados para la elaboración de coberturas de chocolate, chocolates finos, y obtención de otros subproductos que son utilizados en la elaboración de diversos alimentos y bebidas a base de cacao; el mercado para este tipo de cacao es pequeño, separado y muy especializado ya que posee sus propias características de oferta y demanda.

Según la clasificación dada por la (ICCO) Organización Internacional del cacao la cual reconoce 17 países productores de cacao fino en el mundo; “Colombia es un país 100% productor de cacao fino y de aroma ya que su producción encierra cacao trinitario y clones originarios del mismo”⁶.

2.5.1 Precios cacao fino en Colombia. Históricamente los precios de cacao fino han superado el comportamiento de los granos ordinarios; en general el

⁶ Unión temporal cacao de Colombia uno. FEDECACAO-CORPOICA.2009

sobrepeso depende del posicionamiento del producto, por la variabilidad de granos existentes.

Sin embargo, el cacao fino y de aroma tiene tendencias de cotización altas en los periodos en donde los precios de cacao presentan descenso; y experimenta pequeñas diferencias en los periodos de alza del producto.

2.6 ANÁLISIS DE LA COMPETENCIA

En Colombia, productos como el chocolate, chocolatinas y otros productos similares están diseñados de acuerdo con las necesidades del mercado interno, razón por la cual el chocolate de mesa es el producto más importante de todas las compañías del sector debido a su alta demanda, además de ser el producto principal de la pequeña y mediana industria.

Sin embargo el mercado de chocolates en Colombia está en transformación, los cambios son evidentes, pues en los últimos años el ingreso de otras presentaciones, como los chocolates grajeados, macizos o tipo bombón, han cambiado la estructura del mercado. “Aunque el líder sigue siendo Nacional de Chocolates, con el 62,7% de participación, hoy tienen una tajada importante compañías como Colombina con el 8,8%; Ferrero Rocher con el 7,2% y Mars con el 4,4%; además de las empresas mencionadas anteriormente, se encuentran otras compañías que incursionan en menor medida, aunque en especial en el área de la confitería como son: comestibles Ítalo y Triunfo”⁷.

En el **anexo H**, se encuentran la demanda del cacao por parte de las industrias procesadoras de chocolates para los años 2007 - 2008 con las principales

⁷ FEDECACAO-CORPOICA.2009

compañías exportadoras del grano en Colombia y su respectiva ubicación por departamentos.

3. ESTUDIO TÉCNICO

En el presente estudio se expondrá la descripción del proceso para la elaboración de la cobertura de chocolate y su diagrama general. Se mostrará adicionalmente los balances de masa y energía, las especificaciones de los equipos, la distribución y localización de la planta.

3.1 PROCESO INDUSTRIAL

A nivel industrial, el procesamiento de cacao comprende tres fases:

- **Fase 1:** Se refiere a la fase sucia, se aplica la limpieza, tostado, descascarillado y molienda.
- **Fase 2:** Esta fase consiste en la producción y refinamiento de los productos semielaborados (licor de cacao y manteca de cacao), y finales (cobertura de chocolate), aplicando procesos de prensado, mezclado, conchado, y atemperado.
- **Fase 3:** Esta última fase consiste en moldeado y empacado del producto final⁸.

3.2 NECESIDADES Y REQUERIMIENTOS

Se describen los elementos necesarios para el montaje de una planta productora de cobertura de chocolates finos.

3.2.1 Descripción del proceso. Para la ejecución del proyecto se tomo en cuenta el proceso productivo de la planta piloto Sena-Guatiguará; este consiste en

⁸ NETZSCH. A chocolate revolution in the making. [http://www.chocoeasy.com/admin/userfiles/file/PDF%20Articles/chocolate_revolution.pdf], Exton, USA, 2006.

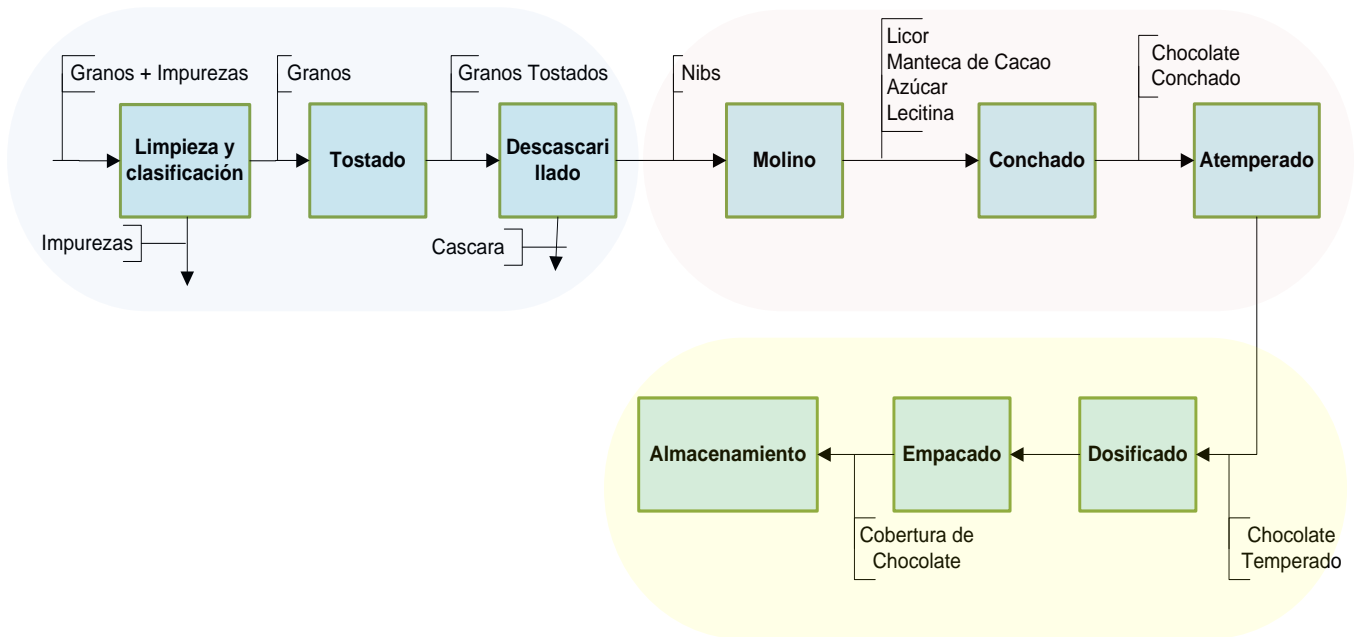
la transformación del grano de cacao en productos semielaborados (licor, manteca y polvo de cacao) y finales (cobertura de chocolate) en este caso chocolate con alto contenido de cacao (60% de licor).

El objetivo de esta planta es la de aprovechar la materia prima que se tiene en nuestro departamento, y con ello darle la certificación de origen Santandereano, para la comercialización de chocolates finos, apetecidos en el mercado internacional.

Como tal, la planta se dividirá en tres etapas como se muestra en el **diagrama 4:**
Primera etapa: Limpieza y clasificación del grano hasta la obtención de almendras.
Segunda etapa: Refinación del chocolate.
Tercera etapa: Dosificación y empaçado del producto final.

Antes de comenzar el proceso del cacao es necesario tener en cuenta que el grano este bien empaçado y almacenado en un lugar bien ventilado, libre de humedad y de malos olores cumpliendo con las normas (Norma Técnica Colombiana NTC 1252).(Ver **Anexo I**).

Diagrama 4. Diagrama del proceso



Fuente: Planta Piloto

Tabla 1. Características del proceso

Proceso	Características
<i>Limpieza y Clasificación</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Eliminación de impurezas gruesas, dejando pasar las habas de cacao. • Retención de habas y eliminación de impurezas más finas.
<i>Tostado</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Obtención del aroma y sabor optimo. • Disminución del contenido de humedad y reducción de la dureza de la almendra para facilitar la trituration del grano.
<i>Descascariillado</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Remoción de la cubierta, arenilla y almendras, con la ayuda de un ciclón.

<i>Molienda</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Producción del licor de cacao.
<i>Conchado y Mezclado</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Obtención de la uniformidad y desarrollo del sabor agradable en la cobertura de chocolate, mediante el mezclado, agitación y aireación del chocolate caliente • Eliminación de sustancias volátiles responsables de sabores agrios.
<i>Atemperado</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Formación estable de los cristales de la manteca de cacao (estabilidad física), por medio de cambios de temperatura y agitación.

3.2.2 Equipos. La tecnología necesaria para la elaboración de la cobertura de chocolate con alto contenido de cacao es:

- Limpiadora y clasificadora
- Tostadora
- Descascarilladora
- Molino
- Conchadora
- Atemperadora
- Equipos de moldeado y grajeado

Los criterios técnicos y especificaciones de la maquinaria se muestran en el **anexo J**.

3.2.3 Balance de masa y energía. Para la estimación de los balances de masa y energía se asume como base de cálculo una capacidad de planta de 281

toneladas anuales; que corresponden al 2% del mercado local (Santander con 18000 ton) de a la pequeña y mediana empresa.

Adicionalmente los datos tomados de la literatura sobre composición del cacao, sus derivados y datos reales obtenidos en el laboratorio son presentados en el **anexo K**. En la siguiente tabla se muestran los resultados de los balances de masa y energía.

Tabla 2. Balance de masa

Equipos	Masa de entrada(Kg)	Masa de salida(Kg)
Limpiadora y clasificadora	192,5	184,8
Tostadora	184,8	177,37
Descascarilladora	177,37	159
Molino	159	154
Conchadora	154	239
	61,4	
	41	
	0,514	
Atemperadora	239	222

Tabla 3. Balance de energía

Equipos	Consumo energético (kw/h)
Limpiadora y clasificadora	4,77
Tostadora	116
Descascarilladora	4,5
Molino	3
Conchadora	115
Atemperadora	12
Moldeado	2

3.2.4 Distribución de la planta. La distribución en planta se realizará de acuerdo a los principios de buenas prácticas de manufactura (decreto 3075/97).

Se aplicará el modelo de distribución de planta por disposición de producto o en línea; donde la ubicación de la maquinaria y equipos se tendrá en una misma zona en torno al producto y se ordena de acuerdo al proceso de fabricación. (Ver **Anexo L**).

3.2.5 Localización de la planta. Este ítem describe los aspectos tenidos en cuenta para la ubicación de la planta industrial productora de cobertura de chocolate con alto contenido de cacao. (Ver **Anexo M**)

Macrolocalización. Para la selección de la ubicación de la planta, se escogió como alternativa la ciudad de Bucaramanga; donde se analizaron variables tales como la cercanía a la materia prima; ya que la ciudad está ubicada estratégicamente en el centro de los municipios productores del grano, en segundo lugar se evaluó la proximidad al mercado para ahorrar en gastos de

distribución del producto al igual que disponibilidad tanto de servicios públicos como de mano de obra calificada.

Microlocalización. La planta estaría ubicada en la Zona Industrial de la Ciudad de Bucaramanga, con el fin de cumplir las estipulaciones medioambientales, vías adecuadas, distribución del producto y facilidad de transporte.

4. ESTUDIO ADMINISTRATIVO

4.1 PERFIL EMPRESARIAL

Se presenta como sociedad anónima a **XOCOLATL S.A**, una empresa productora de chocolatina fina con contenido del 60% de cacao.

4.1.1 Visión. Ser la primera empresa en Santander, en la producción de cobertura fina aprovechando la materia prima producida a nivel local con producto final certificado como fino, de calidad y aroma a nivel nacional e internacional.

4.1.2 Misión. Implementar nueva tecnología en el proceso productivo del cacao, teniendo en cuenta la variedad del grano en la región para lograr un producto de calidad agradable, saludable y confiable para el consumidor.

4.1.3 Objetivo. Crear productos innovadores que satisfagan la demanda del cliente quien espera un producto exquisito de alta calidad; lográndolo de forma sostenible.

4.2 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL

La estructura organizacional de la empresa *XOCOLATL S.A* se establecerá en jerarquías por funciones ya que permite utilizar eficientemente los recursos y facilita la supervisión del personal. (Ver **Anexo N**)

5. ESTUDIO FINANCIERO

5.1 INVERSIÓN

5.1.1 Activos fijos. La inversión correspondiente a activos fijos se ve representada en el valor de la maquinaria, edificaciones, terrenos y equipos necesarios para el montaje y puesta en funcionamiento de la planta.

5.1.2 Costos de producción. Los costos de producción tenidos en cuenta en el proyecto están formados por las materias primas, la mano de obra directa, equipos y servicios industriales.

5.1.3 Gastos. Para la empresa *XOCOLATL* se tendrán en cuenta los siguientes gastos. (Ver **Anexo Ñ**)

Gastos administrativos. Según las actividades administrativas de la empresa *XOCOLATL S.A.*

Costos de energía. Teniendo en cuenta que el costo energético para el sector industrial es de 450 \$kw/h que incluye energía activa y alumbrado público; se realizó un estimativo del costo energético de la empresa *XOCOLATL* productora de cobertura de chocolate con alto contenido de cacao. (Ver **Anexo P**)

Costos acueducto. Teniendo en cuenta el costo por m³ del acueducto y el alcantarillado además el respectivo cargo fijo para cada uno, el valor promedio de la tasa de aseo mensual. Se calculó el costo promedio mensual para estos servicios.

5.2 COSTOS

Entre los costos que deben ser relacionados para la operación de la planta los que tomaran parte son los costos fijos que afectan directamente la producción; como son materia prima, servicios industriales, mano de obra, insumos, y compra de o alquiler de la misma.

En el **anexo Q** se realiza la relación económica de la materia prima, servicios industriales, mano de obra y equipos necesarios para la elaboración de cobertura de chocolate con alto contenido de cacao.

6. DISEÑO EXPERIMENTAL PARA LA OBTENCIÓN DE LA COBERTURA DE CHOCOLATE

En este capítulo serán descritos los materiales y las diferentes etapas experimentales tenidas en cuenta del proceso para la elaboración de cobertura de chocolate con 60% cacao, este proceso se desarrolló en el laboratorio de Procesos de la Escuela de Ingeniería Química de la Universidad Industrial de Santander. Las muestras a tratar serán el licor de cacao y la cobertura de chocolate.

6.1 MATERIALES Y MÉTODOS

En la producción de chocolatinas existen cuatro ingredientes indispensables (Ver **Anexo R**); manteca de cacao, licor de cacao, lecitina y azúcar; la combinación de estos elementos en distintas proporciones da una variedad de chocolatinas con sabor, textura y calidad diferentes.

6.1.1 Licor de cacao. El licor de cacao o también llamado pasta de cacao es una masa untuosa de color marrón oscuro y olor intenso, que resulta del proceso de tostado de la almendra, donde se exaltan las cualidades aromáticas y de sabor del cacao. Luego del tostado el grano es descascarillado y molido hasta obtener una pasta de textura suave.

6.1.2 Manteca de cacao. La Manteca de Cacao es un compuesto graso polimorfo que aporta la fluidez de la cobertura extraído de la semilla del Cacao y se compone de lípidos como triglicéridos y ácidos grasos.

Composición: Su composición es del 98% de triglicéridos, 1% de ácidos grasos libres, y 1% entre diglicéridos, monoglicéridos, esteroides, tocoferoles, fosfolípidos y compuestos volátiles como piracinas, tiazoles, piridinas y ácidos grasos de cadena corta, los cuales son responsables de su aroma.

Los ácidos grasos dominantes en la composición de la manteca de cacao son el palmítico, esteárico, oleico y el linoléico.

6.1.3 Azúcar. La sacarosa es un disacárido conformado por glucosa y una de fructosa, que se obtiene principalmente de la caña de azúcar o de la remolacha azucarera; se considera de los componentes básicos en la fabricación de las coberturas chocolate negro y de leche ya que se utiliza en porcentajes entre el 30 y el 55% como edulcorante y agente de carga gracias a su sabor dulce e intenso.

6.1.4 Emulsificantes (Lecitina). La lecitina es un emulgente derivado de la soya, esta sustancia es capaz de unirse a la sacarosa dejando un extremo libre facilitando su flujo en un estado semigraso de la preparación. Además en el chocolate la adición de lecitina en menos del 1% actúa como estabilizador de la humedad, impidiendo así los cambios de viscosidad con el tiempo.

6.2 CARACTERIZACIÓN DEL LICOR DE CACAO

6.2.1 Análisis bromatológico. Para la ejecución de este análisis se tomó una muestra de 50 gr de licor de cacao, al cual se le analizará:

- Humedad
- Cenizas
- Grasas
- Índice de acidez.

En el **anexo S** se muestran los métodos de medición utilizados en cada análisis con sus respectivos cálculos y equipos usados.

6.3 DISEÑO EXPERIMENTAL

El objetivo del diseño de experimentos es encontrar las mejores características en la elaboración de coberturas de chocolates finos; para lograr esto es necesario evaluar y analizar que tanto afectan la temperatura y el tiempo el proceso de conchado.

6.3.1 Variables.

Variables del conchado: Las variables que afectan dicho proceso son: velocidad de agitación, temperatura, tiempo de conchado y composición de la materia prima (licor de cacao, manteca de cacao, lecitina, azúcar y saborizantes).

Variables de entrada: Siendo fijas la velocidad de agitación y las proporciones de materia prima. La temperatura y el tiempo de conchado, serán las variables de entrada en la experimentación, ya que influyen en mayor grado en la consistencia, sabor, estabilidad y textura del producto final.

6.4 DISEÑO DEL PROCESO

Para el desarrollo del diseño experimental se plantearon niveles de acuerdo a las variables presentes en el proceso.

Tabla 3. Desarrollo-diseño del proceso

VARIABLE	NIVELES
Temperatura (°C)	60, 70, 80
Tiempo de Conchado (h)	6, 7, 8

6.4.1 Proceso de obtención de chocolatina fina. Para el desarrollo del producto se utilizó como materia prima grano de cacao comercial (Premium y Criollo) considerados de calidad; con fino aroma y sabor suave adecuados para la elaboración de chocalatinas finas.

El cacao fue sometido a las etapas (Ver **Anexo T**) del proceso limpieza, tostado, descascarillado, molienda, conchado y atemperado desarrolladas en el laboratorio de procesos de la Universidad Industrial de Santander y en la empresa Chocolate y Café Colosal.

6.4.2 Proceso experimental. En este apartado se expondrán las etapas (Ver **Anexo U**), llevadas a cabo para la obtención de la cobertura de chocolate fino.

Limpieza y clasificación. Este proceso se realizó de manera manual lo cual aseguró la separación entre 3 y 5 % de las impurezas.

Tostado. La alimentación del cacao se realizó estando la estufa a 130-140°C con un contenido de humedad del grano aproximadamente el 8%; y pasado un tiempo promedio de 30-40 min terminó con una humedad relativa entre el 3 y 4 %.

Molienda. Este proceso se llevó a cabo en el molino de pines suministrado por la empresa Café y Chocolate Colosal; en él se alimentaron 22 kilos de cacao fino y de aroma, obteniéndose 13 litros de licor de cacao.

Tiempo de maduración. El licor de cacao fue sometido a maduración en un intervalo de temperatura entre 40-60°C con el fin de eliminar la acidez y humedad que pudiera contener.

Mezcla y conchado. La mezcla de los ingredientes (licor de cacao, manteca de cacao, lecitina y azúcar) se realizó en 3 vasos de precipitado de 1000 ml adecuados con 2 agitadores tipo compuerta y 1 tipo batidora; dicho proceso se dió según la variación de los parámetros de temperatura (60,70 y 80 °C) y tiempo (6,7 y 8 horas) propuestos.

Atemperado. Esta etapa se llevó a cabo creando un sistema de intercambio de calor provisto por recipientes de aluminio y agua de calentamiento y de enfriamiento. La primera operación que se realiza después del conchado, es bajar la temperatura a 27 °C, una segunda etapa, aumenta la temperatura a 55°C y la tercera fase disminuye la temperatura a 32°C; esto con el fin de obtener un producto terminado caracterizado por: superficies brillantes, estabilidad térmica, rotura exacta de estructuras muy finas y prolongación del tiempo de conservación y mayor estabilidad térmica.

6.5 CARACTERIZACIÓN DE LA COBERTURA

6.5.1 Análisis fisicoquímico. Para el estudio fisicoquímico, se tomaron muestras entre 1-5 gramos de cobertura de chocolate. En esta muestras de analizaron punto de fusión, viscosidad y diámetro de partículas de la cobertura. En el **anexo V** se muestran los equipos utilizados en los estudios realizados.

Punto de fusión. El punto de fusión debe hallarse a los 36°C o ligeramente por encima de este valor, para asegurarse de que el producto se derrita en la boca. Si es muy alto, se producirá una sensación cerosa en la boca sin lograrse una completa fundición. En contraste, si éste es muy bajo el producto puede mostrarse inestable durante el almacenamiento en las épocas de verano o en climas cálidos. Esto se debe a que las grasas se derriten dentro de un rango de temperaturas, y por lo tanto a cualquier temperatura que se halle por debajo del punto de fusión, la grasa se presentará parcialmente en forma sólida y líquida.

Viscosidad. Para medir viscosidad se utilizó el viscosímetro de Brookfield con aguja #31. Este proceso se llevo a cabo en el Laboratorio de Ingeniería Química de la Universidad Industrial de Santander.

Tamaño de Partícula: Para la medición del tamaño de partícula se hizo uso de un microscopio óptico para observar los diámetros presentes en la cobertura elaborada.

Análisis Sensorial. El análisis sensorial se realizó con un panel no capacitado de 10 personas consumidoras de chocolate de mesa y coberturas de chocolate, quienes degustaron el producto evaluando sabor a chocolate, acidez, amargor, y astringencia, a través de un formato tipo encuesta.

En el mismo formato se hizo un análisis de preferencia para determinar cuál de las nueve muestras preferían los consumidores. Se utilizó una escala hedónica de 1-5 siendo uno disgusta mucho y cinco que gusta mucho.

7. RESULTADOS

7.1 CARACTERIZACIÓN DE LA MATERIA PRIMA

7.1.1 Análisis bromatológico (Proximal). El porcentaje de cenizas, humedad, grasas, pH e índice de acidez del licor de cacao fue de 3.2%, 3.54%, 54.47%, 5.33, 0.9432 expresado como ácido acético.

La presencia de cascarilla tostada en el licor aumenta el porcentaje de cenizas presente en el mismo; el nivel obtenido en las grasas es el adecuado ya que el cacao contiene entre el 50 y 60% de grasas en su estructura.

El porcentaje de humedad hallado en el licor nos indica que el proceso de tostado extrajo el 3,5 %; contenido de humedad presente en el rango entre 3 y 4% estipulado para la salida de dicho proceso.

7.2 PROCESO OBTENCIÓN DE LAS CHOCOLATINA FINA

Limpieza y clasificación. Se llevo a cabo manualmente, presentándose un porcentaje de residuos sólidos del 4%. Entre las impurezas que se encontraron en el proceso están; piedras, polvo y otros.

Tostado. Las pérdidas por humedad en esta etapa corresponden a un 3% de lo alimentado inicialmente. Se presentó granos quemados, crudos y otros completamente tostados; debido a:

- Poco control de temperatura en la estufa.
- Movimiento no uniforme de las almendras de cacao.
- Tiempos variados.
- Tamaños diferentes de granos de cacao.

Descascarillado. Se realizó manualmente, conduciendo a una incorrecta separación entre los nibs y la cascarilla.

Molienda. Se ensayaron 3 tipos de molino (molino de chuchillas, molino de bolas y molino manual); sin obtener los resultados deseados. Por último se utilizó un molino de pines suministrado por chocolate y Café Colossal del cual se obtuvo el licor con la estructura y fluidez necesaria para el proceso.

Conchado. Se observaron diferentes comportamientos de las muestras, en términos de viscosidad, uniformidad y apariencia del producto; se presentó inconveniente en la adición de la manteca de cacao y salpicaduras de agua en la muestra 14-3, lo cual influyó en la apariencia y sabor de la misma.

Las otras muestras presentaron resultados semejantes con respecto a su apariencia, mejorando cada vez más según la variación de la temperatura y tiempo de operación.

Atemperado. Se obtuvo un producto de buena apariencia a pesar las dificultades generadas por los cambios bruscos de temperatura que ocasionaban la formación de grumos y compleja manipulación del proceso.

7.3 CARACTERIZACIÓN DE LA COBERTURA

7.3.1 Análisis Físicoquímico.

Punto de fusión. Este parámetro presentó rangos de temperatura altos en tiempos extensos; sin perder su propiedad de fundición a la temperatura corporal. (Ver **Anexo W**).

Viscosidad. Presentó un comportamiento semejante entre las muestras realizadas en el laboratorio; pero con una apreciable diferencia al ser comparada con la muestra comercial. Su comportamiento reológico se analizó según los modelos de Bingham y Casson para fluidos plásticos donde la tendencia porcentual mayor se inclinó hacia el modelo de Casson con porcentajes superiores al 98%. Los resultados fueron presentados mediante tablas y graficas presentes en el **anexo X**.

Tamaño de Partícula. Se presentaron aglomeraciones entre las partículas de cacao y azúcar, además se visibilizó partículas de cascara. Debido a la incorrecta refinación del licor no se apreció una distribución de tamaño de partícula homogénea; por lo cual se decidió realizar un análisis mediante un microscopio de la distribución de los tamaños de las partículas de azúcar y licor donde se presentaron tamaños de 0,1 y 0,25 μm . (Ver **Anexo Y**)

7.3.2 Análisis Sensorial. La caracterización organoléptica del panel de catadores dio como resultado (Ver **Anexo Z**):

- El 80% de las muestras tuvieron un alto grado de aceptación por parte de los consumidores con respecto al indicador de sabor a chocolate.
- Los indicadores de acidez y astringencia presentaron valores entre 20 y 40 % en promedio el cual es un nivel bajo pero apreciable por los consumidores.

CONCLUSIONES

- En la actualidad el cacao y el chocolate son catalogados como productos funcionales, por su valor nutritivo que permite ofrecer bienestar y satisfacción a las personas.
- Tomando un 2 % de disponibilidad de la materia prima se determinó la capacidad de la planta para la obtención de chocolatina fina con un valor de 281.000 Kg/anuales.
- La localización de la planta se pondrá en la zona industrial de Bucaramanga, por disponibilidad de materia prima, servicios industriales y facilidad de transporte.
- Se realizó el proceso de obtención de chocolatinas finas a escala laboratorio para la obtención de cobertura de chocolate con buen nivel de aceptación por parte del consumidor.
- Se obtuvieron chocolatinas con comportamientos semejantes a la chocolatina comercial en el parámetro de punto de fusión, con valor aproximado de 39 (°C).
- La viscosidad de las muestras presenta un comportamiento inversamente proporcional a la velocidad de agitación con valores entre 625-240 (cp).
- Al analizar las coberturas según los modelos de Bingham y Casson se observó que las muestras se ajustaron al modelo de Casson con un porcentaje de aproximación superior al 98%.

BIBLIOGRAFÍA

1. ÁNGEL M, VILLAR DE FRESNO, TERESA ORTEGA." Cacao ¿alimento y medicamento? ".Fitofarmacia. Vol.19 N°2. Departamento de farmacología. Facultad de farmacia UMC. Febrero 2005.p.68-72.
2. ARANGO S. B. "El cacao, una apuesta ganadora para los pequeños productores", Compañía Nacional de chocolates.
3. AUGSTBURGER,F; BERGER, J; CENSKOWSKY, U; HEID, P; MILZ, J; STREIT, C." Agricultura orgánica en el trópico y subtropico, las guías de 18 cultivos, Cacao". Asociación Naturaland.2000. 28 p.
4. BARAZARTE H; SANGRONIS E; UNAI E. "La cascara de cacao (theobroma cacao l.): una posible fuente comercial de pectinas", ALAN [en línea]. Vol. 58, N°1 (2008) Sociedad Latinoamericana de Nutrición, Venezuela, 2008. Disponible en:<http://www.alanrevista.org/ediciones/2008-1/cascara_cacao_posible_comercial_pectinas.asp>
5. BENITES, Álvaro. "Caracterización Ocupacional Subsector Cacao y Chocolates". Avance de investigación. SENA. 2007.
6. CADENA TATIANA; HERRERA, Yenny. Evaluación del efecto del procesamiento del cacao sobre el contenido de polifenoles y su actividad antioxidante. Bucaramanga, 2008, 91 p. Tesis (Química), Universidad Industrial de Santander, Facultad de Ciencias, Escuela de Química.

7. OSCAR CASTELLANOS D , LUZ TORRES P, SANDRA FONSECA R, VICTOR MONTAÑEZ F, ADRIANA SÁNCHEZ V. “Agenda Prospectiva De Investigación y Desarrollo Tecnológico Para La Cadena Productiva De Cacao-Chocolate En Colombia”. Proyecto. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá 2007.
8. EMILE CROS, CIRAD-CP,” factores condicionantes de la calidad del cacao”, Maison de la technologie, BP 50335,34032 Montpellier Cedex 1, Francia.
9. ESPINAL, C; MARTÍNEZ, H; BELTRÁN, L.” la cadena del cacao en Colombia, Una mirada global de su estructura y dinámica 1991-2005.documento de trabajo N° 92.diciembre 2005.
<www.agrocadenas.gov.co>
10. ESPINAL, C; MARTÍNEZ, H; BELTRÁN, L.” La industria de chocolates en Colombia. Documento de trabajo N° 76. Junio. 2005.
<www.agrocadenas.gov.co>
11. GARCÍA R. L, OLMO E. V.”Proceso de Elaboración del Chocolate”. Institut de Ciències de l’Educació. Universitat Politècnica de Catalunya UPC.
12. GILDARDO E. PALENCIA C., RAUL GOMEZ SANTOS, ORLANDO GUIZA P.“Cacao, Manejo de jardines clónales”. Corpoica, Bucaramanga 2006.
13. HERNÁNDEZ, Ana; CALDERÓN, Sandra. Obtención de una cobertura de chocolate a partir de cacao silvestre, Copoazú (teobroma grandiflorum), y Maraco (theobroma bicolor), de la amazonia Colombiana. Bogotá, 2006,142 p. Tesis (Ingeniería de Alimentos), Universidad la Salle, Facultad Ingeniería de Alimentos.

14. HERNÁNDEZ, Liliana. "Diseño de Procesos". Ponencia, Universidad Industrial de Santander, Colombia, 2008.
15. JIMÉNEZ Arturo. Diseño de Procesos en Ingeniería Química: Síntesis de proceso, México: REVERTE S.A, 2003.
16. JOHNSON, James. M; BONILLA, J. C; AGÜERO CASTILLO, L." Manual de manejo y producción del cacaotero ". Folleto N° 1.Nicaragua. Septiembre 2008.
17. JOSE MARIA LLAMAS. "Chocolate". Investigación. ANTAD. Enero 2007
18. LANNES, M; MEDEIROS, L; GIOIELLI L. Rheological properties of cupuassu and cocoa fats. Grasa y aceites [En línea]. Vol 55 (2004).p. 115-121.
19. MANTILLA, Jairo; ARGUELO, A.; MÉNDEZ H. caracterización y tipificación de los productos de cacao del departamento de Santander, caracterización de la producción de cacao en Santander, Bucaramanga: Diseño e impresión IMPRECOL, 41 p. 2000.
20. MAX S., Petter; KLAUS D., Timmenrhaus. Plant Design and Economic for Chemical Engineers. Colorado: McGraw-Hill, 1991.
21. OHENE AFOAKWA, Emmanuel, PATERSON, Alistar, FOWLER, Mark. ""factors influencing rheological and textural qualities in chocolate a review". Food science & technology. 18. 2007.
22. PINZON USECHE J. O, Proyectos Fedecacao – ARD / MIDAS. Federación Nacional de cacaoteros. Informe. Noviembre. 2008.

23. PLUA J. C; CORNEJO F. "Diseño de una línea procesadora de pasta de cacao artesanal (Theobroma cacao)", ESPOL-RTE. Vol. xx, N° xx. Ecuador.
24. RIGEL J. LIENDO. "Procesamiento del cacao para la fabricación de chocolate y sus subproductos". Centro Nacional de Investigación Agrícolas. Maracay, estado Aragua. Septiembre-Diciembre 2005. <http://www.ceniap.gov.ve/pbd/RevistasTecnicas/inia_divulga/numero%206/liendo_r.pdf>
25. REYES Humberto; VIVAS J; ROMERO A. "La calidad en el cacao. Factores determinantes de la calidad", Fondo Nacional del Cacao. Caracas. Distrito Federal. Gerencia de negociación tecnológica. Maracaibo. Estado Aragua.
26. SALAZAR, J. C."Evaluación de la respuesta a moniliasis de algunos clones universales y regionales de cacao", Arauca, Santander, No 91, Union Temporal de cacao de Colombia 2, edición internet, Observatorio Territorios Rurales Síntesis de Experiencias Locales, Agosto 2008, <www.agrocadenas.gov.co/website%20otr/04_experiencias/Docs/91.pdf>.
27. VALENZUELA, Alfonso. "El chocolate, un placer saludable", Scielo, [en línea]. Vol 34, N° 3, (2007). <http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0717-75182007000300001&script=sci_arttext>
28. VALENZUELA J, Sostenibilidad del mercado y de la comercialización. Compañía Nacional de Chocolates. Foro.
29. "Chocolate y salud cardiaca:¿verdadero o falso?", revista web de hogar, edición de internet,< www.webdehogar.com>

30. CONSEJO REGIONAL DE COMPETITIVIDAD MINISTERIO DE AGRICULTURA, PROGRAMA DE OFERTA AGROPECUARIA – PROAGRO, CORPORACIÓN PARA LA INNOVACIÓN TECNOLÓGICA, SECRETARIA TÉCNICA REGIÓN NORORIENTAL “Acuerdo regional de competitividad cadena cacao-chocolate, región nororiental (Santander, Norte de Santander y Arauca)”. Bucaramanga 2002.
31. COORDINACIÓN GENERAL DE APOYOS A LA COMERCIALIZACIÓN; DIRECCIÓN GENERAL DE OPERACIONES FINANCIERAS; DIRECCIÓN DE ESTUDIOS Y ANÁLISIS DE MERCADOS “Mercado Internacional Del Cacao”, Informe. Abril, 2008.
32. “Crecimiento del cacao”, International Cocoa Organization. Edición de internet. ICCO.<www.icco.org>
33. “Crecen áreas sembradas de cacao”.< economia@elperiodico.com.co>
34. FEDECACAO.“Estadísticas”. Países importadores de cacao en grano 2007. Federación Nacional de Cacaoteros, Fondo Nacional del Cacao, Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Bogotá. <www.fedecacao.co>
35. FEDERACIÓN NACIONAL DE CACAOTEROS, FONDO NACIONAL DEL CACAO, MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL. “Selección de terreno adecuado para el cacao”. Instalación de cultivos de alto rendimiento. Bogotá.<www.fedecacao.co>
36. FEDERACIÓN NACIONAL DE CACAOTEROS, FONDO NACIONAL DEL CACAO, MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL. “Transferencia de tecnología”,. Bogotá.< www.fedecacao.co>

37. INTERNATIONAL COCOA ORGANITATION (ICCO). “Los orígenes del cacao y su propagación en el mundo”. Crecimiento del cacao. Mayo 2009. [.<www.icco.org>](http://www.icco.org)
38. INTERNATIONAL COCOA ORGANIZATION. “Salud y nutrición”, Edición de internet. ICCO. [<www.icco.org>](http://www.icco.org)
39. “Investigación”. Federación Nacional de Cacaoteros, Fondo Nacional del Cacao, Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Bogotá. www.fedecacao.co
40. NETZSCH fine particle. “A chocolate revolution in the making”, technology, LLC. Exton USA. < www.chocoeasy.com>
41. SISTEMA DE INFORMACIÓN SECTORIAL SIS .Cacao. Disponible en: <<http://www.finagro.com.co/html/cache/gallery/GC-8/G-11/cacao.pdf>>
42. UNIÓN TEMPORAL CACAO DE COLOMBIA UNO 2009. Mejoramiento genético para incrementar la producción y producción y productividad del sistema de cacao en Colombia. 127 p.
43. UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER. Planta Piloto para le Procesamiento y Transformación de cacao finos en Santander, plan de trabajo, informe, Santander, Julio del 2007.

ANEXOS

Anexo A. Características y especificaciones del teobroma cacao



TALLO

- El tallo principal alcanza una altura de 1.5 m, hasta la primera rama abanico.
- El tallo es recto y la corteza es de color canela.



HOJAS

- Coriáceas ovales lanceoladas
- Enteras, cortamente pecioladas de color verde brillante.



FLORES

- Nacen directamente del tronco o de las ramas viejas a partir de las yemas axiales.
- Pequeñas con un perianto blanco o rojizo.
- Hermafroditas, actinomorfas y pentámeras.
- Su polinización es entomófila.



FRUTOS

- Son variables tanto en tamaño, color y forma, aproximadamente de 15-20 cm de largo y de 8-10 cm de diámetro.
- Denominados mazorcas los cuales, poseen una capa coriácea de color amarillo o rojizo con surcos verrugosos dispuestos longitudinalmente, y se encuentran rellenos de una pulpa dulce, viscosa y comestible que contiene de 25-50 pepas rodeadas cada una de una envoltura rica en tanino.

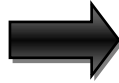


SEMILLA

- Se les conoce con el nombre de almendras o habas.
- La longitud de la semilla varía entre 15-30 mm, el ancho de 8-20 mm y el grosor de 5-15 mm.
- Esta compuesta por dos cotiledones (hojas germinales) y un embrión, estas dos, cubiertas por una membrana denominada testa.

Anexo B. Variedades de cacao

CRIOLLO



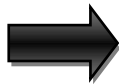
Es el llamado cacao genuino, reconocido como de gran calidad, de escaso contenido en tanino, su árbol es frágil y de escaso rendimiento. El grano es de cáscara fina, suave y poco aromática. Representa aproximadamente el 10% de la producción mundial. Hay tres tipos: Andino, porcelana y pentáona.

FORASTERO



Es el cacao con el tanino más elevado y de mayor diversidad, contiene especies mucho más productivas y resistentes que el criollo. El grano tiene una cáscara gruesa, es resistente y poco aromático. Representa cerca del 70% de la producción mundial. Sabor fuerte y astringente. Hay tres tipos: Angoleta, Cunde amor, Amelonado y Calabacillo.

TRINITARIO



El cacao trinitario es de calidad semejante al forastero, por su robustez, pero con el delicado sabor del cacao criollo. Se caracteriza por su mazorca de forma no definida y habas de color blanco, violeta, rojo hasta púrpura.

Anexo C. Clones presentes en Colombia

CLONES RECOMENDADOS POR ZONA AGROECOLÓGICA					
Nº	CLONES	BHT	VIS	ZMBC	MS
1	TSH - 565	X	X	X	X
2	ICS - 1	X	X	X	X
3	ICS - 39			X	X
4	ICS - 40			X	X
5	ICS - 60	X	X	X	X
6	ICS - 95	X	X	X	X
7	IMC - 67	X	X	X	X
8	MON - 1	X			
9	TSA - 644		X	X	
10	EET - 8				X
11	EET - 96		X		
12	EET - 400		X		
13	CCN - 51	X	X	X	X
14	CAP - 34				X

Fuente: Sistema De Información Sectorial

MS: Montaña Santandereana

VIS: Valles interandinos seco: Huila, Sur de Tolima, Norte del Magdalena

ZMBC: Zona cafetera marginal baja: Gran Caldas, Suroeste de Antioquia y Norte de Tolima.

BHT: Bosque húmedo tropical: Urabá, Tumaco, Catatumbo, Arauca, Meta, Magdalena medio.

Anexo D. Composición del grano de cacao y aporte nutricional del chocolate

Tabla D1. Composición del cacao

SUSTANCIAS	CONTENIDO (%)
Agua	5-6
Sustancias nitrogenadas	14
Grasas	53
Almidón	7-10
Tanino	5-6
Acido orgánicos	2-3
Pentosana (poliazucares)	1.5
Fibras brutas	4
Cenizas (minerales)	3
Fosfatidas (sust. Similares a la grasa)	0.3-0.5
Teobromina	1-2
Cafeína	0.2

FUENTE: Sociedad Alemana De Cooperación

Tabla D2. Composición del chocolate

COMPOSICIÓN EN MACRO Y MICRO NUTRIENTES DEL CACAO Y DERIVADOS					
Contenido por 100 gr	Cacao en polvo desengrasado	Chocolate	Chocolate con leche	Chocolate blanco	Soluble de cacao
Energía (Kcal)	255	449-534	511-542	529	330-375
Proteínas	23	4.2-7.8	6.1-9.2	8	4-7
Hidratos de carbono	16	47-65	54.1-60	58.3	78-82
Almidón	13	3.1	1.1	-	2-8
Azúcar (gr)	3	50.1-60	54.1-56.9	58.3	70-78
Fibra (gr)	23	5.9-9	1.8	-	7
Grasas (gr)	11	29-30.6	30-31.8	30.9	2.5-3.5
Sodio (gr)	0.2	0.02-0.08	0.06-1.12	0.11	0.07-0.13
Potasio (gr)	2	0.4	0.34-0.47	0.35	0.44-0.9
Calcio (mg)	150	35-63	190-214	270	30-300
Fosforo	600	167-287	199-242	230	140-320
Hierro (mg)	20	2.2-3.2	0.8-2.3	0.2	4-9
Magnesio (mg)	500	100-113	45-86	26	100-125
Cinc (mg)	9	1.4-2	0.2-0.9	0.9	2

*UI: unidades internacionales

FUENTE: Instituto del cacao y del chocolate

Anexo E. Principales productores de cacao por continentes

Tabla E1. Productores de cacao

PRODUCCIÓN EN MILES DE TONELADAS					
AÑO CACAOTERO	2003/04	2004/05	2005/06	2006/07	2007/08
ÁFRICA					
Camerún	162	183,9	168,6	166,3	185
Costa de Marfil	1407,2	1286,3	1407,6	1229,3	1370
Ghana	737	599,3	740,5	615	675
Nigeria	180	200	180	190	210
Sierra de León	8	8	7	12	10
Togo	21,7	59	72	75	80
Otros países	34,5	43,5	49,4	46,3	47,5
TOTAL ÁFRICA	2550,4	2380	2625,3	2333,9	2577,5
AMÉRICA					
Brasil	163,4	170,8	161,6	126,2	160
Colombia	36,9	36,8	36,8	35	36
Rep. Dominicana	47,3	31,3	42	43,7	50
Ecuador	117	115,9	115,3	114,5	114,5
México	44	36,4	34,1	36	25
Otros países	53,1	51,8	53,7	59,8	59,7
TOTAL AMÉRICA	462,4	443	443,5	415,2	445,2

Continuación Tabla E1

ASIA Y OCEANÍA					
Indonesia	430	460	500	520	580
Malasia	34	29	30	32,8	34
Pta. Nva Guinea	38,7	47,8	50,3	50,3	50
Otros países	23,3	23,2	25,3	23,7	26,1
TOTAL ASIA	526	560	605,6	626,8	690,1

FUENTE: ICCO. En Boletín trimestral de estadísticas del cacao. Volumen XXX No. 4. Año cacaotero 2003/04

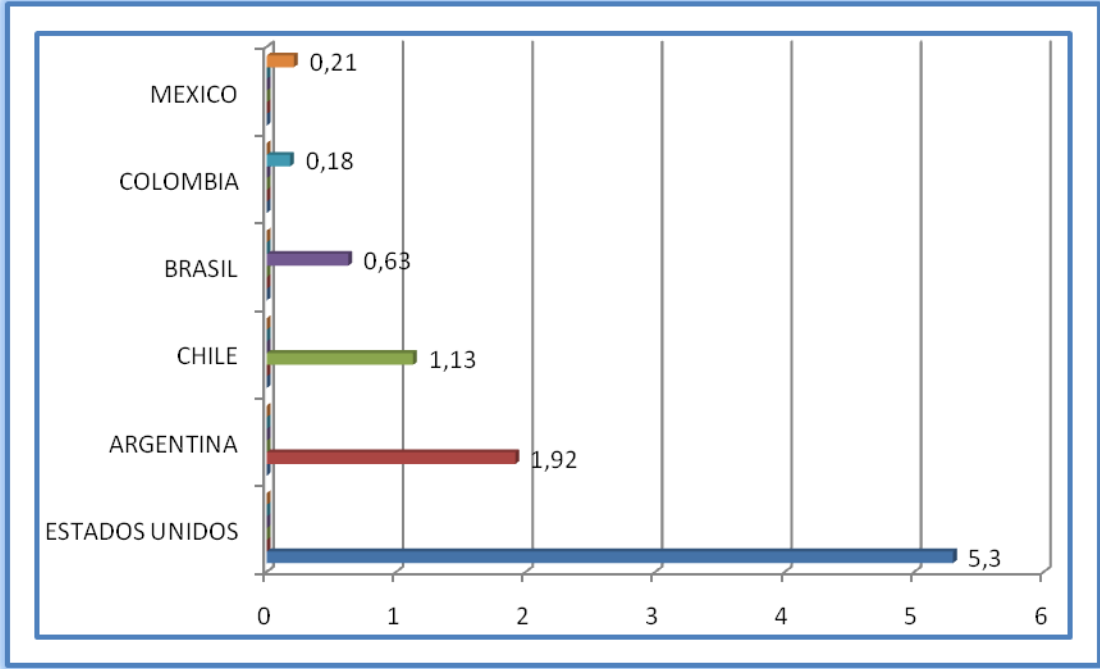
Anexo F. Producción nacional de cacao

AÑO	PRODUCCIÓN (ton)
2000	36.731
2001	36.070
2002	34.002
2003	41.704
2004	34.647
2005	37.099
2006	30.358
2007	33.482
2008	27.358*

* Septiembre 2008

Fuente: Fedecacao

Anexo G. Consumo per cápita



Fuente: Unión temporal cacao de Colombia uno. FEDECACAO-CORPOICA

Anexo H. Demanda del cacao 2007-2008

Tabla H1. Demanda de cacao

Compañía	2007 Kg	2008 Kg
Compañía Nal. De Chocolates	17152673	1977571079
Casa Luker	10441597	12875033
Industria Cacaotera del Huila	429485	415753
Comestibles Ítalo	869099	1097019
Chocolate Girones	751860	774225
Chocolates Triunfo	125331	125865
Ficas Ltda	236	0
Chocolate Andino	477589	489531
Chocolate Colonial-Bon Ami	51454	48660
Chocolate Superior	31448	36361
Chocolate Chucureño	51950	41303
Chocolate Agrario	13117	13610
Compañía Occidental de Chocolates	118337	101703
Industria Chocolates San Antonio	1331	1320
Jordavila Cía Ltda	15850	11822
Chocolate Boyacense	9015	3010
Chocolate Colosal	21944	4206
Colombina	1119249	1033568
Industria de Alimentos La Fragancia	291491	53482
Chocolate Flor	31885	16063
Chocoexport Ltda	376507	166992

Continuación Tabla H1

Compañía	2007 Kg	2008 Kg
Autentico Huilense	930	0
Industrial Cacaotera del Sur	6561	102
Chocolate Yariguies	3000	0
Chucula Lilimar	628	139
Chocolate Landazureño	880	128
Empacadora de Granos y Sal JF	0	2950
Procesadora de Alimentos Santandereana	87	62
Chocolate Carmeleño	609	1167
CI Racafe y Cía	2033	31361
Agroinversiones Paunita	1305	0
Chocolate de Piedra	200	100
Granja el Puente	3561	0
Hogares Crea	390	0
Chocolate Amor	106	313
Chocolate Granados	87	0
Industria de Alimentos Yaguara	431	0
INCOLCHOC	1327	0
Chocolate Chocombiano	0	992
H & V Ltda	0	508
Asomucan	0	2750

Continuación Tabla H1

Compañía	2007 Kg	2008 Kg
COMULTIUNION Ltda	0	1033
CHOCOCHIQUINQUIREÑA	2735	0
Asococan	0	2100
PINTO ANGARITA HENRY	0	924
TOTAL PROCESADORES	32414422	37156550
EXPORTADORES	Producción Kg	Producción Kg
Ecobio Colombia	9000	13000
Cacao Pacífico	977106	446523
Comercagro	30004	0
Gran Colombia Trading	51000	25000
Expocosurca	0	8735
C.I Colonial Theobroma t. Ltda	0	68400
TOTAL EXPORTACIONES	1067110	561658
GRAN TOTAL	33481532	37718209

Fuente: Fedecacao

Anexo I. Norma Técnica Colombiana NTC 1252 (2003)

REQUISITOS GENERALES

- El cacao en grano debe estar adecuadamente fermentado, seco, exento de olores extraños, libre de infestaciones por insectos, libre de granos múltiples y almendras partidas.
- El cacao en grano debe tener un tamaño uniforme, solo un 12 % de los granos puede desviarse un 33% del peso promedio.

REQUISITOS ESPECÍFICOS

REQUISITOS	PREMIO	CORRIENTE	PASILLA
Contenido de humedad en % (m/m), máx.	7	7	7
Contenido de impurezas o materiales extrañas en % (m/m), máx.	0	0.3	0.5
Grano mohoso interno, número de granos/100 granos, máx.	2	2	3
Grano dañado por insectos y/o germinados, numero de granos/100 granos, máx.	1	2	2
Contenido de pasilla, numero de granos/100 granos,	1	2	
Contenido de almendra en % (m/m), min.	-	-	40-60
Masa (peso), en g/100 granos, min.	120	105-119	40

REQUISITOS	PREMIO	CORRIENTE	PASILLA
Granos bien fermentados, numero de granos/100 granos, min.	65	65	60
Granos insuficientemente fermentados, numero de granos/100 granos máx.	25	35	40
Granos pizarrosos, numero de granos/100 granos, máx.	1	3	3

EMPACADO

- El cacao podrá transportarse en empaques flexibles y apropiados u otro material que garantice la conservación del producto en condiciones normales de almacenamiento y transporte.
- El empaque con su contenido debe permitir su cierre uniendo las dos orillas que forman la boca, es decir que no se permitirá que el producto sobrepase la parte superior del empaque. No se debe usar relleno.
- No se permite la utilización de sacos o de empaques que hayan contenido alimentos para animales, cemento, fertilizantes, plaguicidas u otros productos que pueden ofrecer la posibilidad de cualquier contaminación o influir en la alteración del producto.

Anexo J. Especificaciones de los equipos

Limpiadora y Clasificadora

Especificaciones	Valor
Voltaje	220 V
Potencia	1.6 HP
Capacidad	200 Kg/h



Tostadora

Especificaciones	Valor
Voltaje	220 V
Potencia	10 HP
Capacidad	200 Kg/h



Descascarilladora

Especificaciones	Valor
Voltaje	220 V
Potencia	1.5 HP
Capacidad	200 Kg/h



Fuente: PENAGOS; CAFÉ Y CHOCOLATE COLOSAL

Molino

Especificaciones	Valor
Voltaje	220 V
Potencia	1 HP
Capacidad	200 Kg/h



Conchadora

Especificaciones	Valor
Voltaje	220V
Potencia	7 HP
Capacidad	300 Kg/h



Atemperado

Especificaciones	Valor
Voltaje	220 V
Potencia	4 HP
Capacidad	250 Kg/h



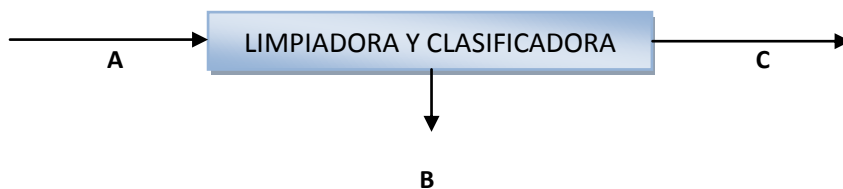
Fuente: NETZSCH, WOLF

Anexo K. Balance de masa y energía

La capacidad a diseñar en la planta es de 281 toneladas anuales, que corresponden 281.000 kg/año, donde la producción por día será de cuatro cochadas.

CAPACIDAD POR BATCH

Limpiadora Y Clasificadora.



Base de cálculo: **192,5 kg/batch**

A: Cacao + impurezas

B: Impurezas

C: Cacao limpio

Relación

$$B = 0.04 * A$$

Balance global

$$B = 192,5 * 0.04 = 7,7 \text{ Kg}$$

$$A = B + C$$

$$C = A - B$$

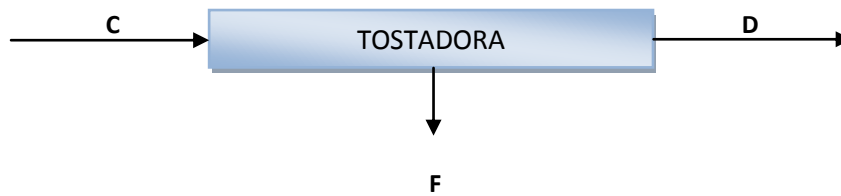
$$C = 192,5 - 7,7$$

$$C = 184,8 \text{ Kg} = 185 \text{ Kg}$$

Nota: Se hizo uso de una base de cálculo para la estimación de los caudales de los productos.

La relación del 4% se tomo, en base a los datos mostrados en el laboratorio.

Tostador.



C: cacao limpio (húmedo) $X_{HC} = 7\%$; $X_C = 93\%$; **C = 185 Kg**

D: cacao tostado $X_{HD} = 3\%$; $X_D = 97\%$; **D = ?**

F: humedad adsorbida por el aire

X_{HC} : Fracción másica de humedad en la corriente C

X_C : Fracción másica de cacao puro en la corriente C

X_{HD} : Fracción másica de humedad en la corriente D

X_D : Fracción másica de cacao puro en la corriente D

Balance de humedad

$$C * X_{HC} = D * X_{HD} + F$$

$$185 (0.07) = D (0.03) + F \quad (1)$$

$$F = 8 \text{ Kg}$$

Balance de cacao puro

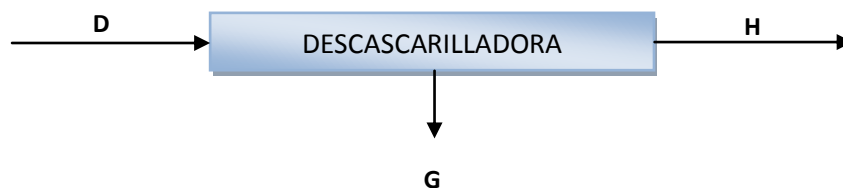
$$C * X_C = D * X_D$$

$$D = 185 (0.93) / 0.97$$

$$D = 177,3 = 177 \text{ Kg}$$

Nota: Según la literatura el grano de cacao seco contiene un 7% de humedad y después de tostado saldrá con una humedad entre 1-5%. Para esta estimación el porcentaje de humedad después del tostado se basó con un promedio de los datos arrojados en las pruebas de laboratorio.

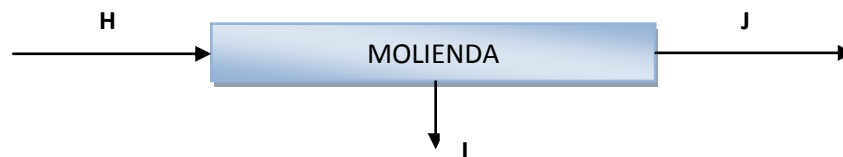
Descascarilladora.



	Relación	Balance Global
D: Cacao tostado		
G: Cascaras	$G = 0.1 * D$	$D = H + G$
H: Nibs	$G = 0.1 (177)$	$H = D - G$
G = 17,3 = 18 Kg	$H = 177 - 18$	
	H = 159 Kg	

Nota: Los residuos generados incluyendo cascarras, constituirá el 10% de los granos de cacao.

Molienda



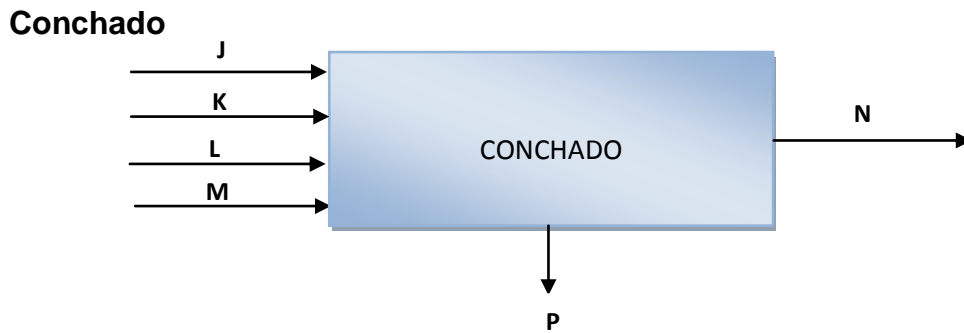
	Relación	Balance Global
H: Nibs		
I: Perdidas en la molienda	$J = 0.8 * A$	$I = H - J$
J: Licor de cacao	$J = 0.8 (192,5)$	$I = 159 - 154$
	J = 157.8 Kg=158 Kg	I = 5 Kg

Densidad del licor de cacao: 1.06 - 1.1 g/ cm³

Se tomara un promedio entre este rango que será igual a **1.08 g/cm³ = 1.08 Kg/L**

Volumen de licor de cacao: 136 / (1.08) = 146,3L de licor de cacao

Nota: El 80% es resultado de la relación de los 800 Kg de licor de cacao producidos con 1000 Kg de cacao en grano (nibs) (2).



J: Licor de cacao

K: Azúcar

L: Lecitina

M: Manteca de cacao

N: Cobertura de chocolate

P: Perdidas en el conchado

$$X_J = 0.6$$

$$X_K = 0.2388$$

$$X_L = 0.002$$

$$X_M = 0.1592$$

Balance global

$$J+K+L+M = N+P$$

Perdidas

$$P = 0.07 \cdot (J+K+L+M)$$

Cantidad de azúcar

$$K = 0.2388 \cdot N$$

Cantidad de lecitina

$$L = 0.002 \cdot N$$

Cantidad de manteca de cacao

$$M = 0.1592 \cdot N$$

Cantidad de cobertura e chocolate

$$C = 256,66 = 257 \text{ Kg de cobertura de chocolate}$$

Cantidad de azúcar

$$K = 0.2388 \cdot 257 = 61,4 \text{ Kg de azúcar}$$

Cantidad de lecitina

$$L = 0.002 \cdot 257 = 0.514 \text{ Kg de lecitina}$$

Cantidad de manteca de cacao

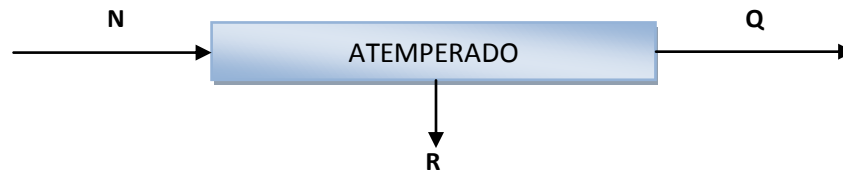
$$M = 0.1592 * 257 = 40,91 = 41 \text{ Kg de manteca de cacao}$$

Perdidas

$$P = 0.07 * (257) = 17,9 = 18 \text{ Kg en perdidas}$$

N= 239 Kg cobertura de chocolate

Atemperado



Q: Cobertura de chocolate atemperado

R: Perdidas en el atemperado

Balance global

$$N = Q + R$$

$$Q = N - R$$

Q = 222 Kg de cobertura de chocolate atemperado

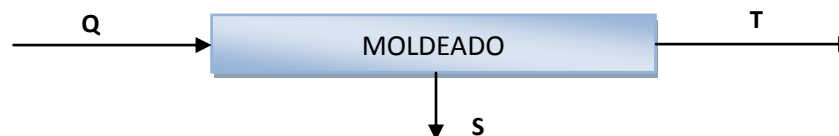
Pérdidas

$$R = 0.07 * N$$

$$R = 0.07 * 239 = 16,73 \text{ Kg de perdidas}$$

Nota: Con base en los datos tomados en laboratorio, se tomo un promedio porcentual de pérdidas del 7 % de lo que entra.

Moldeado



S: Perdidas en el moldeado

T: Chocolatina

Balance Global

$$Q = S + T$$

$$T = Q - S$$

$$T = \mathbf{206,5 \text{ Kg de chocolatina}}$$

Pérdidas

$$S = 0.07 * Q$$

$$S = 0.07 * 222 = \mathbf{15,54 \text{ Kg de Perdidas}}$$

Nota: Se tomo una pérdida del 7%, con base en la literatura.

Anexo K. (Balance de Energía)

Para el balance de energía el tiempo de operación de la planta será de 24 horas.
Donde la Conchadora operara 22 horas.

Balance en la limpiadora y clasificadora

$$\text{Consumo} = P * t$$

P: Potencia

t: tiempo de uso del equipo

$$P = 1.6 \text{ HP} * \frac{745.7 \text{ W}}{1 \text{ HP}} = 1193.12 \text{ W} = 1.193 \text{ Kw}$$

$$t = 4 \text{ horas}$$

$$\text{Consumo} = 1.193 \text{ Kw} * 4\text{h} = 4,77 \text{ Kwh}$$

Consumo energético: 4,77 Kw/h

Balance en el tostador

$$Q_{\text{gana cacao}} = Q_{\text{cede aire}}$$

$$m_c (C_p * \Delta T) + m_{\text{H}_2\text{O}} * h_{fg} = Q$$

m_c : Masa de cacao que entra al tostador

C_p : Capacidad calorífica del agua

ΔT : Diferencia de temperatura de tosti3n

$m_{\text{H}_2\text{O}}$: Masa de agua perdida durante a tosti3n

h_{fg} : Entalpia del agua a temperatura de tosti3n

$$185 \text{ Kg} (4,184 \text{ (Kj/Kg*K)} * 115^\circ\text{K}) + (8\text{Kg} * 2144 \text{ Kj/Kg}) = 106173 \text{ Kj} = Q$$

$$P = 106173 / 3600 = 29 \text{ Kw}$$

Consumo energético: 29 Kw * 4 h = 116 Kw/h

Balance en la descascarilladora

Consumo = P * t

P: Potencia

t: tiempo de uso del equipo

$$P = 1.5 \text{ HP} * \frac{745.7 \text{ W}}{1 \text{ HP}} = 1118.5 \text{ W} = 1.1185 \text{ Kw}$$

t = 4 horas

Consumo = 1.1185 Kw * 4h = 4,5 Kwh

Consumo energético = 4,5 Kw/h

Balance en el molino

Consumo = P * t

P: Potencia

t: tiempo de uso del equipo

$$P = 1 \text{ HP} * \frac{745.7 \text{ W}}{1 \text{ HP}} = 745.7 \text{ W} = 0.7457 \text{ Kw}$$

t = 4 horas

Consumo energético= 0.7457 Kw * 4h = 3 Kw/h

Balance en la Conchadora

El tiempo de conchado será de 10h por cochada, por tanto en el día se trabajara 20, adicionalmente el tiempo de carga y descarga que se supondrá de 30 minutos cada una para un total de 22 horas.

$$\text{Consumo} = P * t$$

P: Potencia

t: tiempo de uso del equipo

$$P = 7 \text{ Hp} = 5,2 \text{ Kw}$$

$$t = 22 \text{ horas}$$

$$\text{Consumo energético} = 5,2 * 22\text{h} = 115 \text{ Kwh}$$

Balance en la Atemperadora

$$\text{Consumo} = P * t$$

P: Potencia

t: tiempo de uso del equipo

$$P = 3 \text{ Kw}$$

$$t = 4 \text{ horas}$$

$$\text{Consumo energético} = 3 \text{ Kw} * 4\text{h} = 12 \text{ Kwh}$$

Balance en el moldeado

$$\text{Consumo} = P * t$$

P: Potencia

t: tiempo de uso del equipo

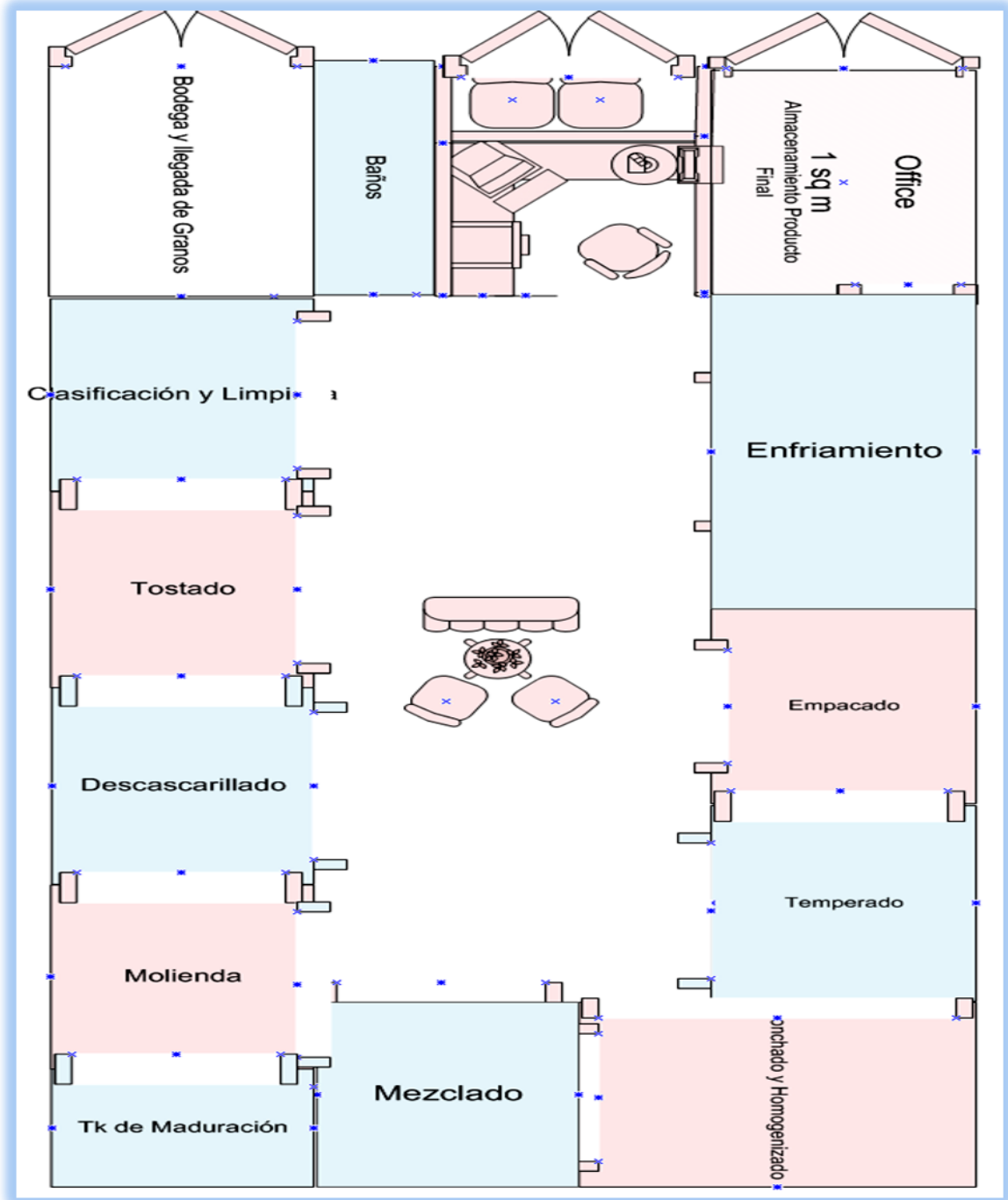
$P = 0.67 \text{ HP} = 0,5 \text{ Kw}$

$t = 4 \text{ horas}$

Consumo energético = $0.67 \text{ Kw} * 4\text{h} = 2,56 \text{ Kwh}$

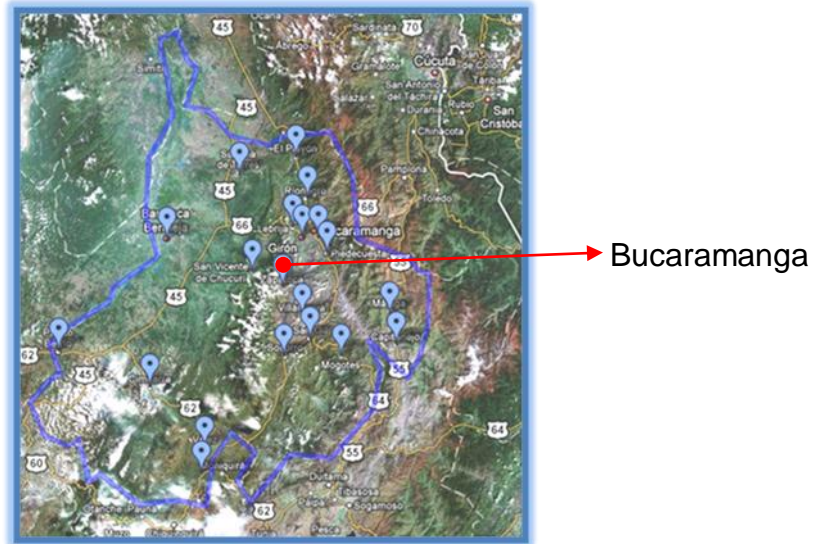
Consumo total energético: $257,8 \text{ Kwh}$

Anexo L. Distribución de planta



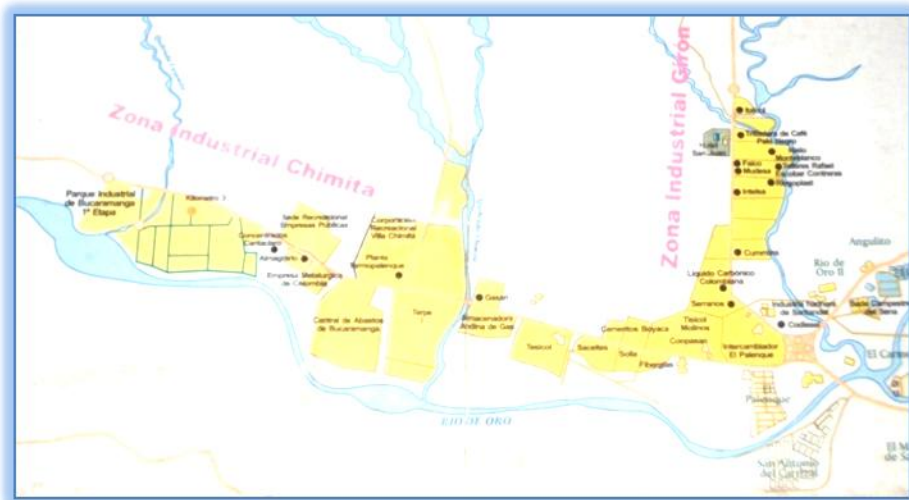
Anexo M. Localización de la planta

Macrolocalización



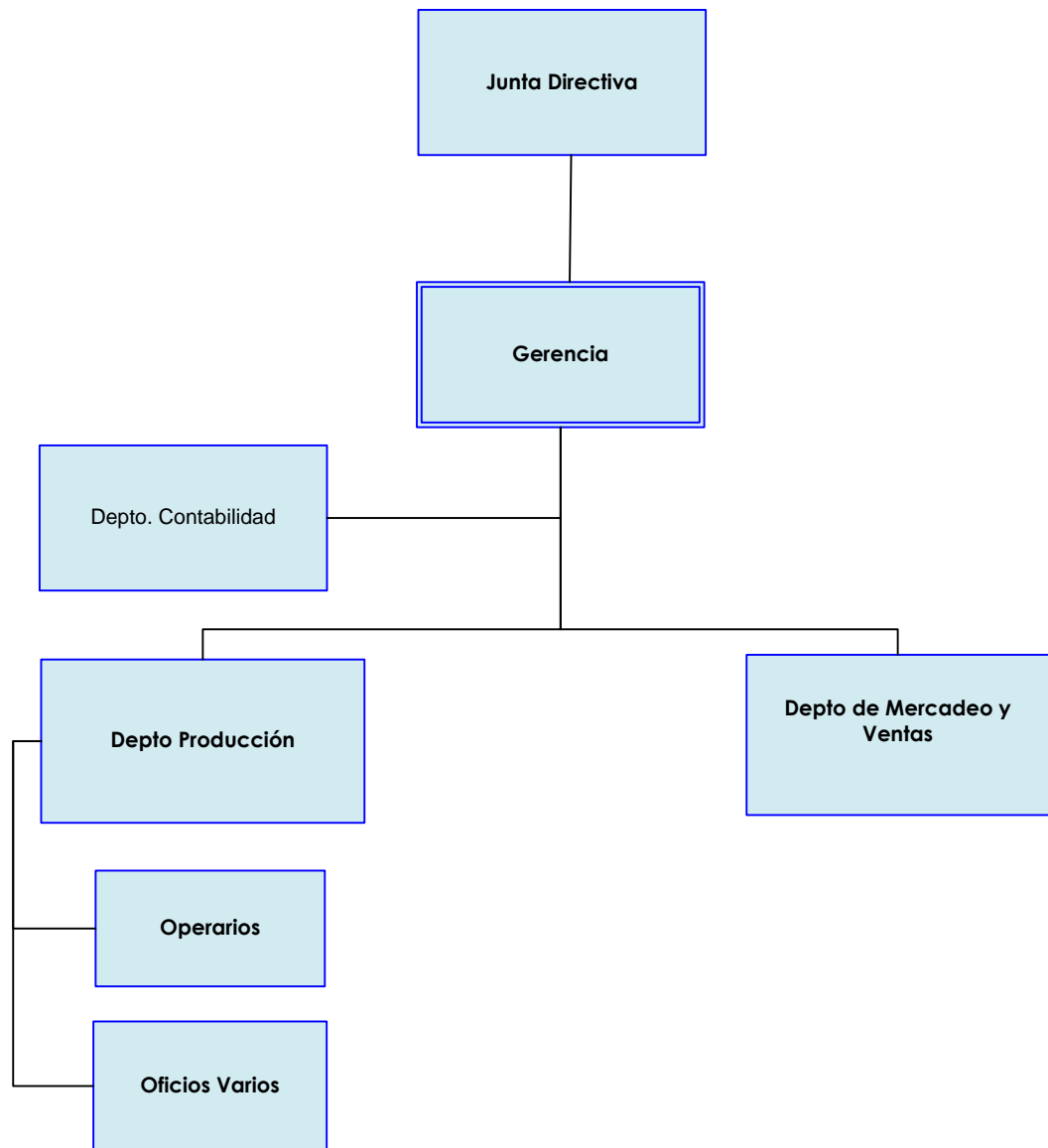
Fuente: Google Earth

Microlocalización



Fuente: Imageshack

Anexo N. Estructura Organizacional XOCOLATL S.A



Anexo Ñ. Gastos

Tabla Ñ1. Gastos de ventas

PRESUPUESTO DE GASTOS DE VENTAS				
Mano de obra directa	Número	Costo unitario	Mensual	Anual
Vendedor	2	500000	1000000	12000000
Prestaciones sociales			218300	2619600
Seguridad social			194200	2330400
Total gastos personal			1412500	16950000
Publicidad y transporte			300000	3600000
Total gastos de venta			1712500	20550000

Tabla Ñ2. Gastos de administración

Descripción	Cantidad	Costo Unitario	Mensual	Anual
Gerente	1		1'000.000	
Secretaria de administración	2		500.000	
Auxilio de transporte	0		50.000	
Prestaciones sociales			724.756	21'742.680
Subtotal Gasto Personal				
Contador publico	1		900.000	10'800.000
Ingeniero de Procesos	2	1'700.000	3'400.000	40'800.000
Total asesoría profesional			4'300.000	51'600.000
Papelería			50.000	600.000
Total generales			50.000	600.000
Total legales y generales			4'350.000	52'200.000
Total gastos de administración			7'124.756	9'8542.680

Anexo P. Costo energía de la empresa

Tabla P1. Consumo energético de la planta

Equipo	Cantidad	Consumo de energía (kw/h)	Total costo(kw/h)	Total costo kw/día
Clasificadora	1	1,193	536,85	2.147,7
Tostadora	1	29	13050	52.200
Descascarilladora	1	1,1185	503,32	2.013,3
Molino CUM	1	0,7457	335.5	1.342,26
Tanque de agitación Chocoeasy	2	5,22	2.349	51.678
Atemperadora	1	3	1.350	5.400
TOTAL		45.5		114.781,26

Anexo Q. Costos

Tabla Q1. Costos de mano de obra directa

Descripción	Cantidad	Sueldo (\$/Mes)	Total (\$/Mes)
Mano de obra directa			
Ingeniero de Procesos	2	1700000	3400.000
Operadores de Planta	12	700.000	8400000
BASE		2400000	11800000
Pre-sociales (21.83 %)			2575940
Seguridad social (19.42 %)			2291560
Parafiscales (9%)			826000
Dotaciones (7%)			1062000
TOTAL MANO DE OBRA DIRECTA			18'555.500 222'666.000/Año

Tabla Q2. Costo de servicios industriales

Servicios Industriales	Unidad	Costo (\$/Unidad)	Consumo Al Año	Costo (\$/Año)
Energía Eléctrica	Kwh	450	393120	41321160
Agua	<i>m³</i>	1.219	43200	52'660.800
Alcantarillado	<i>m³</i>	785	2801	2'198.785
TOTAL				96'180.145

Tabla Q3. Costos de materia prima

Materia Prima	Unidad	Costo (\$/Kg)	Kg /Mes	Total (\$/Mes)
Cacao en grano	Kilogramos	5.000	23100	115'500.000
Azúcar pulverizada	Kilogramos	1.800	7368	13'262.400
Manteca de Cacao	Kilogramos	10.000	4920	49'200.000
Lecitina	Kilogramos	7.000	61,68	431760
TOTAL				178'394.160 2.140'729.920/Año

Tabla Q4. Costos de fabricación

Gastos De Fabricación	Medida	Unidades A Usar	Precio Unitario	Costo (Día)	Mes
Empaques	Unidad	10.000	500	5'000.000	150'000.000
Arriendo	unidad	1			2'000.000
Servicios públicos					8015012
Seguro					220.000
TOTAL					160'235.012 1.922'820.144/Año

Tabla Q5. Costos de Equipos

Equipos	Cantidad	Costo Unitario	Costos Total
Limpiadora y clasificadora	1	13'000.000	13'000.000
Tostadora	1	15'000.000	15'000.000
Descascarilladora	1	10'000.000	10'000.000
Molino	1	60'000.000	60'000.000
Conchadora	2	300.000	600'000.000
Atemperadora	1	54'000.000	54'000.000

Continuación Tabla Q5

Equipos	Cantidad	Costo Unitario	Costos Total
Moldes de chocolatinas	10000	40.000	400'000.000
Empacadora	1	27'000.000	27'000.000
Báscula solo peso	1	2'500.000	2'500.000
Mesa de trabajo central	2	1'000.000	2'000.000
TOTAL			431'500.000

Tabla Q6. Costos de muebles y enseres

Detalle	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total
Escritorio	1	180.000	180.000
Sillas ergonómicas	1	100.000	100.000
Archivador	1	220.000	220.000
Sillas atención al publico	2	40.000	80.000
Cafetera	1	60.000	60.000
Papeleras	2	4.000	8.000
TOTAL		604.000	648.000

Tabla Q7. Costos de equipos de oficina

Detalle	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total
Computador	1	1'800.000	1'800.000
Impresora	1	120.000	120.000
telefax	1	200.000	200.000
TOTAL		2'120.000	2'120.000

Tabla Q8. Total Costos Inversión Fija

Descripción	Valor
Equipos	431'500.000
Equipo de oficina	2'120.000
Muebles y enseres	648.000
TOTAL	434'268.000

Tabla Q9. Costos Inversión Diferida

Descripción	Valor
Gastos constitución	1'500.000
Publicidad	1'800.000
Adecuaciones locativas	4'000.000
TOTAL	7'300.000

Tabla Q10. Costos de producción por kilo de chocolatina

Chocolatinas	Año
COSTO PRODUCCIÓN	4.836'808.744
PRODUCCION	2'973.600

COSTO CHOCOLATINA= \$ 1950

Anexo R. Ingredientes y equipos utilizados en laboratorio



Manteca de Cacao



Licor de Cacao



Lecitina



Azúcar

Fuente: Laboratorio de Procesos de Ingeniería Química

Continuación Anexo R



Balanzas Analíticas



Estufa



Equipo de Enfriamiento

Fuente: Laboratorio de Procesos de Ingeniería Química

Continuación Anexo R



Baño Termostático



Mezcladores



Montaje para Conchado

Anexo S. Análisis bromatológico

Equipos utilizados



Mufla



Balanza



Estufa

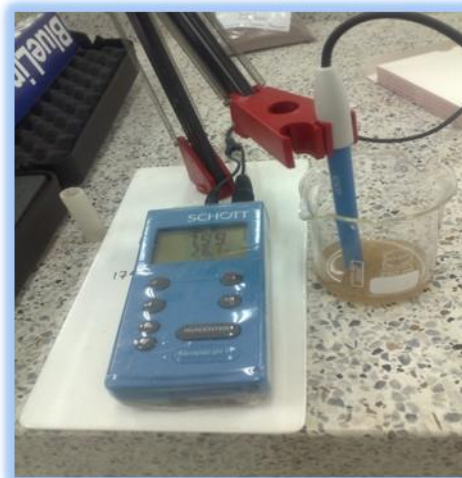


Placa de Calentamiento

Continuación Anexo S



Extracción Soxhlet



pHmetro

CENIZAS

Se determino por método gravimétrico sometiendo la muestra a 350 °C por 1 hora y luego a 550°C por 8 horas AOAC972.15/2002. Representa el aporte de minerales.



Continuación Anexo S

Cálculos

Peso del crisol: 22.1562 gr

Peso crisol + muestra: 24.2418 gr

Peso muestra: 2.0856 gr

Peso crisol + cenizas: 22.2231 gr

Peso cenizas: 0.0669 gr

$$\% \text{ cenizas} = \frac{P_{cen}}{PM} * 100 = \frac{0.0669}{2.0856} * 100 = 3.2 \%$$

HUMEDAD

La muestra se calentó en una estufa a 110°C por 8 horas.AOAC977.1/2002.



Continuación Anexo S

Cálculos

Peso de la caja petri: 45.0989 gr

Peso caja petri + muestra: 52.2136 gr

Peso muestra: 7.1147 gr

Peso caja petri + muestra seca: 51.9613 gr

Peso muestra seca: 6.8624 gr

$$\% \text{ Humedad} = \frac{PM - PMS}{PM} * 100 = \frac{7.1147 - 6.8624}{7.1147} * 100 = 3.54 \%$$

GRASAS

Se determino por método gravimétrico en grasa recuperada aplicando extracción Soxhlet utilizando como reactivo hexano sobre muestra hidrolizada en medio acido (HCl). AOAC963.15/2002.



Continuación Anexo S

Cálculos

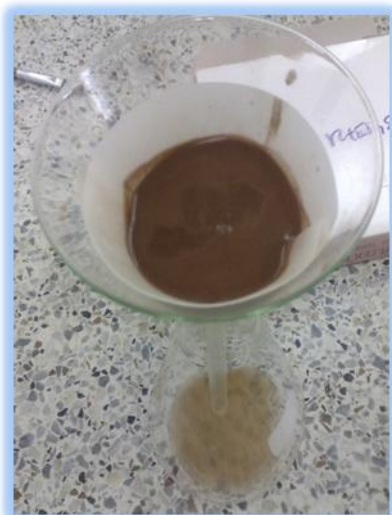
Peso del balón: 108.1549 gr

Peso balón + grasa: 109.3031 gr

Peso de la grasa: 1.1482 gr

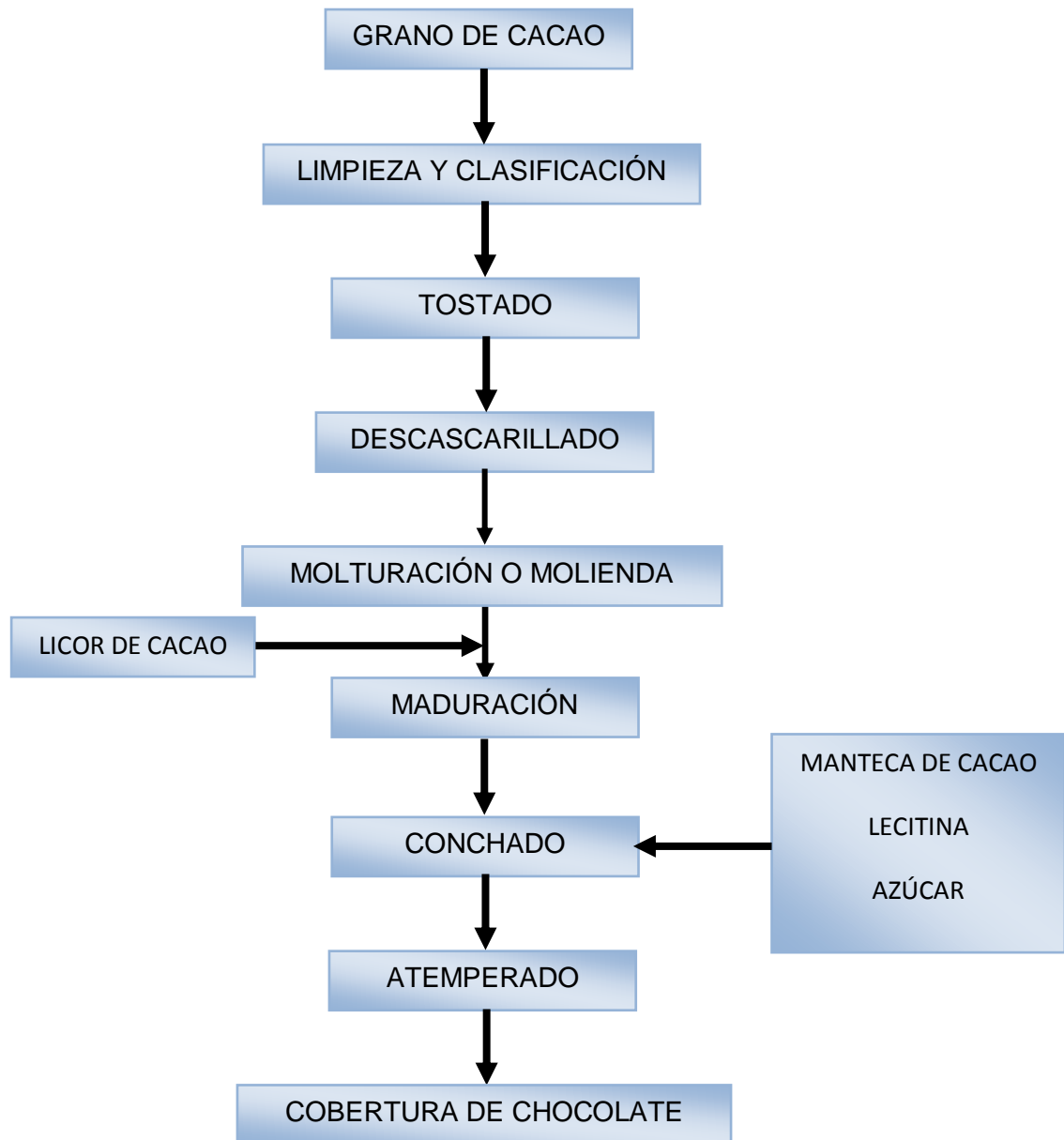
$$\% \text{ Grasa} = \frac{PG}{PM} * 100 = 54.47\%$$

ACIDEZ: Se evaluó por método volumétrico, ayudado por un potenciómetro, debido a que por su color no se veía el viraje del indicador de fenolftaleína, se limito cuando llego a un valor de 8. AOAC923.09/2002.



El índice de acidez del licor de cacao dio como resultado 0.9432 expresado como ácido acético.

Anexo T. Obtención licor de cacao y cobertura de chocolate



Fuente: Laboratorio de Procesos Ingeniería Química UIS

Anexo U. Proceso experimental



Limpieza y Clasificación
Separación entre el 3 y 5%



Tostado
Tiempo: 30-40 min
Temperatura: 120-140 °C



Descascarillado
Porcentaje de cascara de 10-15 %



Molienda
Molino de Pines Empresa Chocolate y Cafe Colosal
Tamaño de partícula aproximado 0.1-0.25 micrometros



Maduración
Tiempo de Almacenamiento del licor entre 40-60°C
Tiempo de maduración 60 ,86,102 horas



Mezclado y Conchado
Temperatura: 60,70,80 °C
Tiempo: 6,7,8 horas



Atemperado
Cambios de temperatura entre 27,55,32 °C



Moldeado y Enfriamiento



Producto Final

Anexo V. Equipos del análisis fisicoquímico



Montaje-Punto de Fusión



Montaje-Viscosidad



Tamaño de Partícula

Fuente: Laboratorio de proceso y química UIS

Anexo W. Punto de fusión-cobertura de chocolate

Tabla W1. Puntos de fusión

MUESTRA	PRIMERA GOTA		FUSIÓN COMPLETA	
	Temperatura (° C)	Tiempo (min)	Temperatura (°C)	Tiempo (min)
14-1	34	5' 10"	48	15' 19"
14-2	35	12' 35"	37	14' 01"
14-3	34	7' 30"	40	14' 30"
15-1	35	3' 15"	47	22' 32"
15-2	35	2' 13"	52	19' 20"
15-3	34	5' 34"	50	16' 02"
16-1	34	10' 32"	53	34' 03"
16-2	34	7' 50"	42	20' 30"
16-3	34	1' 36"	40	5' 46"
Chocolatina Comercial	35	1' 45"	44	5' 10"

Anexo X. Viscosidad-cobertura de chocolate

Tabla X1. Reología muestra 14-1

Viscosity (Cp)	Speed (rpm)	% Torque	Shear Stress(Dinas/cm)	Shear Rate(1/seg)
9.357	003	009	094	001
6.093	006	011	122	002
4.823	009	013	145	003
4.080	012	015	163	004
3.612	015	017	181	005
3.300	018	018	198	006
3.077	021	020	215	007
2.897	024	021	232	008
2.732	026	023	246	009
2.600	029	024	260	010
2.493	032	025	274	011

Fuente: Laboratorio de reología UIS

Tabla X2. Reología muestra 14-2

Viscosity (Cp)	Speed (rpm)	% Torque	Shear Stress(Dinas/cm)	Shear Rate(1/seg)
5.277	006	010	106	002
4.207	009	012	126	003
3.590	012	013	144	004
3.220	015	015	161	005
2.974	018	016	178	006
2.767	021	018	194	007
2.611	024	019	209	008
2.478	026	021	223	009
2.383	029	022	238	010
2.285	032	023	251	011
2.212	035	024	265	012

Fuente: Laboratorio de reología UIS

Tabla X3. Reologia muestra 14-3

Viscosity (Cp)	Speed (rpm)	% Torque	Shear Stress(Dinas/cm)	Shear Rate(1/seg)
9.248	003	009	092	001
6.365	006	012	127	002
5.114	009	014	153	003
4.434	012	016	177	004
3.960	015	018	198	005
3.609	018	020	217	006
3.388	021	022	237	007
3.196	024	024	256	008
3.046	026	025	274	009
2.927	029	027	293	010

Fuente: Laboratorio de reología UIS

Tabla X4. Reología muestra 15-1

Viscosity (Cp)	Speed (rpm)	% Torque	Shear Stress(Dinas/cm)	Shear Rate(1/seg)
5.930	006	011	119	002
4.678	009	013	140	003
3.971	012	015	159	004
3.525	015	016	176	005
3.228	018	018	194	006
2.969	021	019	208	007
2.802	024	021	224	008
2.647	026	022	238	009
2.524	029	023	252	010
2.433	032	025	268	011

Fuente: Laboratorio de reología UIS

Tabla X5. Reología muestra 15-2

Viscosity (Cp)	Speed (rpm)	% Torque	Shear Stress(Dinas/cm)	Shear Rate(1/seg)
4.062	009	011	122	003
3.427	012	013	137	004
3.025	015	014	151	005
2.756	018	015	165	006
2.565	021	016	180	007
2.394	024	018	191	008
2.285	026	019	206	009
2.165	029	020	217	010
2.087	032	021	230	011
2.004	035	022	240	012

Fuente: Laboratorio de reología UIS

Tabla X6. Reología muestra 15-3

Viscosity (Cp)	Speed (rpm)	% Torque	Shear Stress(Dinas/cm)	Shear Rate(1/seg)
8.704	003	008	087	001
5.658	006	010	113	002
4.461	009	012	134	003
3.808	012	014	152	004
3.395	015	016	170	005
3.065	018	017	184	006
2.860	021	018	200	007
2.693	024	020	215	008
2.551	026	021	230	009
2.437	029	022	244	010
2.354	032	024	259	011

Fuente: Laboratorio de reología UIS

Tabla X7. Reología muestra 16-1

Viscosity (Cp)	Speed (rpm)	% Torque	Shear Stress(Dinas/cm)	Shear Rate(1/seg)
10.010	003	009	100	001
6.365	006	012	127	002
4.969	009	014	149	003
4.189	012	015	168	004
3.721	015	017	186	005
3.391	018	019	203	006
3.140	021	020	220	007
2.938	024	022	235	008
2.780	026	023	250	009
2.655	029	024	265	010
2.542	032	026	280	011

Fuente: Laboratorio de reología UIS

Tabla X8. Reología muestra 16-2

Viscosity (Cp)	Speed (rpm)	% Torque	Shear Stress(Dinas/cm)	Shear Rate(1/seg)
8.378	003	008	084	001
5.386	006	010	108	002
4.279	009	012	128	003
3.645	012	013	146	004
3.264	015	015	163	005
2.956	018	016	177	006
2.751	021	018	193	007
2.584	024	019	207	008
2.454	026	020	221	009
2.350	029	022	235	010
2.255	032	023	248	011

Fuente: Laboratorio de reología UIS

Tabla X9. Reología muestra 16-3

Viscosity (Cp)	Speed (rpm)	% Torque	Shear Stress(Dinas/cm)	Shear Rate(1/seg)
8.051	003	007	081	001
5.222	006	010	104	002
4.098	009	011	123	003
3.509	012	013	140	004
3.112	015	014	156	005
2.847	018	016	171	006
2.627	021	017	184	007
2.475	024	018	198	008
2.357	026	019	212	009
2.241	029	021	224	010
2.156	032	022	237	011

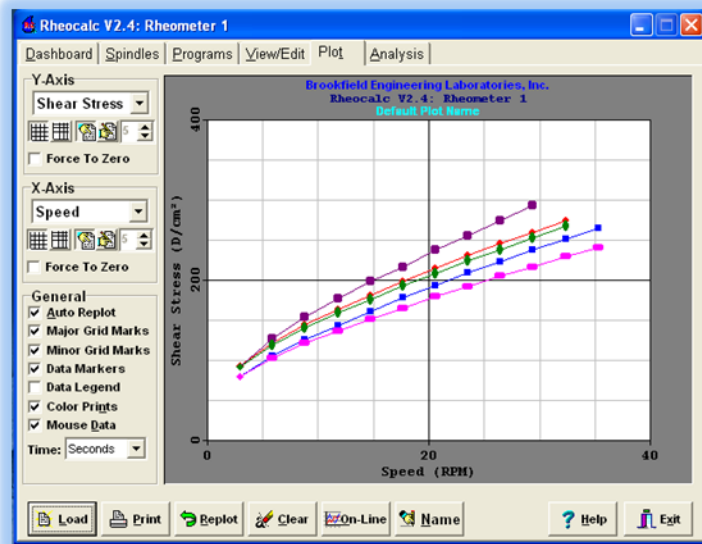
Fuente: Laboratorio de reología UIS

Tabla X10. Reología Chocolatina Comercial

Viscosity (Cp)	Speed (rpm)	% Torque	Shear Stress(Dinas/cm)	Shear Rate(1/seg)
27.526	003	025	275	001
15.830	006	029	317	002
11.642	009	032	349	003
9.384	012	035	375	004
7.986	015	037	399	005
7.036	018	039	422	006
6.310	021	041	442	007
5.766	024	042	461	008
5.343	026	044	481	009
4.983	029	046	498	010
4.688	032	047	516	011

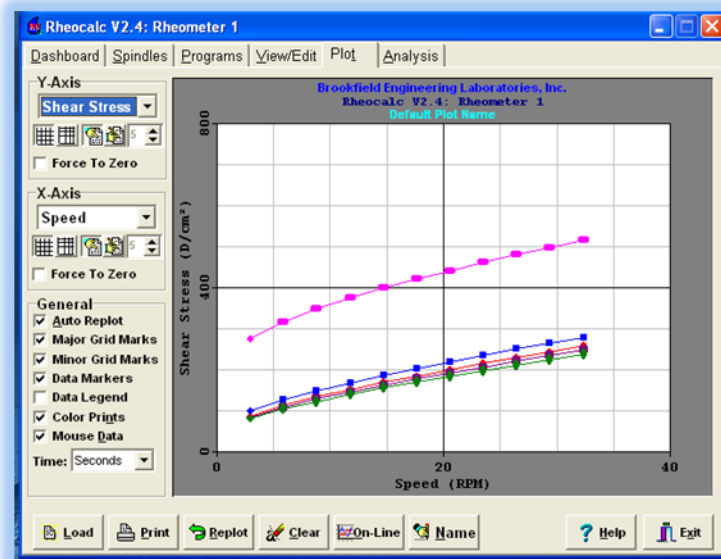
Fuente: Laboratorio de reología UIS

Figura X1. Diagrama esfuerzo vs rpm (muestras 14-1, 14-2, 14-3, 15-1, 15-2)*



* 14-1 (Rojo), 14-2 (Azul), 14-3 (Morado), 15-1 (Verde), 15-2 (Fucsia)

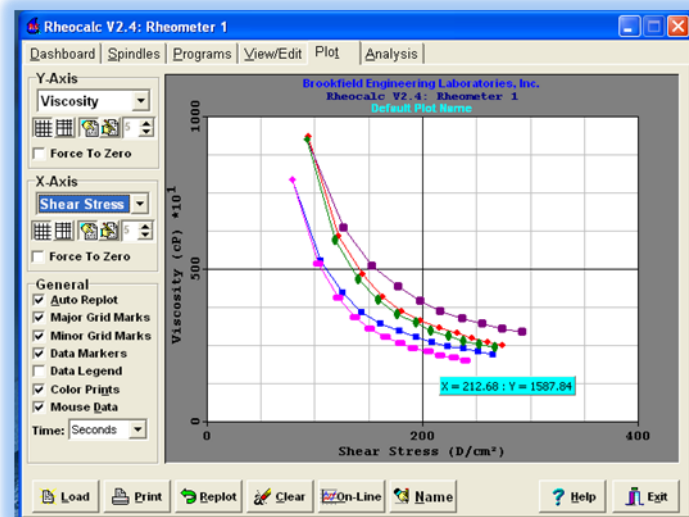
Figura X2. Diagrama esfuerzo vs rpm (muestras 15-3, 16-1, 16-2, 16-3, comercial)*



* 15-3 (Rojo), 16-1 (Azul), 16-2 (Morado), 16-3 (Verde), comercial (Fucsia)

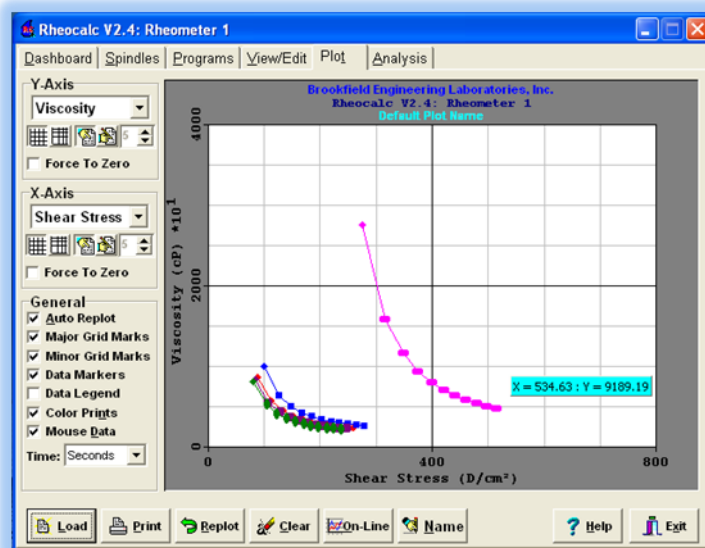
Fuente: Laboratorio de reología UIS

Figura X3. Diagrama viscosidad vs esfuerzo (muestras 14-1, 14-2, 14-3, 15-1, 15-2)*



* 14-1 (Rojo), 14-2 (Azul), 14-3 (Morado), 15-1 (Verde), 15-2 (Fucsia)

Figura X4. Diagrama viscosidad vs esfuerzo (muestras 15-3, 16-1, 16-2, 16-3, comercial)*



* 15-3 (Rojo), 16-1 (Azul), 16-2 (Morado), 16-3 (Verde), comercial (Fucsia)

Fuente: Laboratorio de reología UIS

Figura X5. Diagrama modelo Bingham chocolatina comercial

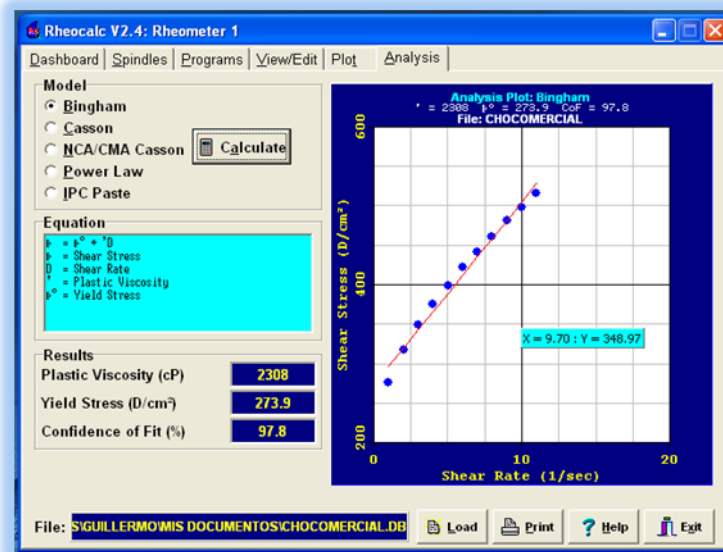
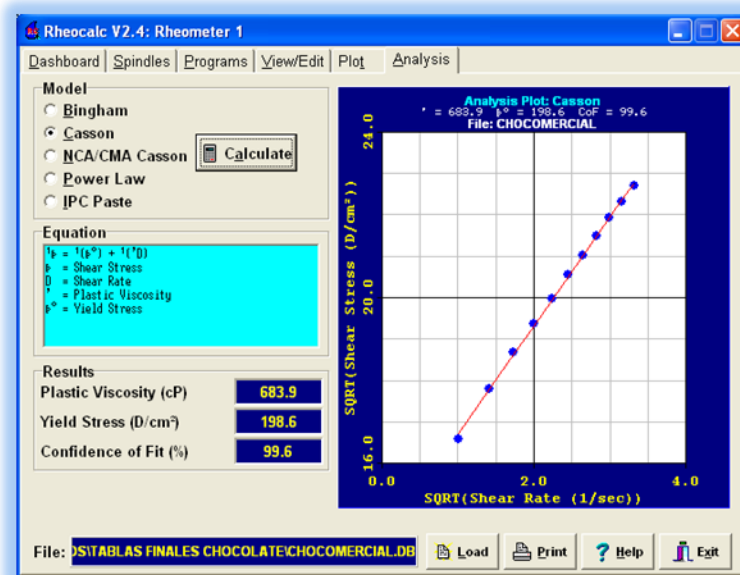


Figura X6. Diagrama modelo Casson chocolatina comercial



Fuente: Laboratorio de reología UIS

Figura X7. Diagrama modelo Bingham muestra 14-1

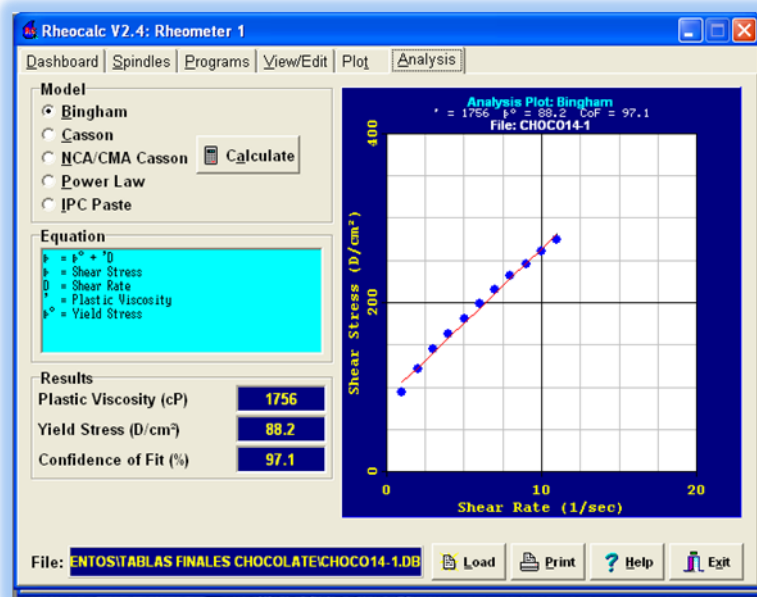
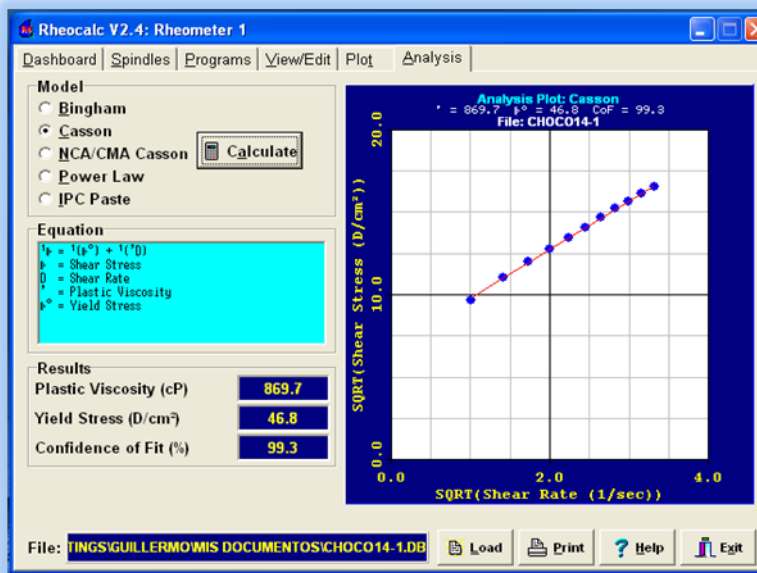


Figura X8. Diagrama modelo Casson muestra 14-1



Fuente: Laboratorio de reología UIS

Figura X9. Diagrama modelo Bingham muestra 14-2

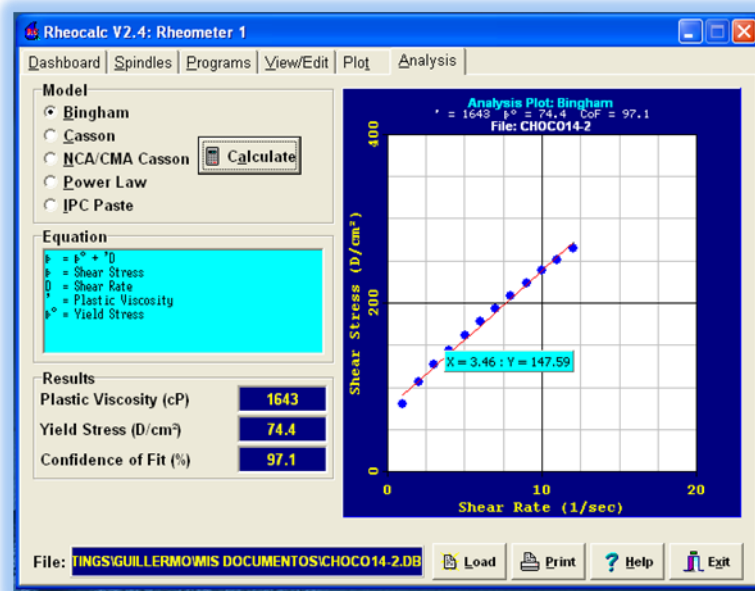
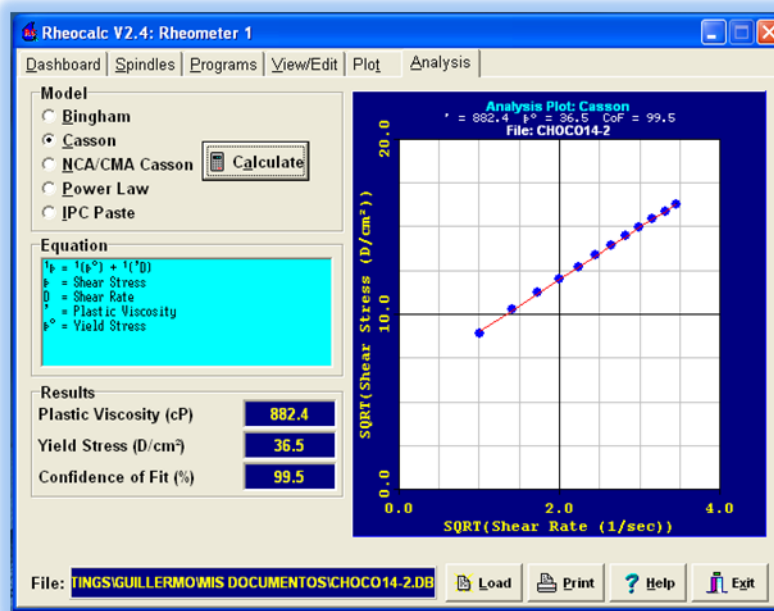


Figura X10. Diagrama modelo Casson muestra 14-2



Fuente: Laboratorio de reología UIS

Figura X11. Diagrama modelo Bingham muestra 14-3

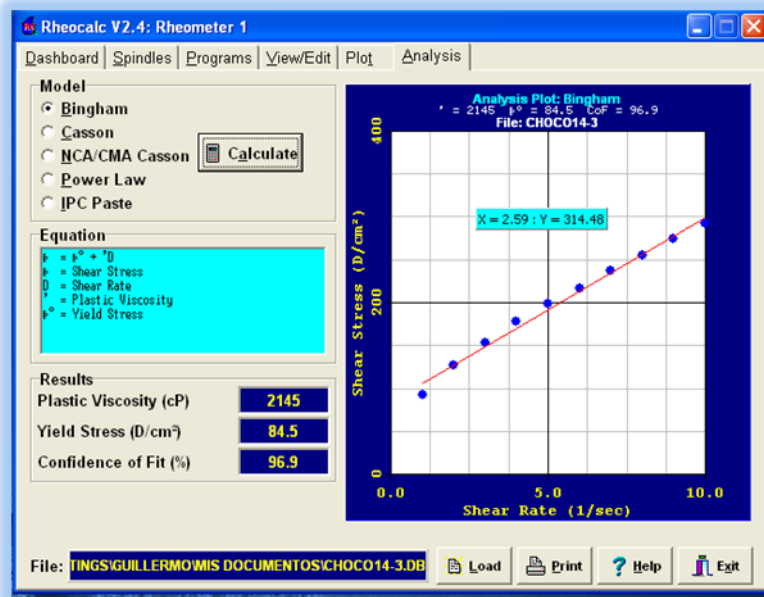
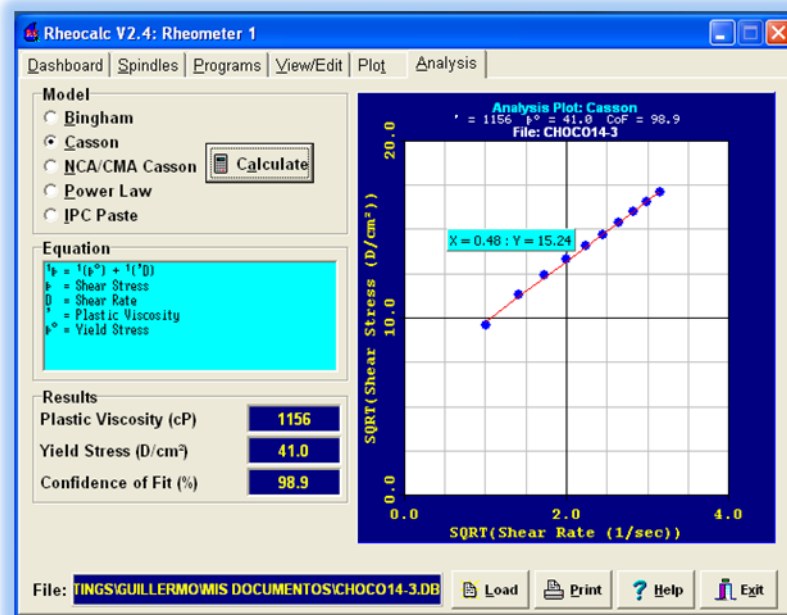


Figura X12. Diagrama modelo Casson muestra 14-3



Fuente: laboratorio de Reologia UIS

Figura X13. Diagrama modelo Bingham muestra 15-1

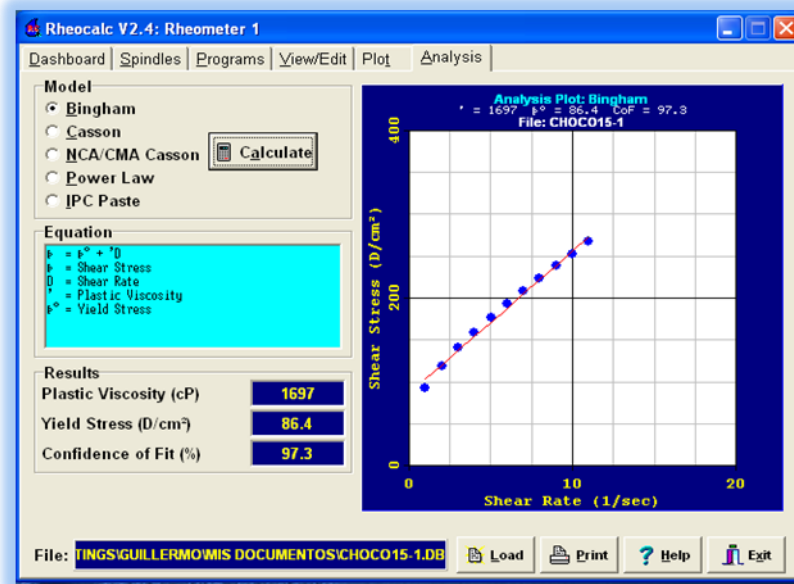
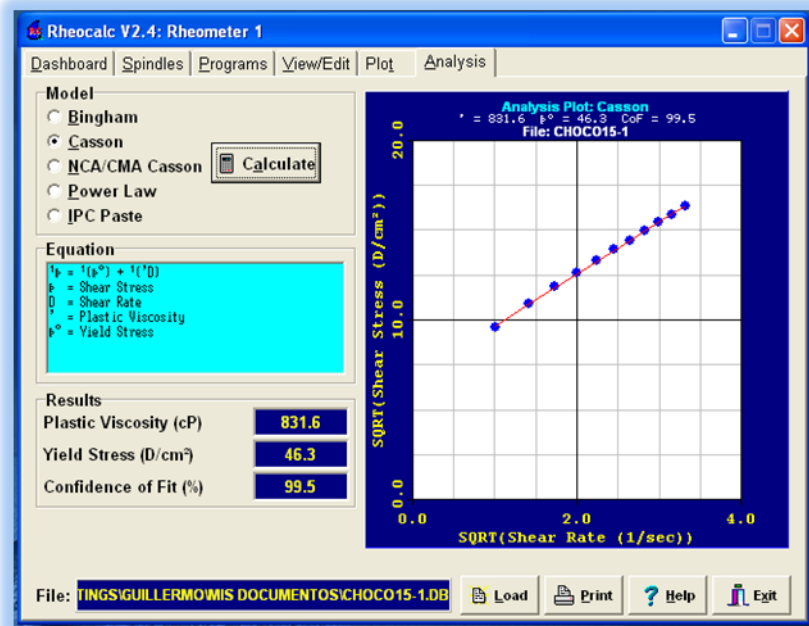


Figura X14. Diagrama modelo Casson muestra 15-1



Fuente: Laboratorio de reología UIS

Figura X15. Diagrama modelo Bingham muestra 15-2

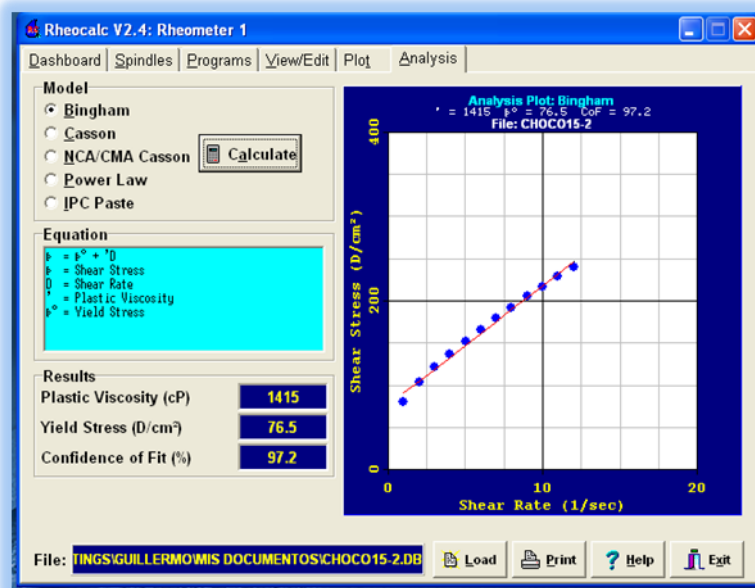
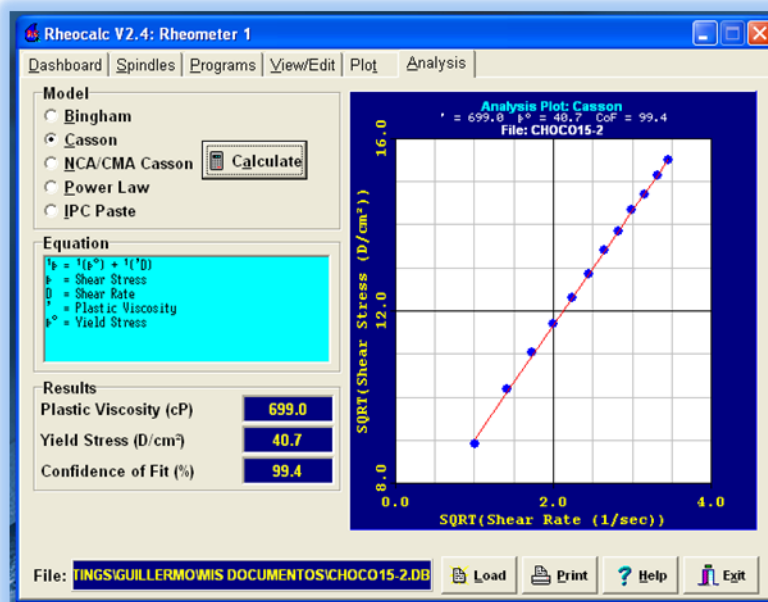


Figura X16. Diagrama modelo Casson muestra 15-2



Fuente: Laboratorio de reología UIS

Figura X17. Diagrama modelo Bingham muestra 15-3

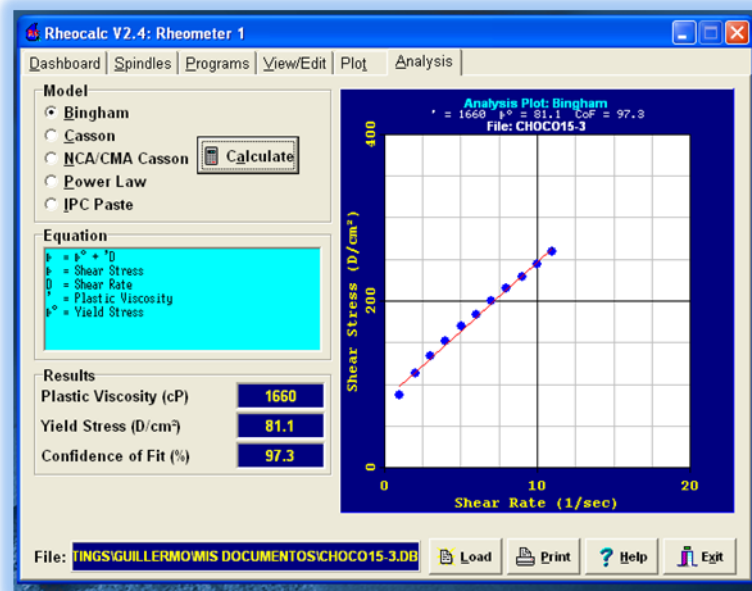
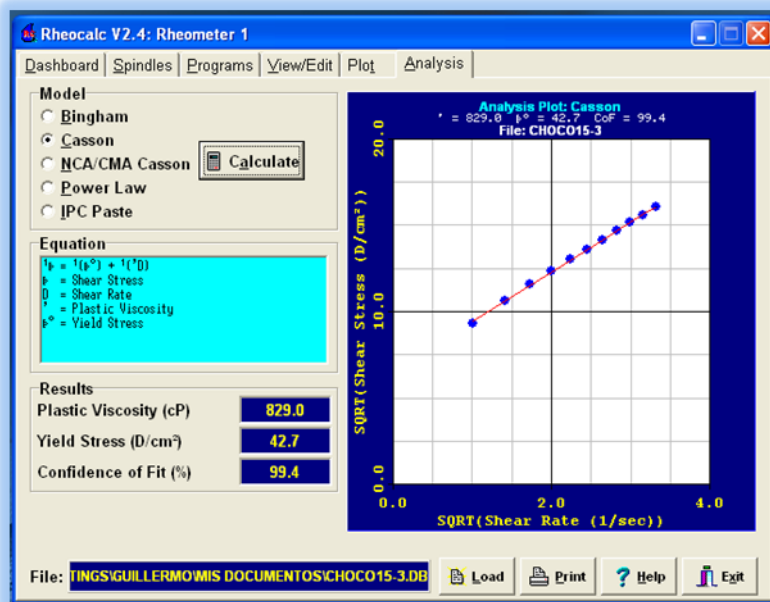


Figura W18. Diagrama modelo Casson muestra 15-3



Fuente: Laboratorio de reología UIS

Figura W19. Diagrama modelo Bingham muestra 16-1

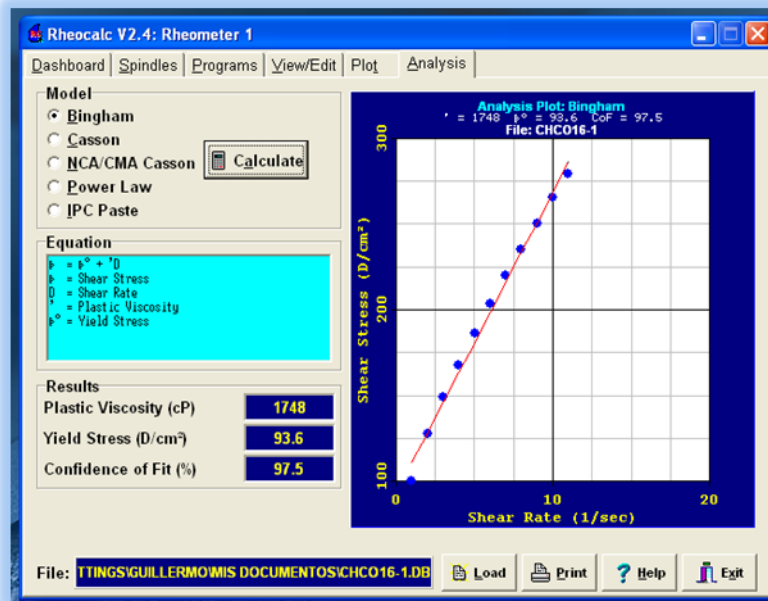
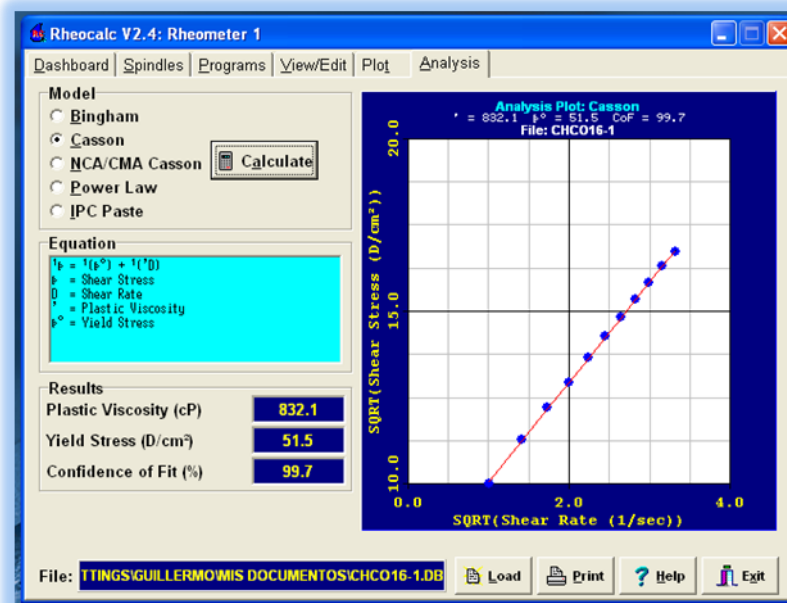


Figura X20. Diagrama modelo Casson muestra 16-1



Fuente: Laboratorio de reología UIS

Figura X21. Diagrama modelo Bingham muestra 16-2

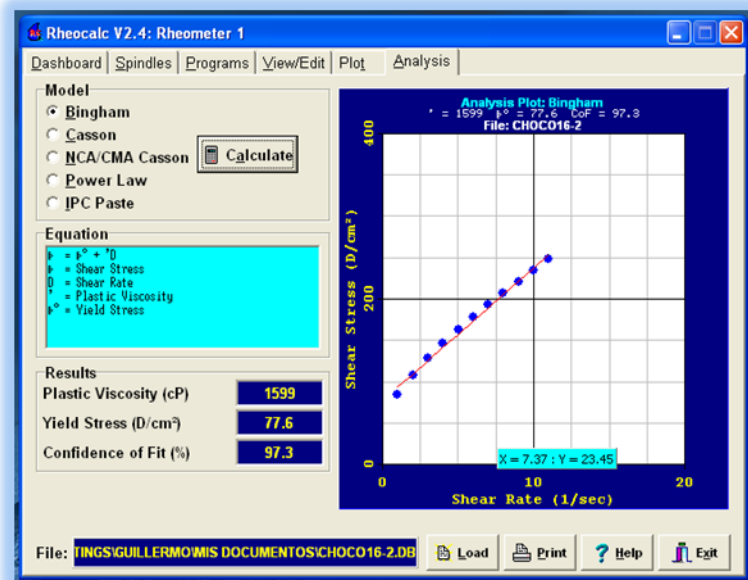
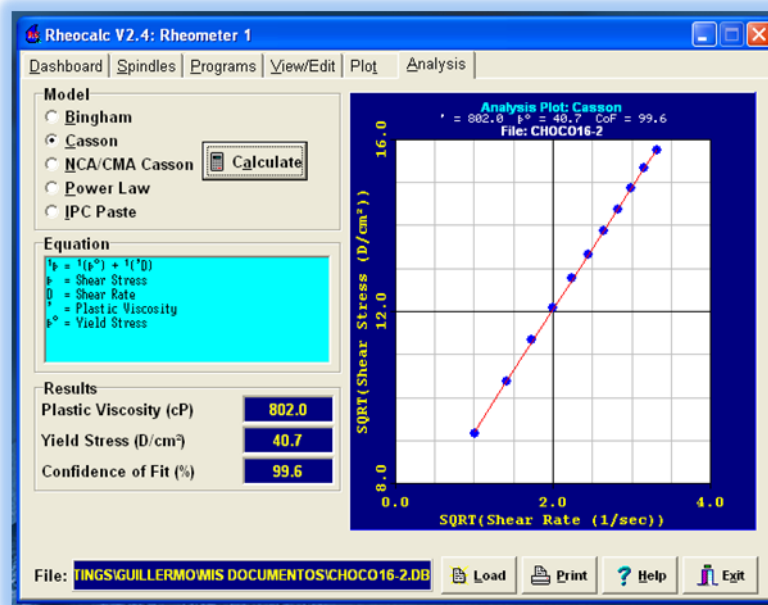


Figura X22. Diagrama modelo Casson muestra 16-2



Fuente: Laboratorio de reología UIS

Figura X23. Diagrama modelo Bingham muestra 16-3

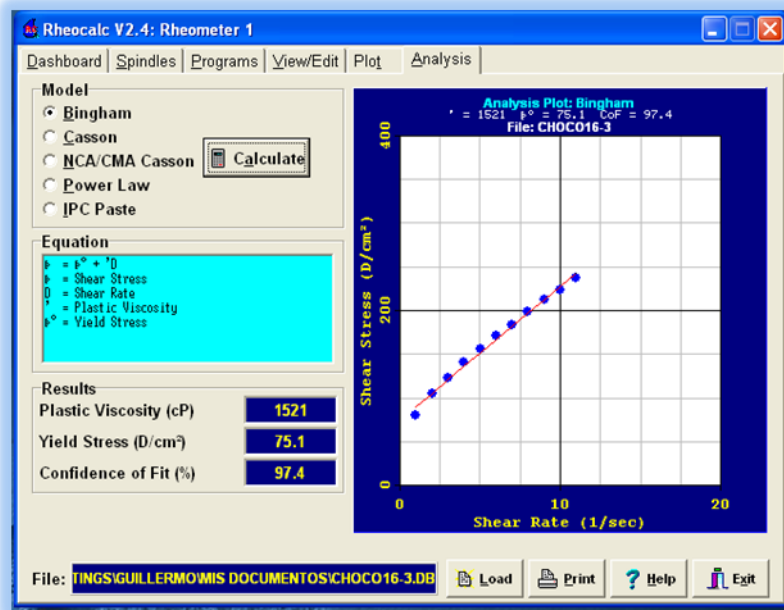
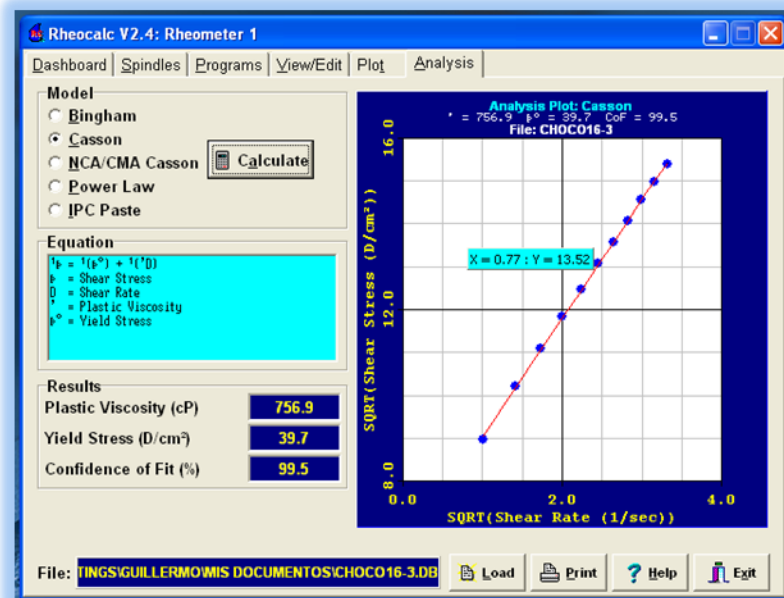


Figura X24. Diagrama modelo Casson muestra 16-3



Fuente: Laboratorio de reología UIS

Anexo Y. Tamaño de partícula

Figura Y1. Muestra 14-1 (tamaño de partícula 0.1 μm)

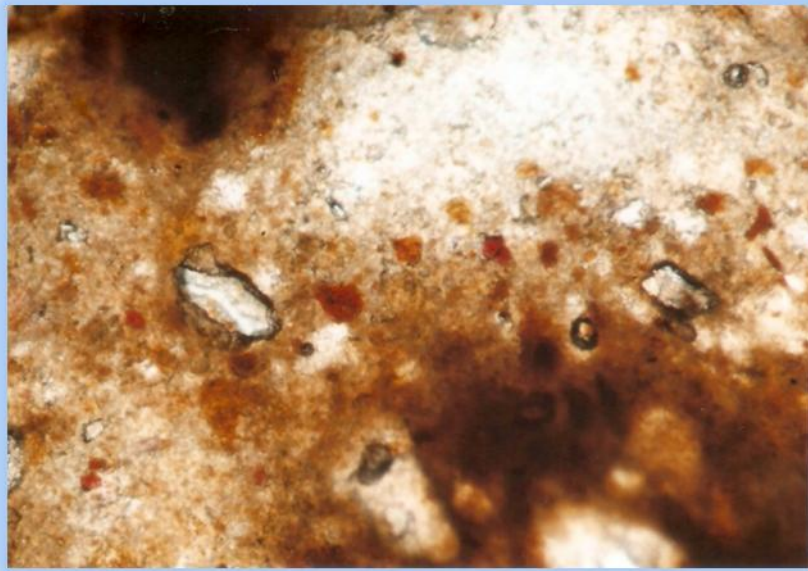
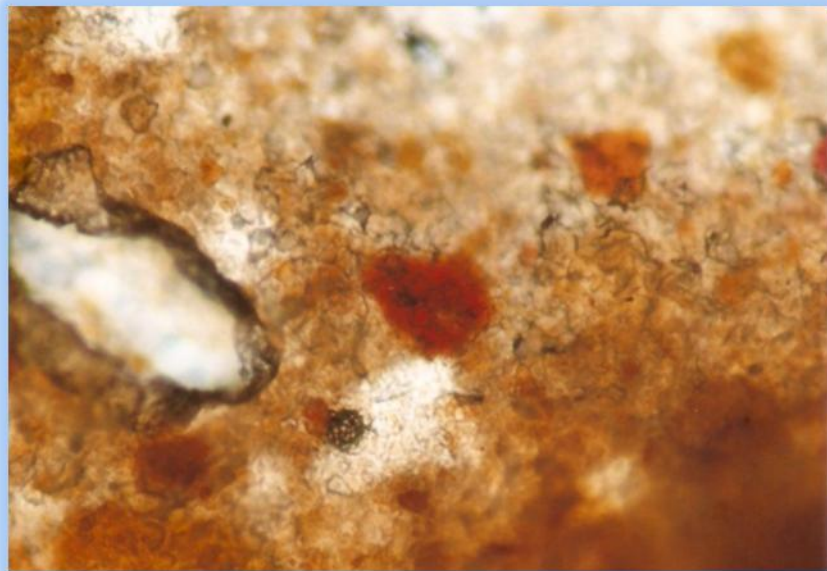


Figura Y2. Muestra 14-1 (tamaño de partícula 0.25 μm)



Fuente: Laboratorio de distribución y tamaño de partículas UIS

Figura Y3. Muestra 15-2 (tamaño de partícula 0.1 μm)

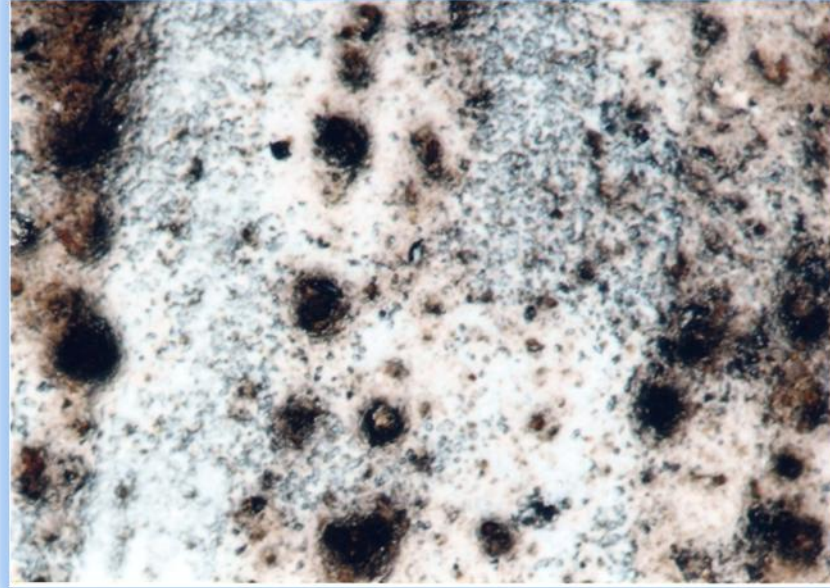
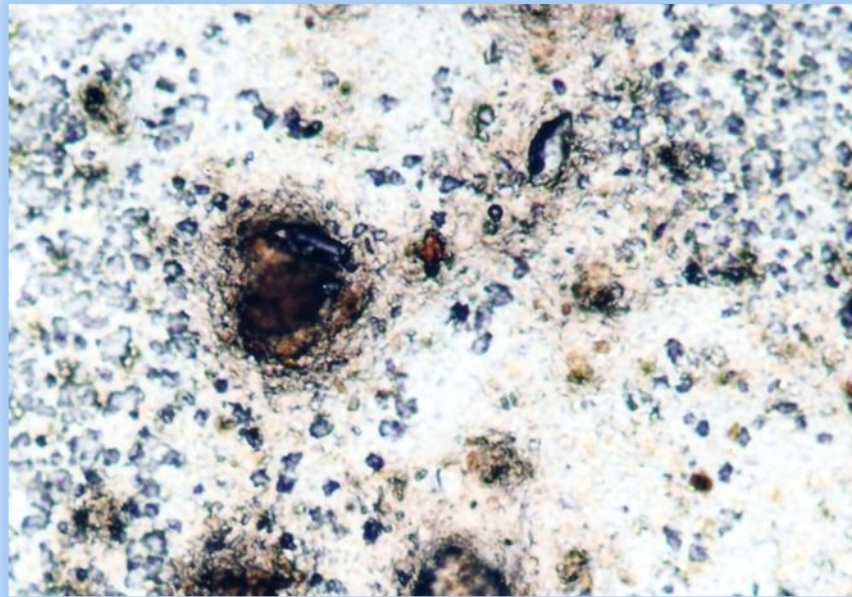


Figura Y4. Muestra 15-2 (tamaño de partícula 0.25 μm)



Fuente: Laboratorio de distribución y tamaño de partículas UIS

Figura Y5. Muestra 16-2 (tamaño de partícula 0.1 μm)

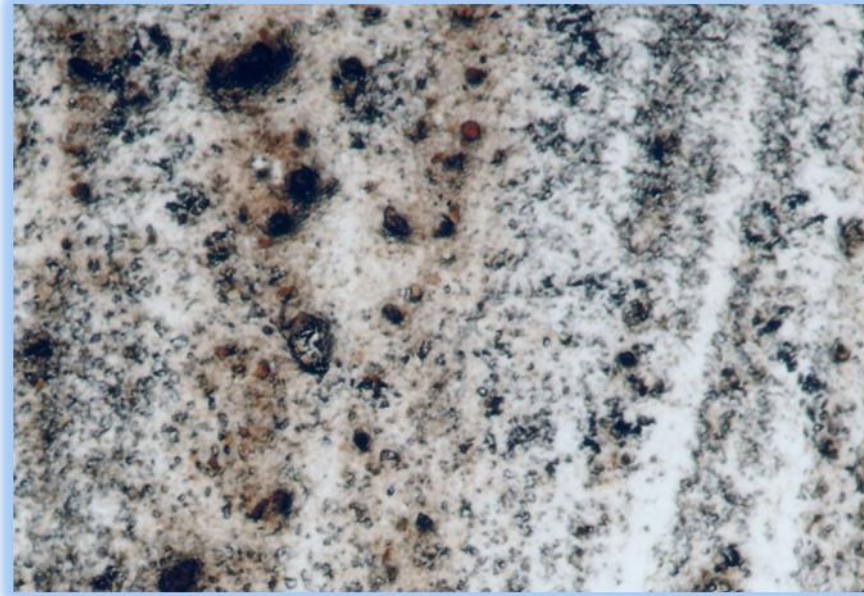
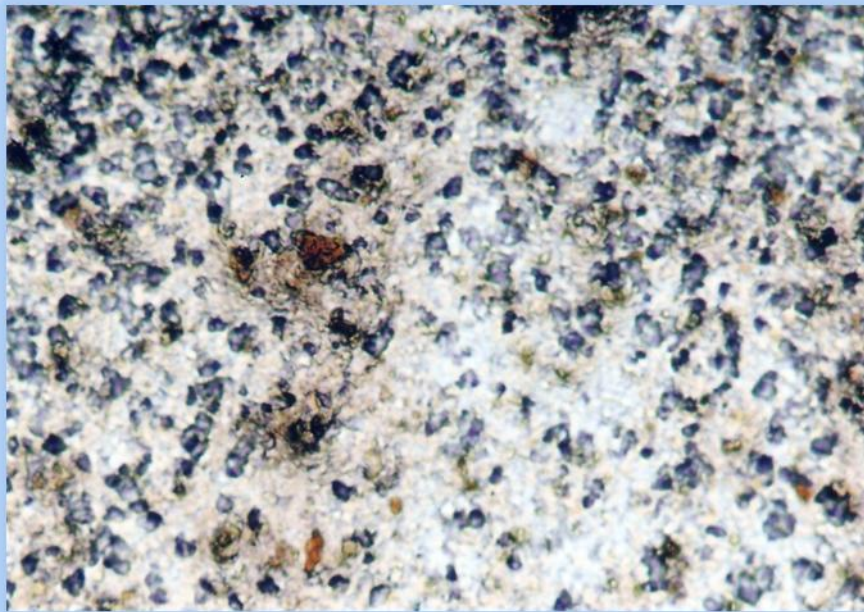


Figura Y6. Muestra 16-2 (tamaño de partícula 0.25 μm)



Fuente: Laboratorio de distribución y tamaño de partículas UIS

Figura Y7. Azúcar (tamaño de partícula 0.1 μm)

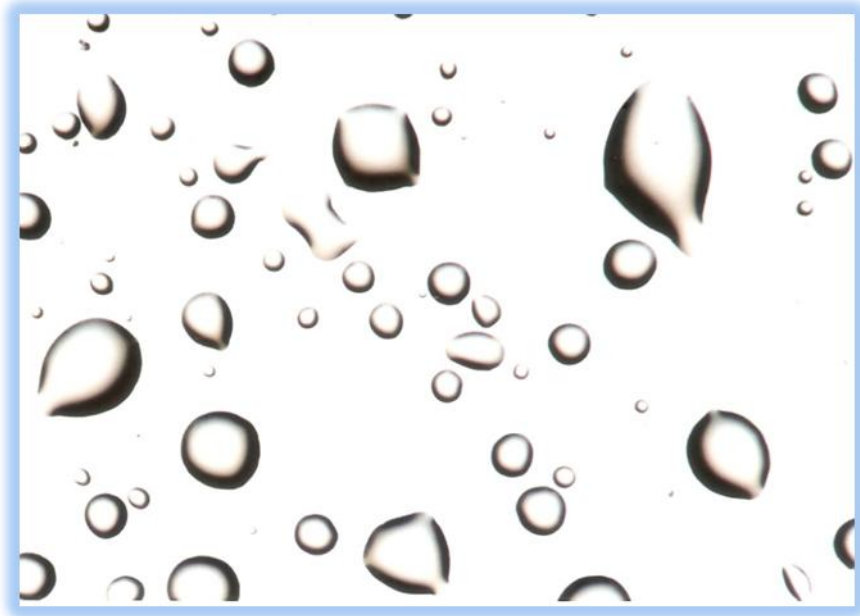
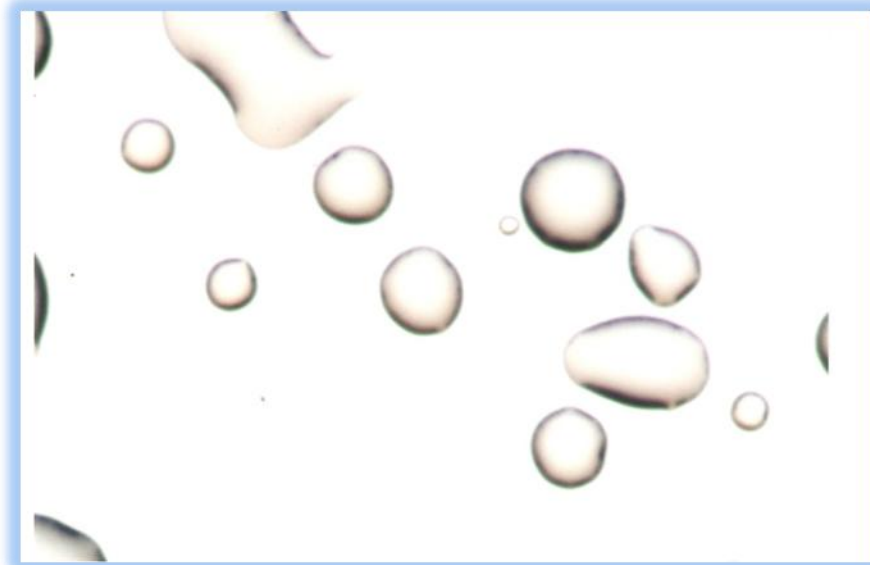


Figura Y8. Azúcar (tamaño de partícula 0.25 μm)



Fuente: Laboratorio de distribución y tamaño de partículas UIS

Figura Y9. Azúcar húmeda (tamaño de partícula 0.1 μm)

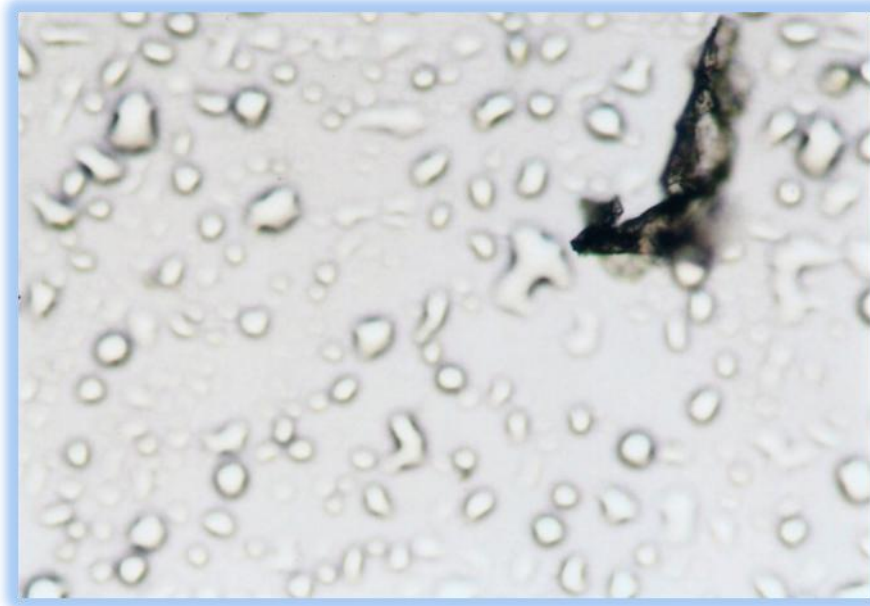


Figura Y10. Azúcar húmeda (tamaño de partícula 0.25 μm)



Fuente: Laboratorio de distribución y tamaño de partículas UIS

Figura Y11. Muestra comercial (tamaño de partícula 0.1 μm)

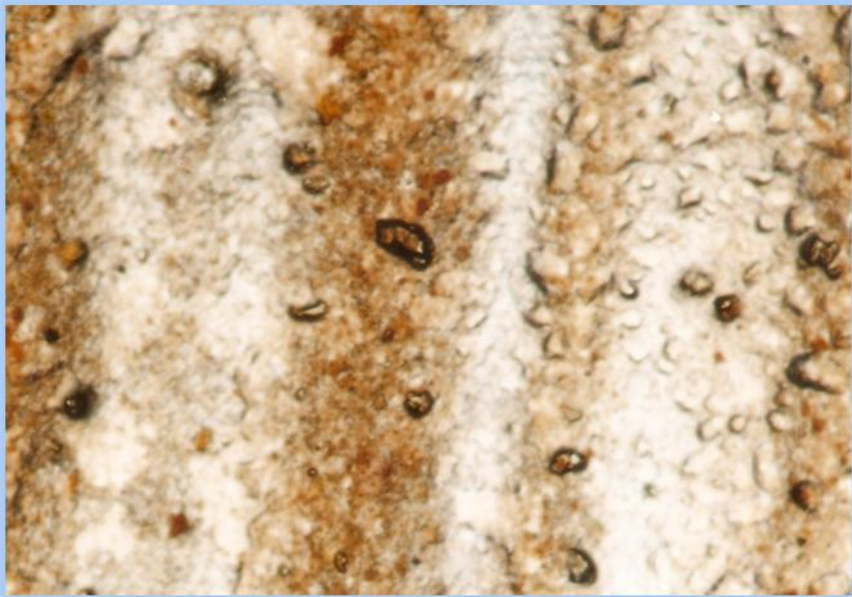
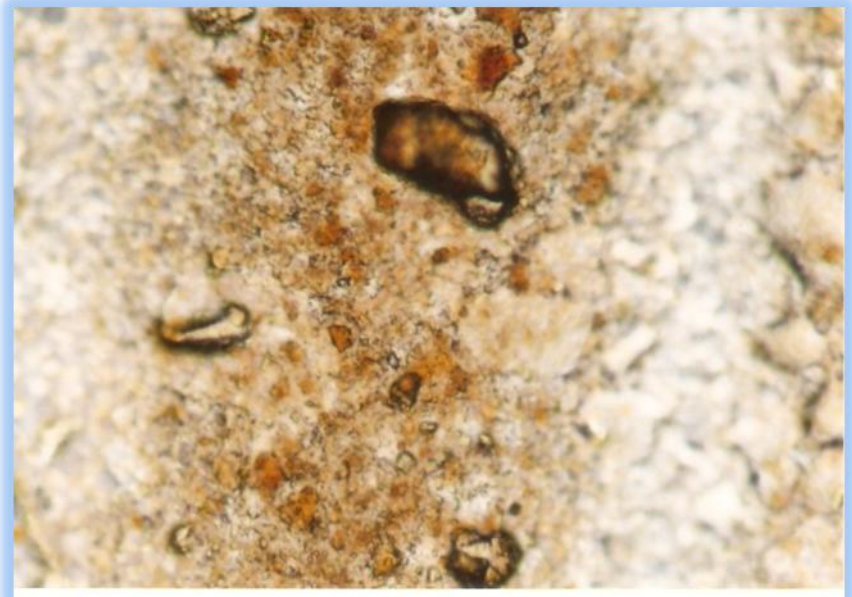


Figura Y12. Azúcar húmeda (tamaño de partícula 0.25 μm)



Fuente: Laboratorio de distribución y tamaño de partículas UIS

Figura Y13. Lecitina (tamaño de partícula 0.1 μm)

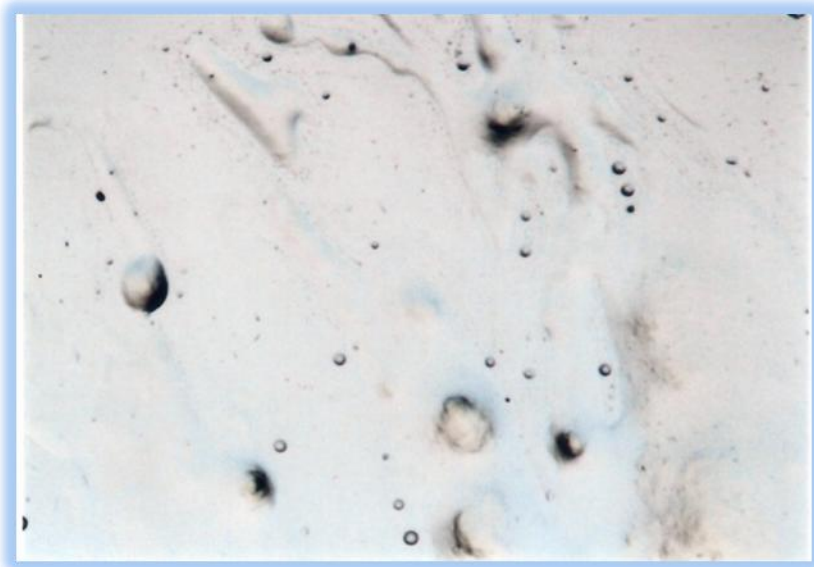
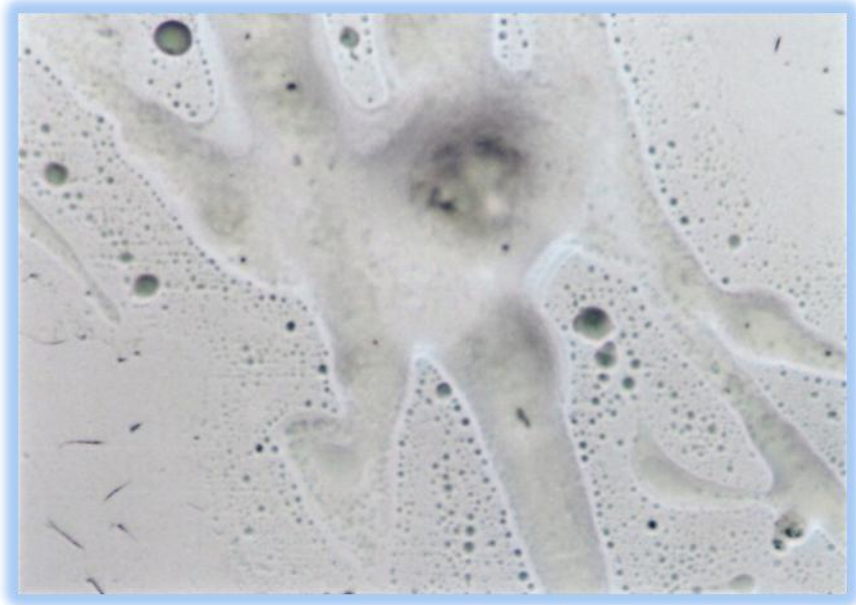


Figura Y14. Lecitina (tamaño de partícula 0.25 μm)



Fuente: Laboratorio de distribución y tamaño de partículas UIS

Figura Y15. Licor de cacao (tamaño de partícula 0.1 μm)

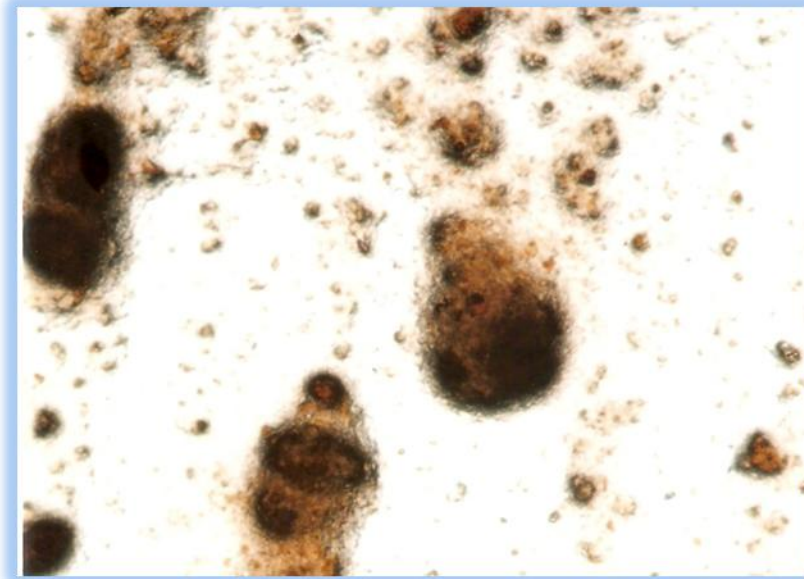
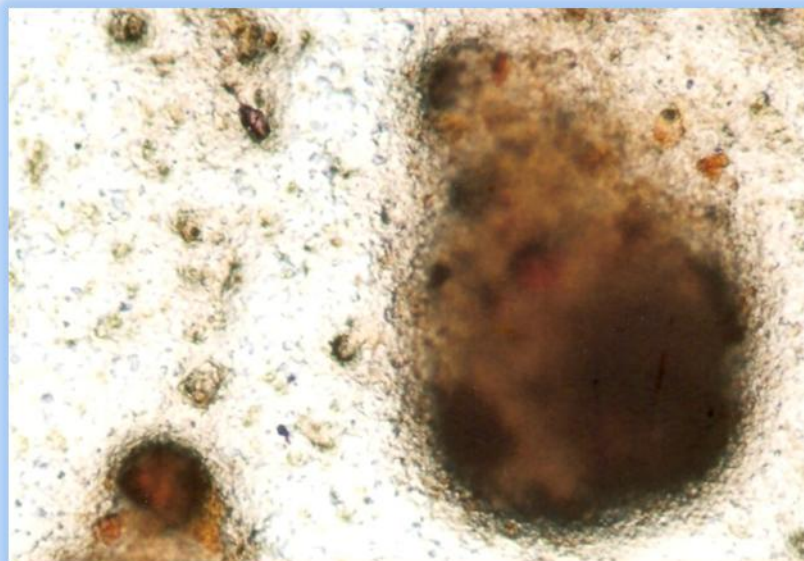


Figura Y16. Licor de cacao (tamaño de partícula 0.25 μm)



Fuente: Laboratorio de distribución y tamaño de partículas UIS

Figura Y17. Licor de cacao aglomerado (tamaño de partícula 0.25 μm)

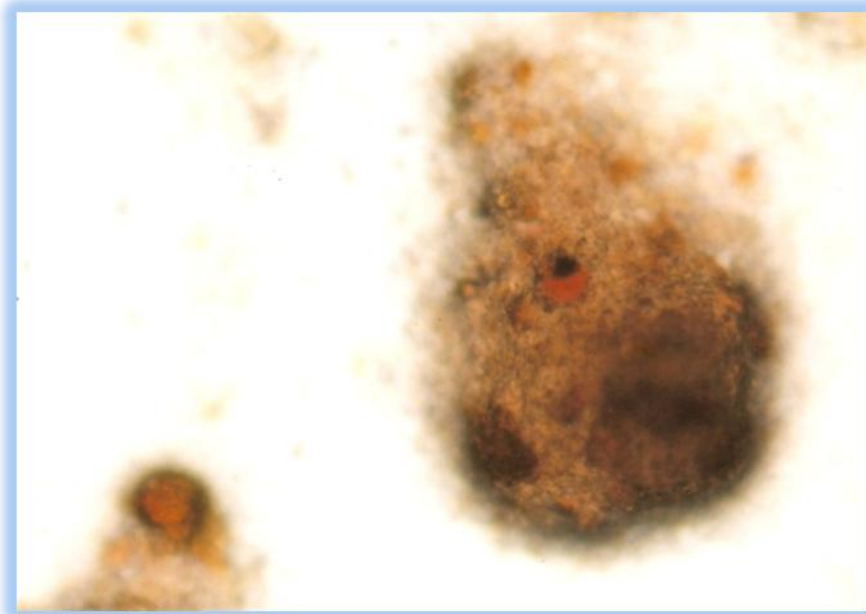
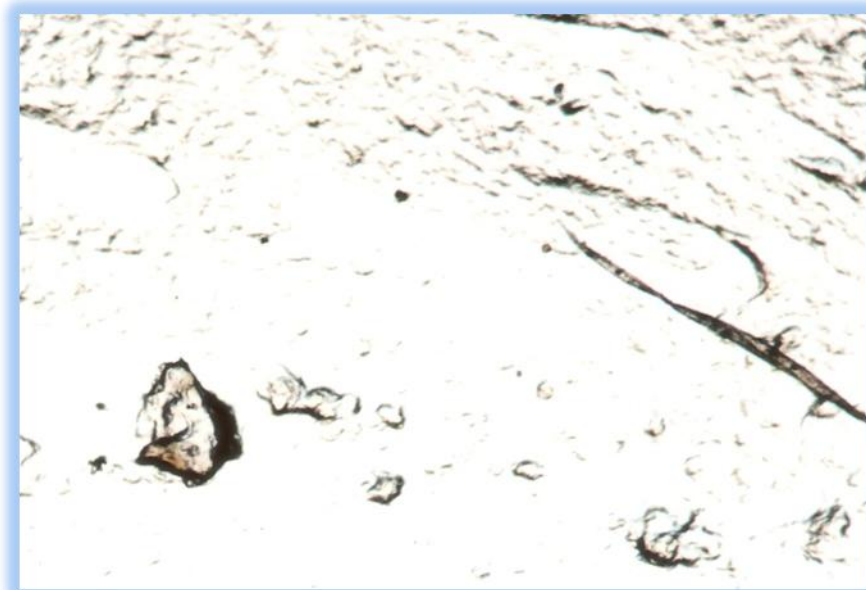


Figura Y18. Manteca de cacao (tamaño de partícula 0.1 μm)

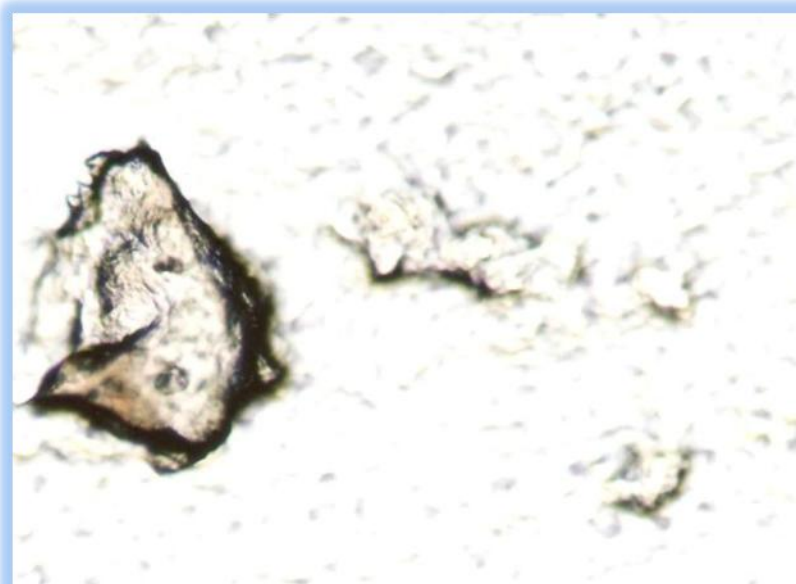


Fuente: Laboratorio de distribución y tamaño de partículas UIS

Figura Y19. Manteca de cacao (tamaño de partícula 0.25 μm)



Figura Y20. Manteca de cacao aglomerada (tamaño de partícula 0.25 μm)



Fuente: Laboratorio de distribución y tamaño de partículas UIS

Anexo Z. Análisis sensorial de muestras de cobertura de chocolate

Tabla Z1. Análisis sensorial*

Muestra	Sabores Básicos			
	Chocolate	Acidez	Amargor	Astringencia
14-1	3.5	2.5	3	0
14-2	3.5	1.3	2.3	0.85
14-3	4	1.75	3.5	2
15-1	4	1	3.75	1.25
15-2	4.1	0.5	2,7	0.83
15-3	4.2	1	3.35	1
16-1	4.5	1.25	3.25	2.25
16-2	4.25	1	2.5	1.25
16-3	4.3	3.2	2.5	1.07

* Escala hedónica de 1-5 que las personas describen el grado del sabor según los parámetros de acidez, chocolate, amargor y astringencia.

Fuente: Fedecacao

Figura Z1. Análisis sensorial

