



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la
Producción

“Evaluación del Comportamiento del Polirricinoleato de Poliglicerol
en los Sucedáneos del Chocolate”

TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN

Previo a la obtención de Título de:

INGENIEROS DE ALIMENTOS

Presentada por:

JESSICA MARIBEL CELI CELI
TOBÍAS DAVID VELOZ OLIVARES

GUAYAQUIL – ECUADOR

AÑO: 2014

AGRADECIMIENTO

A Dios por la dicha de seguir viviendo, a mis padres que me apoyaron con su gran esfuerzo en mi educación, especialmente en haberme inculcado valores que me han hecho crecer cada día.

A mi compañero de vida Byron que incondicionalmente me motivó a salir adelante en este proceso, a mi hermana Lisseth por su colaboración.

A Tobías mi compañero del trabajo final de graduación y amigo con quien compartimos este arduo trabajo, a Gabriela Chávez por su amistad y por

su ayuda en el desarrollo de este trabajo.

A la Ing. Ana María Costa, mi directora de este trabajo final de graduación, por su aporte y guía en este trabajo, y finalmente al Ing. William Olivares por su contribución en la realización de este Trabajo.

Jessica

DEDICATORIA

A DIOS

MIS PADRES

MI ESPOSO

MI HIJA

MIS AMIGOS

AGRADECIMIENTO

A Dios, a mi familia y amigos por su esfuerzo y ayuda durante toda mi carrera universitaria.

A mi esposa Juliana Cedeño por su apoyo incondicional

A mi directora del trabajo final de graduación, y una de mis mejores maestras la Ing. Ana María Costa, por ser nuestra tutora durante el desarrollo de este trabajo final.

A mi compañera del trabajo final y amiga Jessica Celi por su dedicación y paciencia.

A la empresa Erolcorp S.A. y a todo su personal, en especial al Ing. William Olivares por permitirnos realizar los ensayos en sus instalaciones.

Tobias

DEDICATORIA

A Dios, por darme la fortaleza y la sabiduría para cumplir mis metas

A toda mi familia por ser el pilar fundamental en mi formación, en especial, a mi Madre por sus consejos y por ser un ejemplo de superación,

A mi Abuelita por ser la persona que me brindo su apoyo incondicional, y

A mi tío por ser mi ejemplo y mentor en mi etapa de crecimiento profesional.

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN



Dr. Kleber Barcia V., Ph.D.
DECANO DE LA FIMCP
PRESIDENTE



MSc. Ana María Costa V.
DIRECTORA DEL TFG



MSc. Haydeé Torres C.
VOCAL

DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de este Trabajo Final de Graduación, nos corresponde exclusivamente, y el patrimonio intelectual del mismo a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”

(Reglamento de Graduación de la ESPOL)



Jessica Maribel Celi Celi



Tobías David Veloz Olivares

RESUMEN

El chocolate es un alimento realizado a partir de las semillas del árbol de cacao. En la confección entran obligatoriamente la pasta de cacao, manteca de cacao y otros ingredientes esenciales como azúcar, leche, aditivos como la vainillina, lecitina de soya, entre otros.

Dentro de los productos de Chocolate se encuentra uno que se ha venido perfilando de gran importancia dentro de la industria chocolatera. Se trata del llamado “compound”, que es ni más ni menos, un sucedáneo del chocolate. Es conocido como un producto de la industria confitera que imita al chocolate y donde la manteca de cacao ha sido reemplazada de manera parcial o total por aceites vegetales. En estos sucedáneos se utiliza el emulsificante Polirricinoleato de Poliglicerol el cual modifica las características de fluidez en productos de chocolate y basados en cacao.

El objetivo principal de este trabajo fue evaluar el comportamiento del Polirricinoleato de Poliglicerol en diferentes sucedáneos de chocolate. Para lograrlo se analizó el efecto emulsificante del Polirricinoleato de Poliglicerol (PGPR) en la formulación a diferentes concentraciones. Posteriormente se evaluó el impacto de la modificación de la formulación con PGPR sobre

características de viscosidad y finura, además se realizó una evaluación sensorial donde se determinó el grado de aceptación por parte los consumidores.

Finalmente se hizo un análisis de costos de formulación a la fórmula seleccionada, los cuáles incluyeron costos de materia prima, costo de material de empaque, y costos de elaboración de dicho producto. Para identificar el impacto económico que represente a la empresa. Con este trabajo final de graduación se buscó brindar una nueva opción de producto para la industria del chocolate como una alternativa a la barra ya existente. Ofreciendo además un producto con mayor accesibilidad económica y agradable para el consumidor.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN.....	ii
ÍNDICE GENERAL.....	iv
ABREVIATURAS.....	vi
SIMBOLOGÍA.....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	viii
ÍNDICE DE TABLAS.....	ix
INTRODUCCIÓN.....	1
 CAPÍTULO 1	
1. GENERALIDADES.....	2
1.1. Justificación del Proyecto.....	2
1.2. Objetivos.....	3
1.2.1. Objetivo General.....	3
1.2.2. Objetivos Específicos.....	3
1.3. Chocolate.....	4
1.4. Sucedáneo de Chocolate.....	14
1.5. Descripción del Proceso.....	24
1.6. Aditivos en la Industria del Chocolate.....	28

CAPÍTULO 2

2. PRUEBAS EXPERIMENTALES.....	33
2.1. Caracterización del Polirricinoleato de Poliglicerol.....	33
2.2. Formulación del Producto.....	35
2.2.1. Variables y Niveles para pruebas Experimentales.....	42
2.2.2. Determinación de Corridas Experimentales.....	44
2.3. Pruebas Físicas.....	46
2.3.1. Determinación de la Viscosidad.....	46
2.3.2. Determinación de la Finura.....	52
2.4. Pruebas de Aceptabilidad.....	54
2.4.1. Elección del Grupo Focal y Panel de Degustación.....	57

CAPÍTULO 3

3. ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	59
3.1. Determinación de Fórmula Recomendada.....	59
3.2. Pruebas Sensoriales.....	64
3.3. Análisis de Costos de Formulación.....	68

CAPÍTULO 4

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	74
--	----

APÉNDICE

BIBLIOGRAFÍA

ABREVIATURAS

Art	Artículo
BHT	Butil hidroxitolueno
C	Celsius
CBEs	Equivalentes de Manteca de Cacao (Siglas en Inglés)
CBRs	Reemplazantes de manteca de cacao (Siglas en Inglés)
CBSs	Substitutos de manteca de cacao
cm	Centímetros
cP	Centipoise
ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
FAO	Organización para la Agricultura y la Alimentación (Siglas en Inglés)
g	Gramos
Hi	Hipótesis Alterna
Ho	Hipótesis nula
IDA	Ingesta Diaria Admisible
Kg	Kilogramos
min	Minutos
mg	Miligramos
mm	Milímetros
mPas	Milipascales segundo
OMS	Organización Mundial de la Salud
Pág	Página
PGPR	Polirricinoleato de Poliglicerol
POP	Palmítico, Oleico, Palmítico
POST	Palmítico Oleico Esteárico
Rpm	Revoluciones Por Minuto
SFC	Contenido de grasa sólida (Siglas en Inglés)
StOSt	Esteárico, Oleico, Esteárico
µm	Micra
Vs	Versus

SIMBOLOGÍA

%	Porcentaje
°	Grados
*	Datos Aberrantes
α	Alfa
β	Beta
β'	Beta prima

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 2.1: Flujograma del Procesamiento de Sucedáneo de Chocolate de las Fórmulas Analizadas.....	41
Figura 2.2: Sucedáneos de Chocolate.....	42
Figura 2.3: Análisis Reológico del Chocolate.....	50
Figura 3.1: Diagrama de Viscosidad Vs. PGPR%. Tipo de chocolate...	62
Figura 3.2: Diagrama del Tipo de Chocolate 1.....	63
Figura 3.3: Diagrama del Tipo de Chocolate 2.....	63
Figura 3.4: Diagrama del Tipo de Chocolate 3.....	65
Figura 3.5: Diagrama de Cajas de Aceptación del Tipo de Chocolate....	67

ÍNDICE DE TABLAS

		Pág.
Tabla 1	Información Nutricional de leche descremada en polvo.....	11
Tabla 2	Fórmula número 1.....	37
Tabla 3	Fórmula número 2.....	38
Tabla 4	Fórmula número 3.....	39
Tabla 5	Corridas Experimentales.....	45
Tabla 6	Two-Way Anova: Viscosidad Vs. PGPR%. Tipo de chocolate	60
Tabla 7	Resultados de las Pruebas Sensoriales.....	65
Tabla 8	One-Way Anova: Aceptación Vs. Tipo de chocolate.....	66
Tabla 9	Información de Agrupación por el Método de Tukey.....	68
Tabla 10	Costo Fórmula número 1.....	69
Tabla 11	Costo Fórmula número 2.....	70
Tabla 12	Costo Fórmula número 3.....	70
Tabla 13	Costo de Empaque.....	71
Tabla 14	Costo Fórmula 1 con Manteca de Cacao.....	72
Tabla 15	Costo Fórmula 2 con Manteca de Cacao.....	73
Tabla 16	Costo Fórmula 3 con Manteca de Cacao.....	73

INTRODUCCIÓN

En la actualidad el chocolate es uno de los productos preferidos por los consumidores, es por este motivo que se busca variar ciertas características para lograr obtener un producto del agrado del consumidor y con mayor accesibilidad económica, logrando a su vez que la industria chocolatera mantenga un mayor margen de utilidad.

El desafío en este trabajo final de graduación es lograr obtener un porcentaje ideal en la formulación del sucedáneo de chocolate debido a que la manteca vegetal influye directamente en el comportamiento del chocolate, ya que puede afectar en las propiedades de solidificación del producto.

Por este motivo, durante el desarrollo de esta trabajo se consideró al chocolate como un alimento único, por lo cual se busca mejorar la aceptabilidad del sucedáneo de chocolate a través de diferentes concentraciones de Polirricinoleato de Poliglicerol (PGPR) y de manteca vegetal, a su vez se busca obtener un perfil sensorial que permita mantener características similares a un chocolate a base de manteca de cacao.

CAPÍTULO 1

1. GENERALIDADES

1.1. Justificación del Proyecto

Desarrollar un sucedáneo de chocolate empleando diferentes concentraciones de grasas, de tipo vegetal, evaluando el efecto emulsificante del Polirricinoleato de Poliglicerol (PGPR) sobre las características sensoriales mediante comparación con barras de chocolate ya existentes en el mercado con el fin de obtener la aceptación del consumidor.

Este trabajo final busca elaborar un sucedáneo de chocolate para ofrecerlo como una nueva opción dentro de los procesos de fabricación de las industrias chocolateras y que a su vez compita en

el mercado ecuatoriano al brindar un producto con mayor accesibilidad económica.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo General

Evaluar el comportamiento del polirricinoleato de poliglicerol en diferentes formulaciones de sucedáneos de chocolate.

1.2.2. Objetivos Específicos

- Proponer un producto sucedáneo de chocolate a partir de diferentes concentraciones de grasa vegetal, manteca de cacao y polvo de cacao como principales ingredientes del producto a elaborar.
- Evaluar el comportamiento del PGPR en el sucedáneo de chocolate determinando las características físicas tales como viscosidad y finura de las diferentes formulaciones establecidas.
- Establecer la aceptabilidad del producto mediante pruebas sensoriales y análisis estadísticos de los resultados.

- Elaborar un análisis de pre-factibilidad económica para el producto por medio de la determinación de costos de insumo y producción.

1.3. **Chocolate**

El chocolate es un alimento realizado a partir de las semillas del árbol del cacao. En la confección entran obligatoriamente la pasta de cacao, manteca de cacao y otros ingredientes esenciales como azúcar, leche, y los aditivos alimentarios que controlan el aroma, el sabor, textura, como la vainilla, lecitina de soya, entre otros (BOTANICAL ONLINE, 2013).

La palabra cacao procede de la azteca “*cacahuatl*”. Según la leyenda, el cacao era el árbol más bello del paraíso de los aztecas, que le atribuían múltiples virtudes, calmar el hambre y la sed, proporcionar la sabiduría universal y curar las enfermedades.

Fueron los mayas los que crearon un brebaje amargo llamado “**chocolha**” hecho de semillas de cacao, que solo podían consumir nobles y reyes. Se describía diversas formas de elaborarlo y perfumarlo, más líquido o espeso, con más o menos espuma, con

miel, maíz o chile picante. El cacao, para ellos simbolizaba vigor físico y longevidad, lo usaban como medicina siendo recetado por médicos como relajante, como estimulante y como reconstituyente. La *manteca del cacao* se usaba como pomada para curar heridas. En 1502 Cristóbal Colón recibió, como ofrenda de bienvenida, armas, telas y sacos de unas habas oscuras que en la sociedad azteca servían a la vez de moneda y de producto de consumo. Aunque fue Hernán Cortés quien envió el primer cargamento de cacao a España en 1524 (DIRECTO AL PALADAR, 2010).

El chocolate puede considerarse un suplemento energético fácil de agradable consumo, sobretodo en adolescentes, deportistas, trabajadores sometidos a grandes esfuerzos físicos; no favorece el exceso de peso, si se toma de forma moderada, en el arco de una dieta equilibrada y adecuada al gasto energético del organismo. No obstante se recomienda como término medio, que el consumo diario no exceda los 20g. (GIL, 2010)

Según AFOAKWA, 2011; los chocolates son suspensiones semisólidas de partículas sólidas finas de azúcar y cacao y leche (dependiendo del tipo), constituyendo un 70% del total del producto.

Las categorías principales del chocolate son negro, leche y blanco, los cuales difieren en contenido de licor de cacao, grasa de la leche y manteca de cacao. El resultado es proporciones variadas de carbohidratos, grasa y proteínas. Los triglicéridos en chocolates se destacan los ácidos grasos esteáricos saturados (34%) y palmítico (27%), y ácidos oleicos mono insaturados (34%). Los chocolates son sólidos a temperatura ambiente (20-25°C) y se derriten a temperatura corporal (37°C) durante su consumo, dando una suave suspensión de partículas sólidas en manteca de cacao y grasa de la leche.

A pesar de su alto contenido de lípidos y azúcar, el consumo de chocolate realiza una contribución positiva en la nutrición humana mediante el suministro de antioxidantes, principalmente polifenoles incluyendo flavonoides. Los chocolates también contienen minerales, específicamente potasio, magnesio, cobre y hierro. Las diferencias en las características sensoriales del chocolate pueden ser atribuidas al uso de diferentes tipos de cacao, variaciones en las proporciones de ingredientes, uso de leche en lugar de leche en polvo, mezclando técnicas y métodos de procesamiento. Las especificaciones dependen del tipo de chocolate y su uso previsto.

Las propiedades reológicas del chocolate son importantes en el proceso de fabricación para la obtención de productos de alta calidad con una textura bien definida. Chocolates con alta viscosidad tienen una sensación pastosa que persiste en la boca. La viscosidad se relaciona con la composición, estrategia de procesamiento y la distribución del tamaño de partícula. La viscosidad aparente en soluciones acuosas influye en el sabor 'por la boca' y en la intensidad del gusto durante el consumo, así que las mediciones reológicas a menudo dan información relacionada al carácter sensorial del chocolate. (AFOAKWA, 2011)

Materias Primas:

➤ **Licor de cacao**

Es el producto primario del proceso del cacao. Según la Asociación de Manufactureros de Chocolate de Estados Unidos, el licor debe contener más de 50% de grasa y menos de 1,5% de cascarilla. Es aceptado cierto contenido de álcali como carbonato de potasio y uno de los sabores: vainilla, canela o alguno artificial. Contiene también un 2,0% de humedad (CONVENIO, 1982).

El licor de cacao obtenido de la molienda sirve para la producción de manteca de cacao y polvo de cacao, o bien para la fabricación de chocolates, y puede ser mantenida en estado líquido con calor o en forma sólida después de su enfriamiento. El licor almacenado en tanques es sometido a un tratamiento de esterilización para reducir la carga microbiana a niveles inferiores a los máximos establecidos en las normas internacionales (CARRILLO & VEGA, 2008).

➤ **Manteca de Cacao**

Según la definición del Codex Alimentarius, la manteca de cacao es la grasa producida de una o más de las siguientes fuentes: granos de cacao, licor de cacao, torta de cacao y aquella extraída mediante procesos mecánicos o por la vía de solventes permitidos, de la torta o polvo de cacao fino. Existen varios sistemas de extracción: manteca de cacao prensada, manteca de cacao de torsión (a partir de la semilla de cacao, torta de cacao semidesgrasada) y la manteca de cacao refinada (obtenida por presión, torsión o disolventes).

En estado sólido presenta una coloración amarilla pálida y posee un olor y sabor característicos. A temperatura normal, por debajo de 26°C, es dura y brillante; funde rápidamente y por completo a la temperatura corporal. Esta grasa se emplea principalmente para la obtención de chocolate y sus derivados, como bombones y otros productos de confitería. Se la considera como un producto secundario de la fabricación del cacao (GIL, 2010).

La vida útil de la Manteca de cacao sólida es de un año cuando se almacena en condiciones adecuadas. Si la manteca de cacao ha sido refinada su vida útil se reduce a un máximo de 6 meses. Para la manteca de cacao líquida la vida útil es hasta un mes. En caso que se necesite almacenar la manteca de cacao líquida por largo periodos, se recomienda el uso de nitrógeno para prevenir la oxidación por el aire (BECKETT, 2009).

➤ **Cacao en polvo**

Es un producto obtenido de la pulverización de la torta de cacao. La torta de cacao es el producto obtenido por

eliminación completa o parcial de la grasa del cacao sin cáscara ni germen o del cacao en pasta. Las características del polvo de cacao variarán según el tostado, el tipo de prensado realizado y del tipo de polvo que se desee obtener, pudiendo ser polvo natural, alcalino, con lecitina y orgánico. El polvo de cacao se usa esencialmente para dar sabor a galletas, helados, bebidas y tortas. Además se utiliza en la producción de coberturas para confitería y en la industria farmacéutica usado como ingrediente de multivitamínicos (UZCA & COSTA, 2013).

➤ **Leche**

La leche que se emplea para la elaboración de chocolate es leche en polvo entera o descremada, la cual ha sido sometida a un proceso estricto de deshidratación. La leche permite que el chocolate adquiera suavidad y dulzura, además de incrementar el valor nutricional del producto.

TABLA 1

INFORMACIÓN NUTRICIONAL DE LECHE

DESCREMADA EN POLVO

Tamaño por porción: 20 g		
Porciones por envase: 1250		
Cantidad por porción		
Energía 293 kJ (70 calorías)		
Energía Grasa 0 kJ (0 calorías)		
	% Valor Diario	
Grasa Total	0 g	0%
Grasa Saturada	0 g	0%
Colesterol	1 mg	0%
Sodio	135 mg	6%
Carbohidratos Totales	11 g	4%
Fibra Alimentaria	0 g	0%
Azúcares	11 g	
Proteína	7 g	14%
* Los porcentajes de Valor Diario están basados en una dieta de 8380 kJ (2000 calorías).		

Fuente: <http://www.elordeno.com/es/industrial.html>, 2013.

➤ **Azúcar**

Uno de los ingredientes básicos en la elaboración del chocolate es el azúcar. La cantidad de azúcar que emplean los fabricantes es de aproximadamente 50%. Se utiliza azúcar refinada (sacarosa), jarabe de glucosa, azúcar invertido, fructosa o edulcorantes artificiales. El azúcar o sacarosa se obtiene de la caña de azúcar o de la remolacha. Es un hidrato de carbono simple que contiene: molécula de glucosa; una molécula de fructosa y muchísimas calorías. Aporta 4 calorías por gramo (SANDOVAL, 2013).

Tipos de chocolate

Los distintos tipos de chocolate se elaboran modificando las proporciones entre sus componentes y añadiendo otros productos a la composición básica de pasta, manteca y azúcar.

Chocolate con leche:

Para que un chocolate se considere chocolate con leche, este debe contener por lo menos 40 % de cacao, 20% de leche y 3.7% de grasa vegetal. Por lo general se lo mezcla con vainilla, mantequilla, cacao, azúcar y lecitina. El chocolate con leche es usado en la fabricación de barras de chocolate, pasteles, pies y otros postres. Su sabor dulce le da esa preferencia más popular que el chocolate negro.

Chocolate negro:

A diferencia del chocolate con leche, el chocolate negro contiene una gran cantidad de licor de chocolate lo cual le da un sabor más amargo, comparado con el chocolate con leche que es suave y dulce. Es por esto que a este tipo de chocolates se los conoce como amargos. Para este tipo de

chocolate el mínimo exigido de cacao es de 60%, de manera que el chocolate negro de alta calidad se caracteriza por su bajo contenido de azúcar.

Chocolate blanco:

La clasificación de chocolate blanco es relativamente nueva. Por años, cualquier chocolate que no contenía licor de cacao no se lo consideraba como tal. El chocolate blanco contiene manteca de cacao como la principal fuente de grasa, es actualmente considerado dentro del grupo de chocolates. Está constituido sólo de manteca de cacao (20% mínimo), leche en polvo (14%), azúcar (55% máximo), vainilla y lecitina. Sin nada de licor de cacao, es un chocolate dulce, aunque puede llegar a tener la misma intensidad de sabor que el chocolate negro (DÍAZ & PINOARGOTE, 2012).

Chocolate de cobertura:

Es el utilizado por los reposteros profesionales para cubrir bombones y pasteles, o bien, para rellenarlos y cuentan con una elevada calidad. Este chocolate puede ser moldeado en

capas sumamente finas ya que tiene un 32% de manteca de cacao que lo facilita.

Chocolate fondant: este tipo de chocolate está compuesto por un 40% de pasta cacao y un 40% de mantequilla de cacao. Es muy utilizado en la repostería para la cobertura de bombones, tortas y tartas.

Chocolate en polvo: esta variante de chocolate no suele utilizarse para la repostería sino más bien para la preparación de bebidas. Está compuesto por azúcar, harina y cacao en polvo (PORTAL EDUCATIVO, 2013).

Chocolate relleno

Es una cubierta de chocolate con un peso superior al 25% del total que recubre almendras, licores, manjar, galleta etc (PEREA, 2010).

1.4. Sucedáneo de Chocolate

El sucedáneo de chocolate o conocido como “compound” es un producto de la industria confitera que imita al chocolate y donde la

manteca de cacao ha sido reemplazada de manera parcial o total por aceites vegetales. Sus ingredientes son azúcar, cacao en polvo, aceites vegetales y emulsificantes. Así como para el chocolate, el "compound" es una dispersión de partículas sólidas en un medio graso.

➤ **Grasas del chocolate: Manteca de Cacao**

Cacao en polvo y manteca de cacao son ingredientes importantes del chocolate. La grasa de la manteca de cacao es rica en ácido palmítico (24-30%), ácido esteárico (30-36%), y ácido oleico (32-39%). Éstos ácidos forman tres triglicéridos POP (palmítico, oleico, palmítico), POST (P=palmítico, O=oleico, St=esteárico), StOST (esteárico, oleico, esteárico), los cuales son duros y quebradizos a temperatura ambiente dando al chocolate su complemento característico y su fusión completa en la temperatura de la boca, lo que provoca una sensación refrescante y una textura cremosa suave. La manteca de cacao también es una fuente rica en flavonoides los cuales poseen una potente actividad antioxidante (GUNSTONE, 2008).

Las cualidades de la manteca pueden ser descritas de acuerdo al contenido de grasa sólida (SFC) a distintas temperaturas. El contenido de sólidos (medido en porcentaje) por debajo de los 25°C da una indicación de la dureza del chocolate, mientras que los valores entre 25°C y 30°C muestran su resistencia térmica. La fusión ocurre entre los 27°C y los 33°C, juntamente con la liberación del sabor, dando la sensación característica; mientras que la existencia de sólidos a temperaturas mayores de 36°C es percibida como gusto ceroso en la boca (CODINI et al, 2004).

La manteca de cacao es polifórmica, es decir, que puede existir en diferentes formas cristalinas. Las formas estables se denominan alfa (α), las formas de estabilidad intermedia se clasifican como beta prima (β'), mientras que la forma de mayor estabilidad se denomina beta (β) (Rossel, 2014). Para desarrollar la cristalización a forma beta se requiere de la etapa de temperado de la cual se describe más adelante.

- **Grasas del “Compound”: Grasas alternativas de la manteca de cacao**

Un verdadero chocolate es aquel que tiene manteca de cacao. A nivel mundial existen algunas compañías cuya producción de chocolates es muy significativa, dichas empresas utilizan mayormente manteca de cacao. Sin embargo, en México y muchos otros países las industrias han dado el cambio de usar chocolate hacia el compound, es decir, productos que saben y parecen chocolate pero no lo son. Este cambio se ha debido por los altos costos de la manteca de cacao así como el abastecimiento inconstante y calidad variable. Las grasas que utilizan en lugar de la manteca de cacao son grasas vegetales, conocidas como grasas alternativas de la manteca de cacao (CUAMBA, 2008).

A nivel comercial las grasas vegetales se dividen en tres grupos:

- ✓ **Equivalentes de manteca de cacao (CBEs):** estas grasas están compuestas con características químicas y físicas similares a la manteca de cacao por lo que se pueden mezclar con la manteca de cacao, sin que se alteren las características de fusión del producto final (BECKETT, 2009). Las fuentes donde se las puede encontrar es en aceite de palma el cual contiene (POP), la nuez de shea que tiene StOSt, aceite de Illipe con POSt y

algo de StOSt. Las CBEs pueden emplearse en confites del tipo achocolatado o no-achocolatado, en revestimiento y productos moldeados (INIA, 2006).

- ✓ **Reemplazantes de manteca de cacao (CBRs):** son grasas compuestas con características físicas similares a la manteca de cacao, las cuales pueden ser usadas para reemplazar a la mayoría de manteca de cacao en aplicaciones de revestimiento. Las CBRs son de origen No laurico, es decir que se obtienen del aceite de soya o algodón parcialmente hidrogenado, y a veces fraccionadas. Aunque estos CBRs contienen ácidos palmíticos, esteárico y oleico, su disposición dentro de los triglicéridos es más aleatoria y la estructura difiere considerablemente de la manteca de cacao, teniendo así, una compatibilidad limitada con dicha manteca (BECKETT, 2009).

- ✓ **Substitutos de manteca de cacao (CBSs):** son grasas con características físicas similares a la manteca de cacao. Estas grasas son de origen Laurico, es decir que provienen del aceite de palmiste o del aceite de coco por fraccionamiento e hidrogenación. De esta manera dichas grasas tienen características similares a la manteca de

cacao en términos de dureza, sensación en la boca y sabor. Sin embargo, estas grasas contienen un alto nivel de ácidos grasos y una composición de triglicéridos diferente a la manteca de cacao. Esto significa que hay un considerable grado de incompatibilidad con la manteca de cacao. Por lo tanto, aproximadamente el 5% de manteca de cacao es el nivel máximo de adición que tolera la grasa láurica. Las CBSs pueden ser empleadas en revestimientos que requieran atemperamiento y en aquellos que se autotemperan (BECKETT, 2009).

STATUS REGLAMENTARIO

En Argentina, el llamado “compound” se define como “baño de repostería”, de acuerdo al Art. 787bis. "Se entiende por Baños de repostería, los productos que se definen a continuación:

Baño de repostería: Producto homogéneo obtenido por un proceso adecuado de elaboración a partir de alguno de los siguientes ingredientes: cacao en polvo, cacao solubilizado, torta de cacao, torta de cacao solubilizada, pasta de cacao, pasta de cacao solubilizada, azúcares (Azúcar blanco, Azúcar común, dextrosa), aceites y grasas vegetales y aceites y grasas vegetales

hidrogenados (Artículo 548), destinados a recubrir o bañar productos de confitería, pastelería, bizcochería y heladería, no así bombones. Deberá contener no menos de 10,0% de sólidos no grasos de cacao. Este producto se rotulará: Baño de repostería (C.A.A., 2011).

En la legislación Chilena de acuerdo al Reglamento Sanitario de los Alimentos, estos productos deben denominarse “Chocolate Sucedáneo”, que se presenta a continuación: Decreto N°977/96, *Art. 399. Chocolate sucedáneo*. Es el producto en el que la manteca de cacao ha sido reemplazada parcial o totalmente por materias grasas de origen vegetal, debiendo poseer los demás ingredientes del chocolate. Deberá contener como mínimo un 4% de sólidos no grasos de cacao y su humedad no deberá ser superior al 3%. El chocolate sucedáneo de leche deberá contener un mínimo de 12% de sólidos de leche desgrasados y el chocolate blanco sucedáneo deberá contener como mínimo un 4% de manteca de cacao. En la rotulación de estos productos deberá destacarse claramente la frase “sabor a chocolate” (MINSAL, 2000).

En Uruguay, los productos genéricamente conocidos como “Compounds” se los debe denominar “Simil Chocolate” (RBN, 21.2.11, pág 285), que expresa textualmente: *Símil chocolate*: Es cualquiera de los tipos de chocolate que, satisfaciendo la definición genérica de chocolate, y las específicas de alguno de los tipos de chocolate, tiene sus lípidos de cacao sustituidos, total o parcialmente, por aceites vegetales hidrogenados. En todos los casos el contenido total de lípidos será el establecido para el tipo de chocolate a cuya denominación responda. La expresión "símil chocolate" se indicará con caracteres de igual tamaño, realce y visibilidad (RUANDI, 1994).

Por otra parte, en Europa estos productos no se encuentran definidos. Pero la Directiva del Parlamento Europeo (Directive 200/36/EC) establece que el chocolate, el chocolate con leche-incluido el familiar-, el chocolate blanco, pueden contener hasta un 5% de materias grasas vegetales distintas a la manteca de cacao. Estas mantecas vegetales, solas o mezcladas, son equivalentes de la manteca de cacao y constituyen grasas vegetales no láuricas, miscibles en cualquier proporción con la manteca de cacao y compatibles con sus propiedades físicas y deben obtenerse

mediante tratamientos de refinado o de fraccionamiento (CUAMBA, 2008).

En México, se reguló de manera diferente a Europa el uso de grasas alternativas, en primer lugar, no se limita el empleo de grasas alternativas por su origen, en segundo lugar, se establece un máximo de 5% de grasa a adicionar, del total de las grasas del producto terminado, sin reducir el contenido mínimo de las materias de cacao, mientras que en la legislación europea el 5% aplica al porcentaje total de la fórmula. La información comercial de los chocolates o productos con chocolate deben cumplir con lo indicado en la NOM-186-SSA1/SCFI-2002. En el apartado 12.2.1.8.1.1 (NOM-186-SSA1/SCFI-2002) indica: Aquellos productos que no cumplan con las especificaciones señaladas, deben utilizar el término chocolate anteponiendo el texto “Sabor a”, usando la misma tipografía que la de la denominación.

En el apartado 12.2.1.8.1.2 (NOM-186-SSA1/SCFI-2002) señala, “Cuando en la elaboración de los productos objeto de esta norma se utilice una grasa diferente a la manteca de cacao se deberá hacer mención del origen de la misma” (CUAMBA, 2008).

Materia Prima:

Para la elaboración del sucedáneo de chocolate, se utilizaron las mismas materias primas planteadas en la elaboración de chocolate a excepción que la manteca de cacao fue reemplazada totalmente por una grasa láurica.

Grasa Láurica:

- ✓ **Kaofat 100H:** Sustituto de Manteca de Cacao (CBS) de origen LAURICO, obtenido a partir del Fraccionamiento e Hidrogenación del aceite de Palmiste (LA FABRIL, 2013).

Este producto es de olor y sabor neutro; contiene lecitina de soya, ácido cítrico y antioxidante Butil hidroxitolueno (BHT) (150 ppm). Tiene limitada compatibilidad con manteca de cacao hasta un 5%. Se aplica en la elaboración de chocolates para moldeado, coberturas y rellenos. Entre sus ventajas tiene excelente funcionabilidad y contracción en climas tropicales, no requiere temperado, se encuentra libre de ácidos grasos "trans", muy buena fusión a 37°C y es un producto que posee certificación Kosher.

1.5. Descripción del Proceso

El proceso de fabricación del chocolate generalmente comparten características similares al proceso de elaboración de sucedáneo de chocolate tales como:

1. Mezclado
2. Refinado
3. Conchado de la pasta de chocolate
4. Temperado
5. Moldeado

El resultado esperado es productos de textura suave considerados deseables y la eliminación de percepciones orales de textura arenosa.

Mezclado:

La mezcla de ingredientes durante la fabricación del chocolate es una operación fundamental, usando combinaciones de tiempo y temperatura de forma continua o por mezcladores a batch para obtener consistencia de formulación constante. En mezcladores a

batch en el que el chocolate contiene licor de cacao, azúcar, manteca de cacao, grasa de leche y leche en polvo (dependiendo de la categoría del producto) se mezcla a fondo normalmente por 12-15 minutos a 40-50 °C. El mezclado continuo se utiliza generalmente por grandes fabricantes de chocolate como Nestlé y Cadbury, los cuales usan amasadoras automatizadas, dando una textura dura y consistencia plástica.

Refinado:

El refinado del chocolate es importante para la producción de textura suave que es deseable en las fábricas de chocolate. Las mezclas de azúcar y licor de cacao (y sólidos de leche, dependiendo del tipo de chocolate), con un contenido total en materia grasa de 8-24% son refinados a tamaño de partícula de menos de 30 micras normalmente utilizando una combinación de refinadores de dos y cinco rodillos. El tamaño final de partícula influye críticamente en las propiedades reológicas y sensoriales.

Conchado:

El conchado es considerado como el punto final o la operación final en la fabricación del chocolate a granel, sea con leche o negro. Es

un proceso esencial que contribuye al desarrollo de la viscosidad, textura final y sabor. El conchado normalmente se lleva a cabo agitando el chocolate a más de 50°C durante unas horas. En las primeras etapas, la humedad se reduce con la eliminación de indeseables sustancias volátiles activas tales como ácido acético, y, posteriormente, las interacciones empiezan entre la fase continua y dispersa. El proceso de conchado también promueve el desarrollo del sabor debido a la mezcla prolongada a temperaturas elevadas, dando un sabor parcialmente caramelizado. El Tiempo de conchado y las temperaturas varían: para chocolate con leche es de 10-16 horas a 49-52°C, con leche en polvo de 16 a 24 horas hasta 60°C, y con chocolates oscuros a 70°C y continuar hasta 82°C. Sustituyendo la leche entera en polvo con la leche descremada en polvo y la grasa de mantequilla, se puede utilizar temperaturas de hasta 70°C. Para dar al chocolate una viscosidad adecuada, se pueden añadir la manteca de cacao y lecitina adicional hacia el final del conchado para diluir o licuar el chocolate antes del temperado (AFOAKWA, 2011).

Temperado:

El temperado implica una pre-cristalización de una pequeña porción de triglicéridos, con la formación de núcleos (1-3%) para mantener

los lípidos en la forma correcta. El temperado consta de 4 pasos claves: derretimiento a 50°C, enfriamiento al punto de cristalización a 32°C, cristalización a 27°C y conversión de algún cristal inestable a 29-31°C. En la antigüedad el chocolate era temperado a mano, y este método es ocasionalmente usado por chocolateros que producen en pequeñas cantidades. La combinación de tiempo y temperatura son parámetros importantes en el proceso diseñado. En el temperado continuo, el chocolate es llevado a 45°C y luego es enfriado lentamente para iniciar la formación de cristales.

En el caso de elaboración de sucedáneo de chocolate, esta etapa es obsoleta ya que la grasa láurica que se utilizó no requiere de temperado debido a que esta grasa es inicialmente estable en forma beta prima, a diferencia de la manteca de cacao que requiere un tratamiento de temperado para que se desarrolle la cristalización de la forma estable beta y beta prima (ROSSEL, 2014).

Moldeado:

El chocolate se moldea en tabletas, se puede hacer de forma manual o mecánica pasándolo por unas cabezas dosificadoras que llenan por igual los moldes. Generalmente los moldes se encuentran a la misma temperatura que la masa para evitar

contraste de temperaturas. Los moldes se someten a una serie de vibraciones en donde son agitados brevemente para eliminar las burbujas de aire que pudieran haberse formado al caer la masa del molde. Luego entran a un túnel, a baja temperatura, que enfriará uniformemente el chocolate hasta endurecerlo y darle su forma definitiva. Cuando la masa se enfría se contrae más que el molde, por lo que sólo con darle la vuelta se desprende y se desmolda (DÍAZ & PINOARGOTE, 2012).

1.6. **Aditivos en la industria del chocolate**

El Código Alimentario Español define a los aditivos como las sustancias que pueden adicionarse de forma intencional a alimentos y bebidas, sin intención de cambiar su valor nutritivo, con la finalidad de modificar sus características, técnicas de elaboración o conservación, o para mejorar su adaptación al uso a que se destinan.

Por su parte, el *Codex Alimentarius Mundi* de la Organización para la Agricultura y la Alimentación (FAO) y de la Organización Mundial de la Salud (OMS) indica que aditivo alimentario es cualquier sustancia (con valor nutritivo o sin él) que no se consume habitualmente como alimento ni se utiliza como ingrediente

característico de éste; se adiciona intencionalmente al alimento una finalidad tecnológica (incluida la organoléptica) en la fabricación, preparación, tratamiento, envasado, transporte o conservación del alimento; y directa o indirectamente provoca o puede provocar que dicha sustancia o sus derivados pasen a formar parte del alimento o afecten a sus características. Se indica, de forma específica, que el término aditivo no incluye los contaminantes ni las sustancias que se añaden a los alimentos para mantener o mejorar sus propiedades nutritivas.

El uso de aditivos alimentarios se asocia a la industria alimentaria de los últimos 50 años, pese a que en realidad se utilizan desde la más remota antigüedad con las siguientes finalidades: prolongar la vida útil de los alimentos, protegiéndolos frente a la contaminación microbiana; mejorar las características organolépticas mediante el uso de colorantes y aromas; utilizarlos como espesantes en la cocina para la elaboración de salsas; y estabilizar emulsiones, etc. (GIL, 2010).

Aditivos alimentarios que únicamente pueden utilizarse en la elaboración del chocolate (Botanical Online, 2013).

- Reguladores de la acidez, que disminuyen o aumentan el grado de acidez (Carbonato cálcico, carbonato potásico, ácido cítrico, etc.)
- Emulsionantes o fraccionadores de la grasa (Lecitina, monoesterato de sorbitán, etc.)
- Estabilizantes (Carragenina, goma de algarrobo, celulosa, etc.)
- Aromatizantes (Vainillina, vainilla).
- Espesantes (harina de maíz, harina de trigo, de algarrobo, de arroz, etc)
- Antiglutinantes (talco, silicato cálcico, etc.)
- Edulcorantes (Manitol, sorbitol, aspartamo, sacarina, etc.)

A continuación se detalla los aditivos principales que se usarán para la elaboración del sucedáneo de chocolate:

Lecitina (E-322)

Su principal función en los alimentos es como emulsionante. La lecitina se obtiene como un subproducto del refinado del aceite de soja y de otros aceites, se encuentra también en la yema del huevo, y es un componente importante de las células de todos los organismos vivos, incluido el hombre.

La lecitina comercial está formada por una mezcla de diferentes sustancias, la mayor parte de las cuales (fosfolípidos) tienen una acción emulsionante. Esta acción es muy importante en tecnología de alimentos. Su actividad como antioxidante se debe a la presencia de tocoferoles. La lecitina se utiliza en todo el mundo como emulsionante en la industria del chocolate, en repostería, pastelería, fabricación de galletas, etc. También se utiliza en algunos tipos de pan, en margarinas, caramelos, grasas comestibles y sopas, entre otros (MILK SCIENCE, 2013).

Se aplica como reductor de viscosidad durante la fabricación del chocolate para rebajar la extrema viscosidad de la pasta durante la elaboración (BARROS, 2009). La lecitina proporciona al chocolate una consistencia adecuada para el moldeado en tabletas, barritas, etc. (GIL, 2010).

Polirricinoleato de Poliglicerol

Es una mezcla de esteres parciales de poliglicerol con ácidos grasos de aceite linealmente esterificado (ácido ricinoléico). El PGPR es usado para modificar las características de fluidez del chocolate y debido a que es un eficiente surfactante, para estabilizar las emulsiones de agua en aceite tal como son los

esparcibles bajos en grasa. Además, actúa como un modificador de viscosidad en productos de chocolates y basados en cacao; y también tiene un efecto sinergista con la lecitina, lo cual tiene una influencia benéfica en la viscosidad plástica. El uso del PGPR permite la reducción de los niveles de grasa en el producto. Este emulsificante es utilizado ampliamente en repostería, especialmente en recubrimientos de chocolate, tiene un valor de Ingesta Diaria Admisible (IDA) de 7,5 mg/kg de peso (FAO, 2012).

Vainillina

La vainillina es el componente esencial del aceite de vainilla, que se extrae de las vainas de la semilla de la orquídea *Vainilla Fragans*. Es uno de los aromas más usados en la fabricación y elaboración de todo tipo de alimentos (ATKINS, 2007).

En la actualidad, la vainillina se produce mediante síntesis orgánica, por lo que el empleo de la vainilla ha decaído mucho; la vainillina pura es más efectiva como aromatizante que los derivados naturales de la vainilla (ORTUÑO, 2006)

CAPÍTULO 2

2. PRUEBAS EXPERIMENTALES

2.1. Caracterización del Polirricinoleato de Poliglicerol

El polirricinoleato de poliglicerol es especialmente diseñado para reducir el umbral de fluencia (yield value) y la viscosidad plástica en chocolates y productos compuestos. Como el PGPR está reduciendo fundamentalmente el valor de rendimiento, este se utiliza generalmente en combinación con fosfátidos de amonio o lecitina para lograr resultados óptimos.

Según PALSGAARD, 2013 este emulsificante PGPR 4125 es una excelente elección cuando se requiere la reducción del contenido de grasa. La funcionalidad del PGPR es precisamente monitoreada y controlada en el chocolate, lo cual garantiza a nuestros clientes una excelente estabilidad lote a lote. Este es un gran beneficio para el

productor de chocolate como la uniformidad excepcional quiere decir una producción de chocolate suave. Además de asegurar la funcionalidad de PGPR 4125, el único proceso de producción se ha diseñado de tal manera, que el producto es de color claro y completamente libre de gusto y olor. Esto es crucial al hacer los productos de chocolate fino de cata amado por los consumidores.

Los beneficios de Palsgaard PGPR 4125 son los siguientes:

Moldeado:

- ✓ Funcionalidad uniforme
- ✓ Fluidez más fácil
- ✓ Mejor distribución en moldes
- ✓ Menos necesidad de vibración
- ✓ Mejor recubrimiento de inclusiones
- ✓ Evita burbujas de aire

Recubrimientos:

- ✓ Funcionalidad uniforme
- ✓ Fluidez más fácil
- ✓ Recubrimiento uniforme y completo
- ✓ Evita las burbujas de aire (fugas)
- ✓ Control de la capa de chocolate

Recubrimientos de helados:

- ✓ Funcionalidad uniforme
- ✓ Recubrimiento uniforme
- ✓ Control de la capa de chocolate
- ✓ Reducción de poros
- ✓ Resistencia a la contaminación de las aguas

2.2. Formulación del producto

Para la elaboración de este sucedáneo de chocolate se trabaja con tres formulas diferentes en las cuales se varia el porcentaje de grasa y de sólidos, además de eso se realizó el estudio con diferentes porcentajes de emulsificante en dichas fórmulas dando como resultado 75 muestras ya que se repite 5 veces cada fórmula como se puede apreciar en la tabla 5.

La grasa que se utiliza es de tipo laúrica denominada kaofat 100H, dicha grasa se utilizó en tres porcentajes diferentes al igual que los sólidos como son el polvo de cacao, licor de cacao, leche descremada en polvo y azúcar blanca pulverizada. Además se

utilizó el emulsificante Polirricinoleato de Poliglicerol (PGPR) en cinco porcentajes diferentes como se puede apreciar en la tabla 5.

A continuación las tres fórmulas que se han clasificado en tres niveles:

TABLA 2
FÓRMULA NÚMERO 1

Chocolate Nivel 1 (GRASA 35% - SOLIDOS 65%)		INGREDIENTES		PRODUCTO	
		% GRASA	% SOLIDOS	% GRASA	% SOLIDOS
Azucar Blanca	52,00%	0%	100%	0,00%	52,00%
Kaofat 100H	32,77%	100%	0%	32,77%	0,00%
Polvo Cacao Alcalino	9,50%	12%	88%	1,14%	8,36%
Leche Descremada en polvo	3,10%	0%	100%	0,00%	3,10%
Licor de Cacao	2,10%	50%	50%	1,05%	1,05%
Lecitina de Soya	0,40%			34,96%	64,51%
PGPR	0,10%			TOTAL	
Vainillina	0,03%				
TOTAL	100,00%				

Fuente: Jessica Celi y Tobías Veloz, 2013

TABLA 3
FÓRMULA NÚMERO 2

Chocolate Nivel 2 (GRASA 30% - SOLIDOS 70%)		INGREDIENTES		PRODUCTO	
		% GRASA	% SOLIDOS	% GRASA	% SOLIDOS
Azucar Blanca	56,37%	0%	100%	0,00%	56,37%
Kaofat 100H	28,00%	100%	0%	28,00%	0,00%
Polvo Cacao Alcalino	10,00%	12%	88%	1,20%	8,80%
Leche Descremada	3,10%	0%	100%	0,00%	3,10%
Licor de Cacao	2,00%	50%	50%	1,00%	1,00%
Lecitina de Soya	0,40%			30,20%	69,27%
PGPR	0,10%			TOTAL	
Vainillina	0,03%				
TOTAL	100,00%				

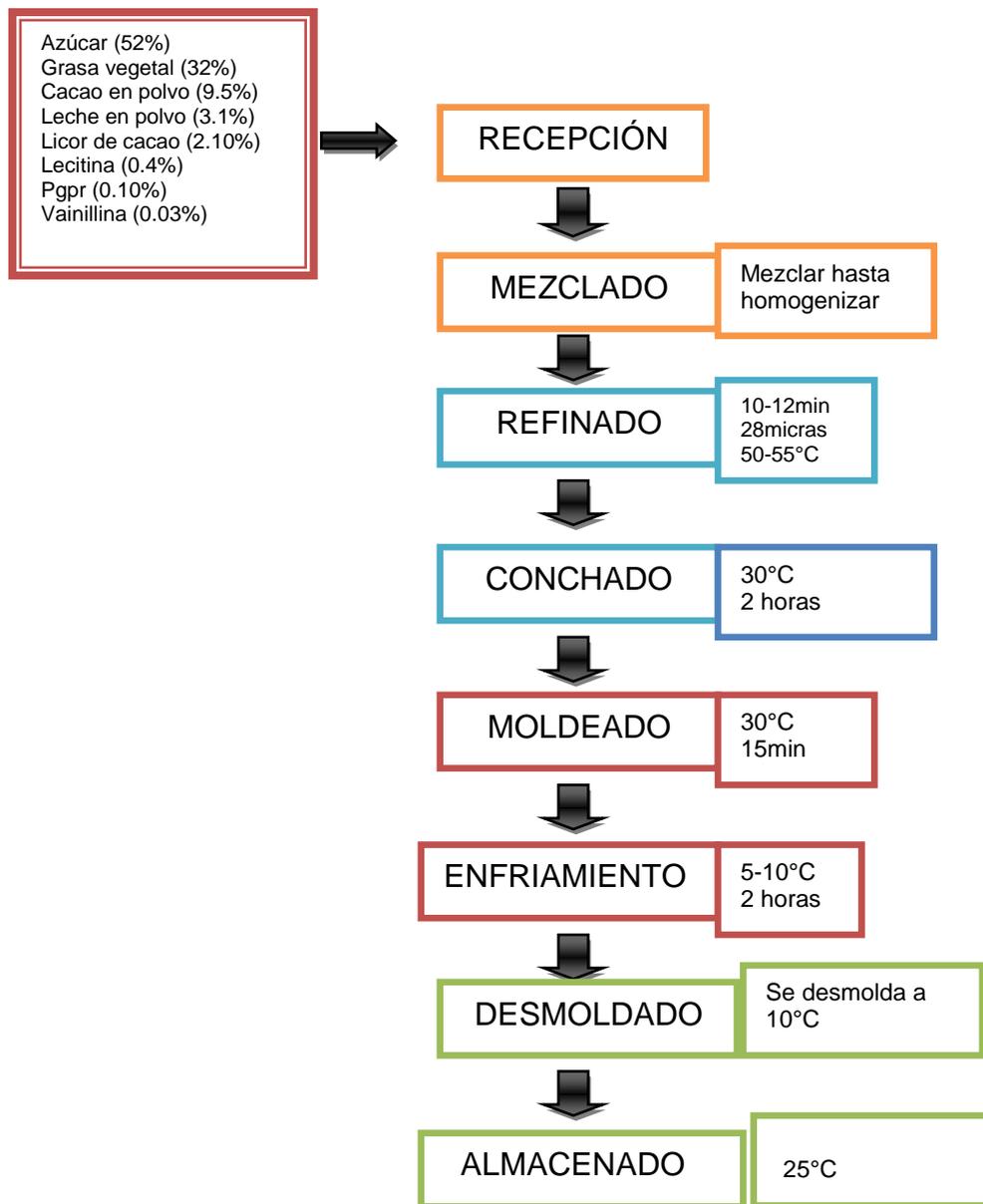
Fuente: Jessica Celi y Tobías Veloz, 2013

TABLA 4
FÓRMULA NÚMERO 3:

Chocolate Nivel 3 (GRASA 28% - SOLIDOS 72%)		INGREDIENTES		PRODUCTO	
		% GRASA	% SOLIDOS	% GRASA	% SOLIDOS
Azucar Blanca	60,00%	0%	100%	0,00%	60,00%
Kaofat 100H	27,00%	100%	0%	27,00%	0,00%
Polvo Cacao Alcalino	8,00%	12%	88%	0,96%	7,04%
Leche Descremada	3,47%	0%	100%	0,00%	3,47%
Licor de Cacao	1,00%	50%	50%	0,50%	0,50%
Lecitina de Soya	0,40%			28,46%	71,01%
PGPR	0,10%			TOTAL	
Vainillina	0,03%				
TOTAL	100,00%				

Fuente: Jessica Celi y Tobías Veloz, 2013

El procesamiento de la elaboración del sucedáneo de chocolate se realizó de la siguiente manera: primeramente se receptan todos los ingredientes; el mezclado de los ingredientes se hizo hasta que se formó una masa pastosa, consistente y homogénea, después se procedió al refinado, el mismo que fue realizado en lotes de 10Kg en un molino con capacidad de 30Kg, manteniendo la temperatura en un rango entre los 50 a 55°C durante un tiempo de 10 a 12 min para que este producto alcance las 28 micras de finura que se requiere; enseguida se pasó al proceso de conchado que se lo realizó en una olla de acero inoxidable por el tiempo de 2 horas a 30°C, a esta temperatura el chocolate fue colocado en los moldes con forma de barras rectangulares de 25×19×3.5 cm, permaneciendo al ambiente durante 15 min y colocado posteriormente en refrigeración durante 2 horas por 5-10°C, después las barras fueron desmoldadas a una temperatura de 10°C, embaladas en papel de aluminio y almacenadas por 24 horas a 25°C (Figura 2.1.).



Fuente: Jessica Celi y Tobías Veloz, 2013

FIGURA 2.1: FLUJOGRAMA DEL PROCESAMIENTO DE SUCEDÁNEO DE CHOCOLATE DE LAS FÓRMULAS ANALIZADAS.



Fuente: Jessica Celi y Tobías Veloz, 2013

FIGURA 2.2. SUCEDÁNEOS DE CHOCOLATE

2.2.1. Variables y niveles para pruebas experimentales

El siguiente diseño de experimento tiene el fin de demostrar el efecto del tipo de chocolate y del PGPR sobre la viscosidad de la tableta de chocolate. Para eso se llevó a cabo un diseño de dos factores en donde:

Factor 1: Porcentaje de emulsificante utilizado en la fórmula (PGPR). Este factor tiene 5 niveles que corresponden a: 0,1%, 0,2%, 0,3%, 0,4% y 0,5%.

Factor 2: Tipo de chocolate, en donde cada uno tiene su determinado porcentaje de grasa y sólidos. Este factor tiene 3 niveles. Nivel1: grasa – sólidos (35% - 65%); Nivel2: grasa – sólidos (30% - 70%); Nivel 3: grasa – sólidos (28% - 72%).

Variable respuesta: Viscosidad del chocolate medida en centipoise (cP).

Mediante el diseño de experimentos se quiere comprobar los siguientes pares de hipótesis:

1) **H₀:** El porcentaje de PGPR no afecta a la viscosidad de la tableta de chocolate

Vs

H₁: El porcentaje de PGPR si afecta a la viscosidad de la tableta de chocolate

2) **H₀:** El tipo de chocolate no afecta a la viscosidad de la tableta de chocolate

Vs

H₁: El tipo de chocolate si afecta a la viscosidad de la tableta de chocolate

3) **H₀:** El porcentaje de PGPR no interactúa con el tipo de chocolate

Vs

H₁: El porcentaje de PGPR sí interactúa con el tipo de chocolate

2.2.2. Determinación de Corridas Experimentales

El diseño de experimentos que se realizó tiene dos factores el primero es de tres niveles en este caso el tipo de chocolate; y el otro factor es de cinco niveles, los cuales son los porcentajes del emulsificante PGPR. Cada uno tiene cinco variables de respuesta que es la viscosidad medida en centipoise, como se muestra en la tabla a continuación.

TABLA 5
CORRIDAS EXPERIMENTALES

PGPR(%)	TIPO DE CHOCOLATE			VISCOSIDAD (CP)
	NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3	
0,1	4410	8520	12700	
	4420	8510	12690	
	4520	8480	12500	
	4480	8500	12640	
	4490	8530	12780	
0,2	4000	7110	9380	
	3980	7120	9280	
	4010	7110	9340	
	4015	7125	9300	
	4000	7200	9410	
0,3	3640	5260	7720	
	3620	5240	7780	
	3640	5230	7720	
	3700	5250	7740	
	3670	5280	7690	
0,4	3120	4120	6540	
	3110	4000	6515	
	3100	4100	6500	
	3140	4200	6580	
	3140	4180	6580	
0,5	2700	3240	5540	
	2720	3225	5560	
	2680	3200	5520	
	2710	3180	5600	
	2740	3290	5480	

Fuente: Jessica Celi y Tobías Veloz, 2013

2.3. Pruebas Físicas

2.3.1. Determinación de la viscosidad

Según RODRÍGUEZ, 2014 la viscosidad es una medida de la resistencia de un líquido que está siendo deformada por cualquiera de esfuerzo cortante o resistencia a la tensión. Viscosidad describe la resistencia interna de un líquido a fluir y puede ser pensado como una medida de la fricción de fluidos. Todos los fluidos reales (excepto los superfluidos) tienen cierta resistencia a la tensión, pero un fluido que no tiene resistencia al esfuerzo cortante se conoce como un ideal fluido o líquido viscoso.

El estudio de la viscosidad es conocida como la reología. La viscosidad de un líquido crece al aumentar el número de moles y disminuye al incrementar la temperatura. La viscosidad también está relacionada con la complejidad de las moléculas que constituyen el líquido: es baja en los gases inertes licuados y alta en los aceites pesados. Es una propiedad característica de todo fluido (líquidos o gases).

La viscosidad es una medida de la resistencia al desplazamiento de un fluido cuando existe una diferencia de presión. Cuando un líquido o un gas fluyen se supone la existencia de una capa estacionaria, de líquido o gas, adherida sobre la superficie del material a través del cual se presenta el flujo. La segunda capa roza con la adherida superficialmente y ésta segunda con una tercera y así sucesivamente. Este roce entre las capas sucesivas es el responsable de la oposición al flujo o sea el responsable de la viscosidad.

La viscosidad se mide en poise, siendo un poise la viscosidad de un líquido en el que para deslizar una capa de un centímetro cuadrado de área a la velocidad de 1cm/s respecto a otra estacionaria situado a 1 cm de distancia fuese necesaria a la fuerza de una dina. La viscosidad suele decrecer en los líquidos al aumentar la temperatura, aunque algunos pocos líquidos presentan un aumento de viscosidad cuando se calientan. Para los gases la viscosidad aumenta al aumentar la temperatura (RODRÍGUEZ, 2014).

La importancia del análisis reológico del chocolate radica en la capacidad de brindar información sobre el desempeño de cualquier fórmula de chocolate durante etapas como moldeado y recubrimiento. Tradicionalmente se han utilizado análisis de viscosidad sencillos que no proporcionan información suficiente para determinar el desempeño de una fórmula en las etapas mencionadas, tal como la medición de viscosidad a una única velocidad de cizallamiento “*single-speed*” (NOVOA, 2012).

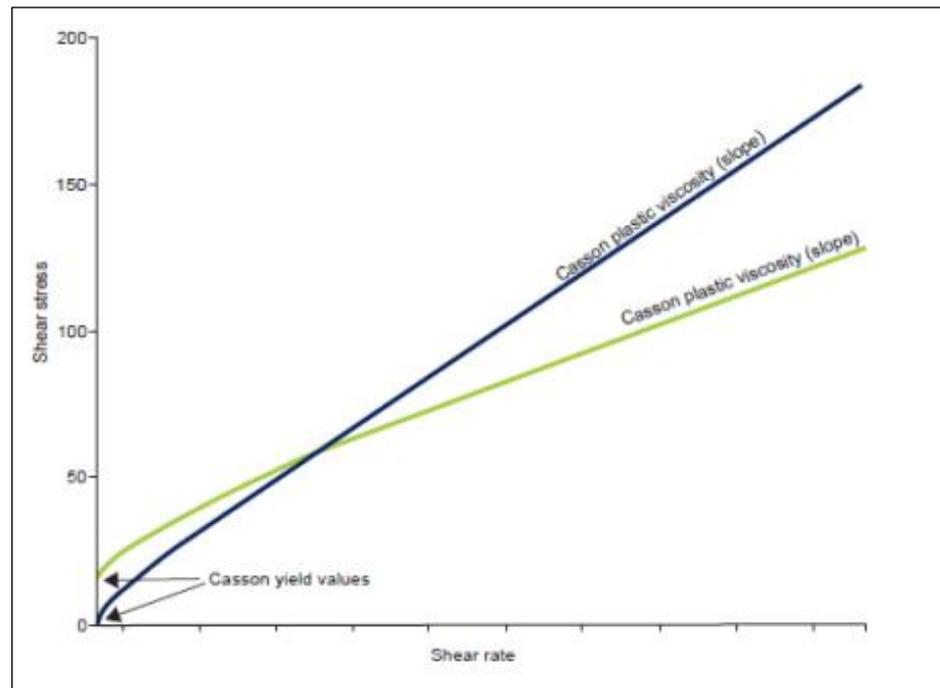
Se necesita más que una velocidad de corte para determinar el comportamiento de flujo del chocolate, un análisis a una única velocidad puede proporcionar buena información sobre el bombeo del chocolate mas no dar una buena indicación sobre el desempeño durante el moldeo o el recubrimiento.

La medición de la curva de flujo; que es fuerza requerida para hacer fluir el chocolate en función de un rango de velocidades de cizallamiento, brinda información relevante a la hora de distinguir entre varios tipos de formulación sobre

cuál sería el más adecuado para moldeado o para recubrimiento. El umbral de fluencia de Casson y la viscosidad plástica de Casson son dos parámetros que se obtienen de la curva de flujo. El umbral de fluencia es la fuerza requerida para que el chocolate empiece a fluir y la viscosidad plástica es la fuerza requerida para mantener un flujo constante en el chocolate.

Como se puede ver en la figura 2.3., la gráfica muestra dos curvas, mediante las cuales se evidencia la diferencia entre dos formulaciones de chocolate. El chocolate de la curva verde tiene un valor de umbral de fluencia (*yield value*) mayor que el de la azul. Mientras que el chocolate de la curva azul tiene una viscosidad plástica mayor que el de la verde. Por lo tanto, el chocolate de la curva verde tiene la capacidad de recubrir con una capa muy fina debido a la baja viscosidad plástica, y el chocolate de la curva azul tiende a depositarse mejor durante el moldeado gracias a su bajo valor de fluencia. Un simple análisis de viscosidad a una única velocidad de cizalla no mostraría este tipo de información tan importante.

Este tipo de análisis reológico también permite optimizar el uso de emulsionantes sin cambiar las propiedades del chocolate (NOVOA, 2012).



Fuente: <http://innovation4food.wordpress.com/2012/02/27/la-reologia-en-la-produccion-de-chocolate/>

FIGURA 2.3: ANÁLISIS REOLÓGICO DEL CHOCOLATE

Shear stress: esfuerzo cortante

Shear rate: velocidad de cizallamiento

En la industria del chocolate los emulsionantes tienen una gran importancia como controladores de la viscosidad

durante el proceso de fabricación. Su función se basa en variar las características físicas del chocolate fundido, formando una cobertura sobre los cristales de azúcar y reduciendo la viscosidad que puedan dar. De esta manera se pueden variar las características de extensibilidad del chocolate fundido, permitiendo recubrimientos en capas muy finas (CUBERO, et al, 2002).

Viscosímetro

La capacidad de realizar un registro constante de la viscosidad potencia enormemente la función del viscosímetro cuando se analizan los procesos reológicos que tienen lugar rápidamente o durante un largo periodo de tiempo. Posibilita la elaboración de perfil reológico de un fluido, elemento que resulta de gran valor en los procesos de control de calidad. Lectura en pantalla: Viscosidad (cP o mPas), escala % (BROOKFIELD, 2014), Velocidad (rpm), aguja utilizada (LABEQUIM, 2014).

En las pruebas de laboratorio la viscosidad se la tomo en un viscosímetro marca Brookfield modelo LVDVE con la aguja numero 4 ya que las muestras tienen viscosidades altas por ser un sucedáneo de chocolate para moldeo, los parámetros que se consideró para la medición de la viscosidad es que el producto tenga una finura de 28 micras que aproximadamente se obtenía con 10min de molienda; cuando se cumplió este parámetro se procedió a envasar y luego se tomo una pequeña cantidad en un vaso para proceder a bajar la temperatura hasta llegar a los 40°C ya que cuando sale del molino al envasado tiene aproximadamente una temperatura de 50 a 55°C, se incluyó otro parámetro la temperatura ya que a 40°C se disuelven completamente los sólidos de la grasa Kaofat 100H.

2.3.2. Determinación de la Finura

La finura es un parámetro físico que se mide con un instrumento llamado micrómetro el cual ayuda a determinar el espesor de las partículas del producto. Este parámetro es fijo en las muestras ya que se determino que sea de 28 micras para todas las pruebas.

El micrómetro, que también es denominado tornillo de Palmer, calibre Palmer o simplemente palmer, es un instrumento de medición cuyo nombre deriva etimológicamente de las palabras griegas *μικρο* (*micros*, pequeño) y *μετρον* (*metron*, medición); su funcionamiento se basa en un tornillo micrométrico que sirve para valorar el tamaño de un objeto con gran precisión, en un rango del orden de centésimas o de milésimas de milímetro, 0,01 mm ó 0,001 μm (micra) respectivamente.

Para proceder con la medición posee dos extremos que son aproximados mutuamente merced a un tornillo de rosca fina que dispone en su contorno de una escala grabada, la cual puede incorporar un nonio. La longitud máxima medible con el micrómetro de exteriores es de 25 mm normalmente, aunque también los hay de 0 a 30mm, siendo por tanto preciso disponer de un aparato para cada rango de tamaños a medir: 0-25 mm, 25-50 mm, 50-75 mm

Además, suele tener un sistema para limitar la torsión máxima del tornillo, necesario pues al ser muy fina la rosca no resulta fácil detectar un exceso de fuerza que pudiera ser causante de una disminución en la precisión (WIKIPEDIA, 2014).

2.4. Pruebas de Aceptabilidad

En la realización de las pruebas sensoriales se aplicaron las pruebas afectivas, específicamente la prueba hedónica que corresponde a las pruebas de medición del grado de satisfacción. A continuación se presenta su clasificación:

Prueba Afectiva

Las pruebas afectivas son aquellas en las cuales el juez expresa su reacción subjetiva ante el producto, indicando si le disgusta, si lo acepta o lo rechaza, estas pruebas son las que presenta mayor variabilidad en los resultados y estos son más difíciles de interpretar, ya que se trata apreciaciones completamente personales y, como se dice comúnmente: cada cabeza es un

mundo, en gusto se rompe géneros, sobre gusto no hay nada escrito, etc.

Para las pruebas afectivas es necesario contar con un mínimo de 30 jueces no entrenados; y estos deben ser consumidores habituales y compradores del tipo de alimento en cuestión.

Las pruebas afectivas pueden clasificarse en tres tipos: pruebas de preferencia, prueba de medición del grado de satisfacción y pruebas de aceptación (ANZANDÚA-MORALES, 1994).

Prueba de Preferencia

En esta prueba se desea conocer si los jueces prefieren una cierta muestra sobre otra. La prueba es muy sencilla y consiste en pedirle al juez que diga cuál de las dos muestras prefiere. Es recomendable incluir instrucciones para que los jueces prueben las muestras en un determinado orden, ya que algunas muestras dejan impresiones en la lengua o al olfato y esto puede interferir con la apreciación de la segunda muestra que sea probada. La información que puede obtenerse con esta prueba es muy limitada, pero tiene la ventaja de que se lleva a cabo muy rápidamente.

Prueba de Medición del Grado de Satisfacción

Estas pruebas se las emplea cuando se debe evaluar más de dos muestras a la vez, o cuando se desea obtener mayor información acerca de un producto, puede recurrirse a las pruebas de medición del grado de satisfacción. Estas son intentos para manejar más objetivamente datos tan subjetivos como son las respuestas de los jueces acerca de cuánto les gusta o les disgusta un alimento.

Para llevar a cabo estas pruebas se utilizan las escalas hedónicas. Estas escalas son instrumentos de medición de las sensaciones placenteras o desagradables producidas por un alimento a quienes lo prueban. Son las que presentan a los jueces una descripción verbal de la sensación que les produce la muestra, deben contener siempre un número impar de puntos, y se debe incluir siempre el punto central <ni me gusta ni me disgusta>.

Cuando es muy probable que dos o más muestras sean agradables para los jueces, es necesario utilizar escalas de más de tres puntos. Así, la escala puede ampliarse a cinco, siete o nueve puntos, simplemente añadiendo diferentes grados de gusto o disgusto,

como, por ejemplo: <me gusta (o me disgusta) ligeramente> y <me gusta moderadamente>.

Prueba de aceptación

El deseo de una persona para adquirir un producto es lo que se llama aceptación, y no sólo depende de la impresión agradable o desagradable que el juez reciba al probar un alimento sino también de aspectos culturales, socioeconómicos, de hábitos, etc. la determinación de la aceptación corresponde a los expertos en mercadotecnia. Sin embargo, cuando no es una investigación industrial, es conveniente que un tecnólogo de alimentos tenga nociones de mercadotecnia necesarias para analizar la aceptación de los productos. (ANZANDÚA-MORALES, 1994).

2.4.1. Elección del Grupo Focal y Panel de Degustación

La prueba que se utilizó fue la Prueba de Medición del Grado de Satisfacción, puesto que se quiere saber si el producto es agradable al consumidor. La evaluación del producto se realizó con 30 panelistas que fueron estudiantes de niveles inferiores de la carrera Ingeniería en Alimentos de la Escuela

Superior Politécnica del Litoral ya que son consumidores habituales de chocolate.

En esta prueba sensorial se aplicó un diseño experimental de un solo factor (tipo de chocolate) con tres niveles los cuales se han nombrado de la siguiente manera: 275, 803 y 996. En cada uno de estos niveles ha variado el porcentaje de grasa, el porcentaje de sólidos y el porcentaje de emulsificante (PGPR).

Nivel 1: 275 grasa – sólidos (35% - 65%)

Nivel 2: 803 grasa – sólidos (30% - 70%)

Nivel 3: 996 grasa – sólidos (28% - 72%)

CAPÍTULO 3

3. ANÁLISIS DE RESULTADOS

3.1. Determinación de Fórmula Recomendada

Una vez realizadas las corridas experimentales explicadas en el capítulo 2 se procedió a escoger la mejor fórmula de cada nivel basando en las especificaciones de viscosidad que proporcionó la empresa, siendo un rango entre (4500-5500cP) dando como resultado tres fórmulas.

Posteriormente se procedió realizar una corrida experimental con las tres fórmulas seleccionadas para determinar cuál de los dos factores que son el tipo de chocolate y el emulsificante PGPR tiene mayor influencia en cada una de ellas; dando como resultado la tabla que se presenta a continuación:

TABLA 6
TWO-WAY ANOVA: VISCOSIDAD VS. PGPR%. TIPO DE CHOCOLATE

Source	DF	SS	MS	F	P
% PGPR	4	200157035	50039259	16406.03	0.0000
Tipo de Chocolate	2	296850529	148425264	48663.17	0.0000
Interacción	8	50453582	6306698	2067.73	0.0000
Error	60	183003	3050		
Total	74	547644149			

Fuente: Programa ANOVA (Minitab), 2013

S = 55, 23 R-Sq = 99, 97% R-Sq (adj) = 99, 96%

De la tabla Anova anterior se puede concluir lo siguiente:

- El factor 1 (porcentaje de PGPR) si afecta a la viscosidad de la tableta de chocolate debido a que el valor p es inferior a 0,05.
- El factor 2 (tipo de chocolate) si afecta a la viscosidad de la tableta de chocolate debido a que el valor p es inferior a 0,05.
- De los dos factores anteriormente mencionados, el que más afecta a la viscosidad de la tableta de chocolate es el factor 2 (tipo de chocolate) puesto que su suma cuadrática es mayor.
- El factor 1 y el factor 2 están en interacción y en conjunto afectan también a la viscosidad del chocolate.

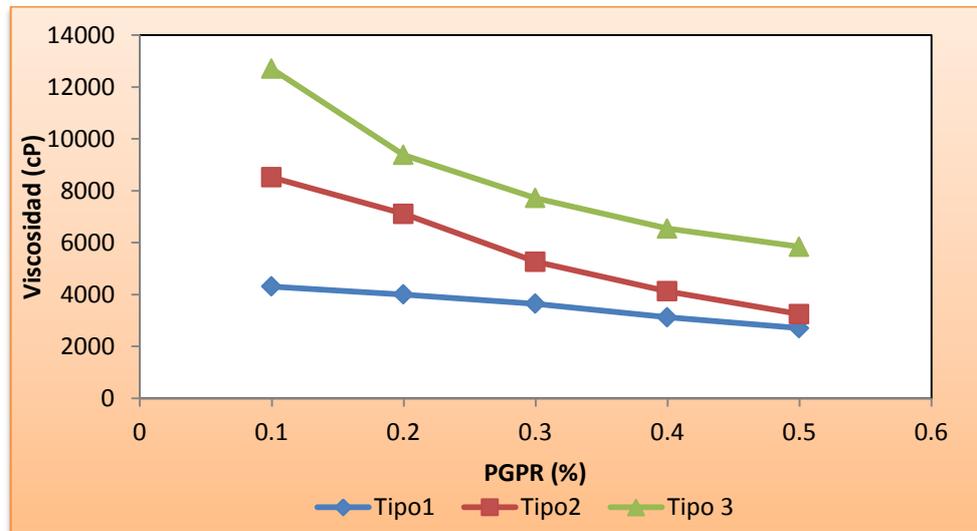
- Y, finalmente, el diseño de experimentos se ajusta en un 99,97% a los datos; es decir que se está frente a un experimento altamente confiable.

$P < 0,05$ rechaza H_0

$0,05 < p < 0,1$ incertidumbre

$P > 0,1$ no rechaza H_0

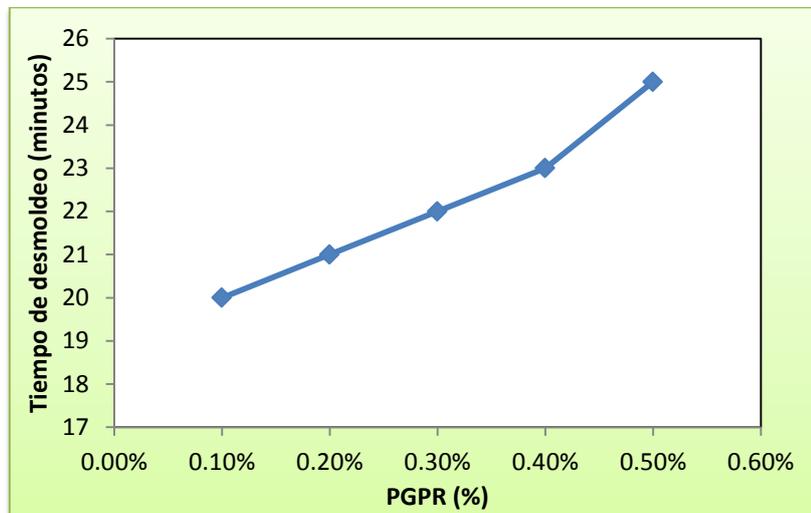
En la figura 3.1 se puede apreciar cual es el efecto del PGPR con relación a la viscosidad en cada tipo de chocolate y se puede dar cuenta que mientras el porcentaje de emulsificante es mayor, la viscosidad disminuye en los tres tipos de chocolate. El chocolate tipo 1 es el que tiene los datos más bajos en cuanto a la viscosidad, esto se debe a que en su formulación posee la menor cantidad de sólidos (65%), ya que entre más sólidos existan más se va a tardar en disminuir la viscosidad. Y por consiguiente, el chocolate tipo 2 y 3 tienen mayor viscosidad, ya que su cantidad de sólidos es 70% y 72% respectivamente.



Fuente: Jessica Celi y Tobías Veloz, 2013

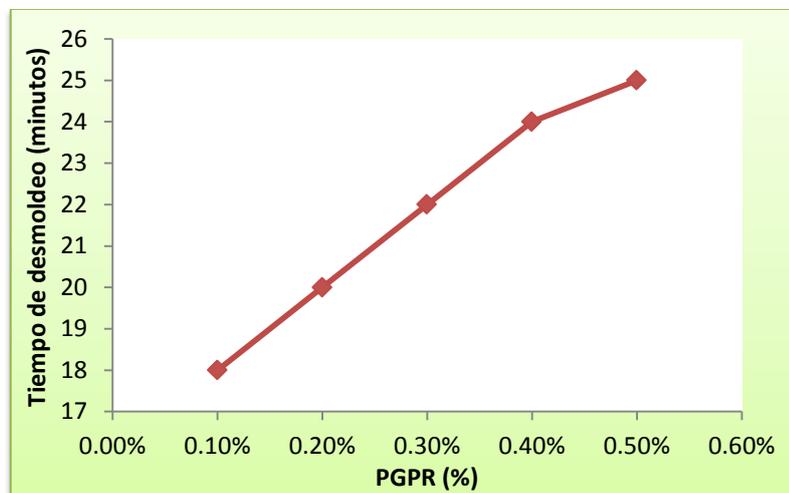
FIGURA 3.1 DIAGRAMA DE VISCOSIDAD VS. PGPR%. TIPO DE CHOCOLATE

Adicionalmente se realizaron gráficas para analizar el comportamiento del Polirricinoleato de Poliglicerol (PGPR) con el tiempo de desmolde para los tres tipos de chocolate. El resultado de dichas graficas determinó que cuando mayor sea el porcentaje de PGPR, el tiempo de desmolde es mayor para los tres tipos de chocolate, ya que cuando el chocolate tiene mayor cantidad de PGPR es más fluido y así demora más tiempo en secarse en el molde.



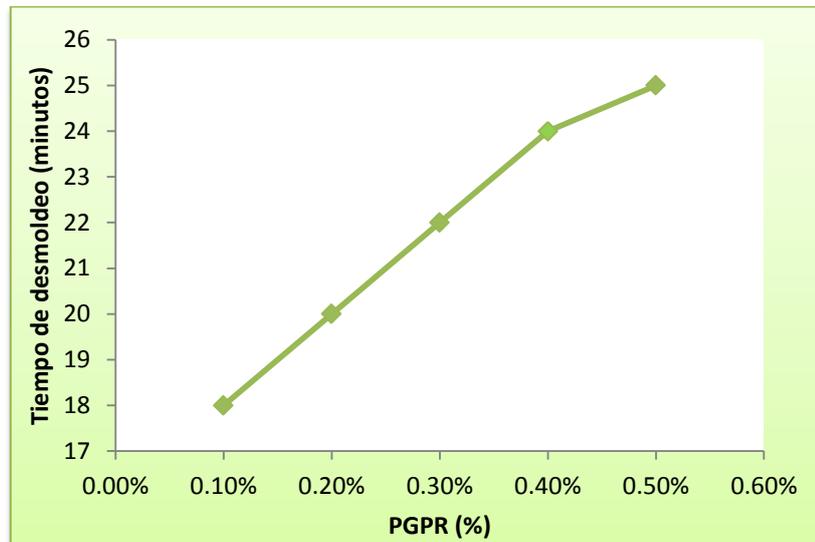
Fuente: Jessica Celi y Tobías Veloz, 2013

FIGURA 3.2. DIAGRAMA DEL TIPO DE CHOCOLATE 1



Fuente: Jessica Celi y Tobías Veloz, 2013

FIGURA 3.3 DIAGRAMA DEL TIPO DE CHOCOLATE 2



Fuente: Jessica Celi y Tobías Veloz, 2013

FIGURA 3.4. DIAGRAMA DEL TIPO DE CHOCOLATE 3

3.2. Pruebas sensoriales

Los datos recopilados fueron tabulados primeramente en Excel previo a colocarlos en el programa Anova. En la siguiente tabla se muestran las respuestas de los panelistas para cada una de las tres pruebas; la escala indica: 1= me disgusta mucho; 2= me disgusta; 3= ni me gusta, ni me disgusta; 4= me gusta; 5= me gusta mucho.

TABLA 7
RESULTADOS DE LAS PRUEBAS SENSORIALES

ESCALA	Tipo chocolate 1	Tipo chocolate 2	Tipo chocolate 3
1	0	0	2
2	1	6	4
3	8	10	4
4	11	9	13
5	10	5	7

Fuente: Jessica Celi y Tobías Veloz, 2013

Planteamiento de la Hipótesis – ANOVA

H₀: El tipo de chocolate no influye en la aceptación de los panelistas.

vs

H₁: El tipo de chocolate si influye en la aceptación de los panelistas.

Se ingresaron los valores tabulados de la prueba sensorial en el programa Minitab y se construyó la tabla ANOVA para determinar la aceptación de los panelistas frente al tipo de chocolate y se obtuvo los siguientes resultados.

TABLA 8
ONE-WAY ANOVA: ACEPTACIÓN VS. TIPO DE CHOCOLATE

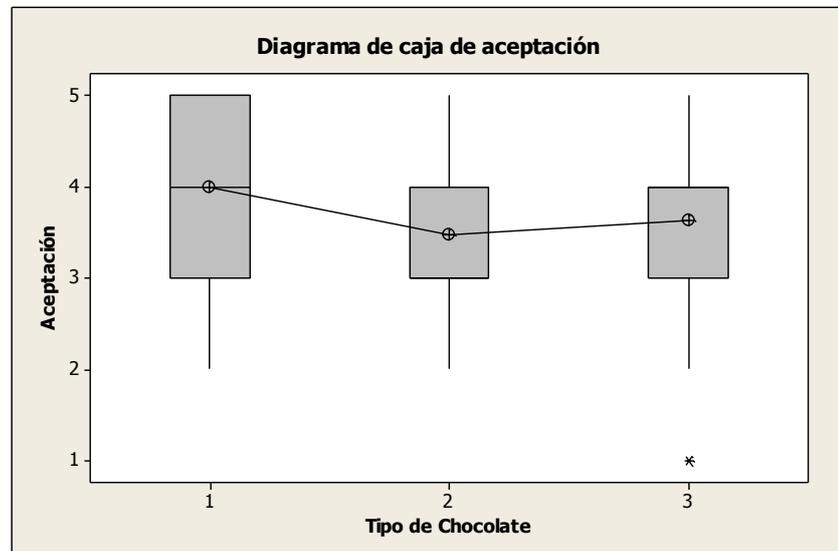
Source	DF	SS	MS	F	P
Tipo de chocolate	2	4.467	2.233	2.36	0.101
Error	87	82.433	0.948		
Total	89	86.900			

Fuente: Programa ANOVA (Minitab), 2013

$$S = 0,9734 \quad R\text{-Sq} = 5,14\% \quad R\text{-Sq}(\text{adj}) = 2,96\%$$

En la Tabla Anova presentada anteriormente se puede observar un valor p de 0,101 lo cual indica que la hipótesis nula no debe ser rechazada; y con esto se concluye que el tipo de chocolate no influye en la aceptación que tiene los panelistas.

En el diagrama de cajas que se puede visualizar en la figura 3.5, se observa que la media del chocolate tipo 1 es superior que la media de los otros dos tipos de chocolate. El chocolate de tipo 1 recibió más calificaciones de 4 y 5 que los otros tipos de chocolate. Además, entre los valores de aceptación del chocolate tipo 3 se evidencia la presencia de un dato aberrante que corresponde a un panelista que calificó con 1 a dicho chocolate.



Fuente: Jessica Celi y Tobías Veloz, 2013

FIGURA 3.5: DIAGRAMA DE CAJAS DE ACEPTACIÓN DEL TIPO DE CHOCOLATE

PRUEBA DE TUKEY

Mediante la prueba de Tukey, que es una prueba para encontrar diferencias significativas entre los niveles del factor, se puede concluir que no existe diferencia significativa entre los tipos de chocolate, ya que las tres pruebas comparten el grupo A. Esto corrobora a la conclusión que se llega anteriormente con el Análisis de Varianza en donde se afirma que el tipo de chocolate no influye en la aceptación que tienen los panelistas.

TABLA 9
INFORMACIÓN DE AGRUPACIÓN POR EL METODO DE TUKEY

Tipo de chocolate	N	Mean	Grouping
1	30	4.0000	A
3	30	3.6333	A
2	30	3.4667	A

Fuente: Programa Anova (MiniTab), 2013.

3.3. Análisis de Costos de Formulación

Para el análisis de costos se tomaron en consideración las tres fórmulas idóneas seleccionadas con anterioridad. A continuación se presentan los costos que se aplicaron y además la comparación con respecto a los costos con el uso de la grasa láurica y con la manteca de cacao.

Costo de producción

El costo de producción que se determina está conformado por costo de materia prima y el costo de material de empaque.

➤ **Costos de materia prima**

En esta categoría se incluyen todos aquellos costos de los distintos ingredientes utilizados en las diferentes formulaciones de las pruebas realizadas. Los cuales son detallados en la tablas 10, 11, 12.

TABLA 10
COSTO FÓRMULA NÚMERO 1

Chocolate Nivel 1 (GRASA 35% - SÓLIDOS 65%)		25	Kg	Valor por Kg.	Costo Total
Azucar Blanca	52,00%	13	Kg	\$ 0,73	\$ 9,49
Kaofat 100H	32,77%	8,1925	Kg	\$ 2,20	\$ 18,02
Polvo Cacao Alcalino	9,50%	2,375	Kg	\$ 3,30	\$ 7,84
Leche Descremada	3,10%	0,775	Kg	\$ 6,55	\$ 5,08
Licor de Cacao	2,10%	0,525	Kg	\$ 4,00	\$ 2,10
Lecitina de Soya	0,40%	0,1	Kg	\$ 1,35	\$ 0,14
PGPR	0,10%	0,025	Kg	\$ 7,60	\$ 0,19
Vainillina	0,03%	0,0075	Kg	\$ 23,50	\$ 0,18
COSTO DE EMPAQUE					\$ 1,44
TOTAL	100,00%	25	Kg		\$ 44,47

Fuente: Jessica Celi y Tobías Veloz, 2014

TABLA 11
COSTO FÓRMULA NÚMERO 2

Chocolate Nivel 2 (GRASA 30% - SÓLIDOS 70%)		25	Kg	Valor por Kg.	Costo Total
Azucar Blanca	56,37%	14,0925	Kg	\$ 0,73	\$ 10,29
Kaofat 100H	28,00%	7	Kg	\$ 2,20	\$ 15,40
Polvo Cacao Alcalino	10,00%	2,500	Kg	\$ 3,30	\$ 8,25
Leche Descremada	3,10%	0,775	Kg	\$ 6,55	\$ 5,08
Licor de Cacao	2,00%	0,5	Kg	\$ 4,00	\$ 2,00
Lecitina de Soya	0,40%	0,1	Kg	\$ 1,35	\$ 0,14
PGPR	0,10%	0,025	Kg	\$ 7,60	\$ 0,19
Vainillina	0,03%	0,0075	Kg	\$ 23,50	\$ 0,18
COSTO DE EMPAQUE					\$ 1,44
TOTAL	100,00%	25	Kg		\$ 42,96

Fuente: Jessica Celi y Tobías Veloz, 2014

TABLA 12
COSTO FÓRMULA NÚMERO 3

Chocolate Nivel 3 (GRASA 28% - SÓLIDOS 72%)		25	Kg	Valor por Kg.	Costo Total
Azucar Blanca	60,00%	15	Kg	\$ 0,73	\$ 10,95
Kaofat 100H	27,00%	6,75	Kg	\$ 2,20	\$ 14,85
Polvo Cacao Alcalino	8,00%	2,000	Kg	\$ 3,30	\$ 6,60
Leche Descremada	3,47%	0,8675	Kg	\$ 6,55	\$ 5,68
Licor de Cacao	1,00%	0,25	Kg	\$ 4,00	\$ 1,00
Lecitina de Soya	0,40%	0,1	Kg	\$ 1,35	\$ 0,14
PGPR	0,10%	0,025	Kg	\$ 7,60	\$ 0,19
Vainillina	0,03%	0,0075	Kg	\$ 23,50	\$ 0,18
COSTO DE EMPAQUE					\$ 1,44
TOTAL	100,00%	25	Kg		\$ 41,02

Fuente: Jessica Celi y Tobías Veloz, 2014.

➤ **Costos de material de empaque**

El empaque del producto estará conformado por un empaque secundario que es el cartón (Largo: 337; ancho: 337; alto: 241) milímetros y un empaque primario que es la funda plástica de Baja Densidad (Ancho: 30; Largo: 28) pulgadas que los se detalla en la tabla 13.

TABLA 13

COSTO DE EMPAQUE

TIPO DE EMPAQUE	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO POR UNIDAD	COSTO TOTAL
Empaque primario	2	1 unidad	\$ 0.17	\$ 0.34
Empaque secundario	1	1 unidad	\$ 1.10	\$1.10
COSTO TOTAL DEL EMPAQUE				\$ 1.44

Fuente: Jessica Celi y Tobías Veloz, 2014

El producto será envasado en cajas de 25Kg y va a llevar 2 fundas de tipo grado alimenticio.

En la tabla 14, 15 y 16 se puede analizar que al reemplazar la grasa láurica por la manteca de cacao en la formulación 1, 2 y 3, se pudo afirmar que si existe una aumento elevado en el costo total. Hay que recalcar que una vez agregado la manteca de cacao ya se está

hablando de un chocolate y no un sucedáneo, es decir que comparando ambas grasas, la que proporciona mayor accesibilidad económica es la grasa láurica. Esta diferencia se debe a que la manteca de cacao tiene un costo de \$7,50 por cada Kilogramo (Kg), mientras que la grasa láurica tiene un costo de \$2,20 por Kilogramo.

TABLA 14

COSTO DE FÓRMULA 1 CON MANTECA DE CACAO

Chocolate Nivel 1 (GRASA 35% - SÓLIDOS 65%)		25	Kg	Valor por Kg.	Costo Total
Azucar Blanca	52,00%	13	Kg	\$ 0,73	\$ 9,49
Manteca de cacao	32,77%	8,1925	Kg	\$ 7,50	\$ 61,44
Polvo Cacao Alcalino	9,50%	2,375	Kg	\$ 3,30	\$ 7,84
Leche Descremada	3,10%	0,775	Kg	\$ 6,55	\$ 5,08
Licor de Cacao	2,10%	0,525	Kg	\$ 4,00	\$ 2,10
Lecitina de Soya	0,40%	0,1	Kg	\$ 1,35	\$ 0,14
PGPR	0,10%	0,025	Kg	\$ 7,60	\$ 0,19
Vainillina	0,03%	0,0075	Kg	\$ 23,50	\$ 0,18
COSTO DE EMPAQUE					\$ 1,44
TOTAL	100,00%	25	Kg		\$ 87,49

Fuente: Jessica Celi y Tobías Veloz, 2014

TABLA 15
COSTO DE FÓRMULA 2 CON MANTECA DE CACAO

Chocolate Nivel 2 (GRASA 30% - SÓLIDOS 70%)		25	Kg	Valor por Kg.	Costo Total
Azucar Blanca	56,37%	14,0925	Kg	\$ 0,73	\$ 10,29
Manteca de cacao	28,00%	7	Kg	\$ 7,50	\$ 52,5
Polvo Cacao Alcalino	10,00%	2,500	Kg	\$ 3,30	\$ 8,25
Leche Descremada	3,10%	0,775	Kg	\$ 6,55	\$ 5,08
Licor de Cacao	2,00%	0,5	Kg	\$ 4,00	\$ 2,00
Lecitina de Soya	0,40%	0,1	Kg	\$ 1,35	\$ 0,14
PGPR	0,10%	0,025	Kg	\$ 7,60	\$ 0,19
Vainillina	0,03%	0,0075	Kg	\$ 23,50	\$ 0,18
COSTO DE EMPAQUE					\$ 1,44
TOTAL	100,00%	25	Kg		\$ 80,07

Fuente: Jessica Celi y Tobías Veloz, 2014

TABLA 16
COSTO DE FÓRMULA 3 CON MANTECA DE CACAO

Chocolate Nivel 3 (GRASA 28% - SÓLIDOS 72%)		25	Kg	Valor por Kg.	Costo Total
Azucar Blanca	60,00%	15	Kg	\$ 0,73	\$ 10,95
Manteca de cacao	27,00%	6,75	Kg	\$ 7,50	\$ 50,63
Polvo Cacao Alcalino	8,00%	2,000	Kg	\$ 3,30	\$ 6,60
Leche Descremada	3,47%	0,8675	Kg	\$ 6,55	\$ 5,68
Licor de Cacao	1,00%	0,25	Kg	\$ 4,00	\$ 1,00
Lecitina de Soya	0,40%	0,1	Kg	\$ 1,35	\$ 0,14
PGPR	0,10%	0,025	Kg	\$ 7,60	\$ 0,19
Vainillina	0,03%	0,0075	Kg	\$ 23,50	\$ 0,18
COSTO DE EMPAQUE					\$ 1,44
TOTAL	100,00%	25	Kg		\$ 76,81

Fuente: Jessica Celi y Tobías Veloz, 2014

CAPÍTULO 4

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- ✓ Al realizar el diseño de experimentos donde se evaluó el efecto del emulsificante PGPR con relación a la viscosidad en cada tipo de sucedáneo de chocolate, se comprobó en las tres fórmulas analizadas que mientras el porcentaje de emulsificante añadido es mayor, la viscosidad disminuye.
- ✓ Se realizó muestras con tres concentraciones diferentes de grasas y sólidos aunque en la prueba sensorial que se realiza no existe diferencia significativa en sus características organolépticas. Existe una diferencia en precios y esto a nivel industrial es un punto que se debe tomar en consideración al momento de lanzar un producto al mercado.

- ✓ Una vez realizadas las pruebas sensoriales se pudo concluir que no existió diferencia significativa entre las formulaciones evaluadas, debido a que la aceptación de los panelistas no se vio influenciado por el tipo de sucedáneo de chocolate.

- ✓ Al analizar los costos de formulación del sucedáneo de chocolate se puede concluir que si existe una evidente disminución en los costos de más del 50% en las tres formulaciones al usar la grasa laúrica, mientras que si se usaría la manteca de cacao el costo sería muy elevado, aunque ya se estaría comparando con un chocolate como tal.

Recomendaciones

- ✓ Se recomienda el uso del emulsificante PGPR para disminuir la viscosidad del sucedáneo de chocolate y de esta manera optimizar el proceso de refinado.

- ✓ Se aconseja un manejo controlado de la grasa laúrica debido a que aproximadamente el 5% de manteca de cacao es el nivel máximo de adición que tolera dicha grasa.

- ✓ Se recomienda hacer un estudio más a fondo sobre el uso de emulsificantes en sucedáneos de chocolate porque estos les dan algunas propiedades al producto final y ayudan a controlar los parámetros físicos de los mismos según el estudio realizado en este trabajo final de graduación.

APÉNDICE

APÉNDICE A

**ESPECIFICACIÓN COMERCIAL DEL
POLIRRICINOLEATO DE POLIGLICEROL**

APÉNDICE B
ESPECIFICACIÓN COMERCIAL DE GRASA KAOFAT

APÉNDICE C

FICHA DE PRUEBAS SENSORIALES

Prueba de Medición de Grado de Satisfacción

Nombre: _____ Fecha: _____

Producto: Tableta de Chocolate

Pruebe las muestras, e indique su nivel de agrado marcando con una **X** en la escala que mejor describa su reacción

ESCALA	275	803	996
Me gusta mucho	_____	_____	_____
Me gusta	_____	_____	_____
Ni me gusta ni me disgusta	_____	_____	_____
Me disgusta	_____	_____	_____
Me disgusta mucho	_____	_____	_____

Comentarios: _____

¿Cuál chocolate compraría usted? _____

GRACIAS

BIBLIOGRAFÍA

1. AFOAKWA, Emmanuel, Chocolate Science & Technology, First Edition, Editorial John Wiley & Sons, Oxford-U.K., 2011.
2. ANZALDÚA, Antonio, La Evaluación Sensorial de los Alimentos en la Teoría y la Práctica, Editorial acribia, 1994.
3. ATKINS, Peter, Las moléculas de Atkins, Editorial Akal, Madrid-España, 2007 pág. 153.
4. BARROS Carlos, Los aditivos en la alimentación de los españoles y la legislación que regula su autorización y uso, Segunda Edición, Editorial Visión Libros, Madrid-España, 2009.
5. BECKETT, Industrial Chocolate Manufacture and Use, Cuarta Edición, 2009.
6. BOTANICAL Online, Chocolate, 2013. Disponible en: <http://www.botanical-online.com/chocolate.htm>.
7. BROOKFIELD. Engineering Laboratories. [Consulta: 9 enero 2014].
Disponible en:

<http://www.brookfieldengineering.com/products/viscometers/laboratory-dv-e.asp#features>

8. C.A.A. Código Alimentario Argentino. Capítulo 10: Alimentos Azucarados. Artículo 787bis. 2011 Disponible en: <http://www.anmat.gov.ar/alimentos/codigoa/Capitulo_X.pdf>
9. CARRILLO R. & VEGA T., “Producción de Cacao para la Agroindustria y el aprovechamiento de las oportunidades de mercado”, (Tesis, Centro de Estudios de Postgrado, Universidad Técnica de Manabí, Portoviejo-Ecuador, 2008, pág. 124).
10. CODINI M., DÍAZ F., GHIRARDI M., VILLAVICENCIO I. “Obtención y Utilización De La Manteca De Cacao”. Tesis (Ingeniería en Tecnología de Alimentos). UCEL, Facultad de Química, Junio 2004. Pág. 146.
11. CONVENIO BCIE/CATIE. Informe de la Situación Actual, Perspectivas Del Cultivo E Industrialización, Turrialba, Costa Rica, 1982, pág. 78.
12. CUAMBA R., “Caracterización de grasas alternativas de la manteca de cacao”. Tesis (Maestría en Alimentos). México D.F, México. Instituto Politécnico Nacional, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Departamento de Graduados e Investigación en Alimentos, 2008.

13. CUBERO, Nuria, MONFERRER, Albert, VILLALTA Jordi. Aditivos Alimentarios. España, Ediciones Mundi-prensa, 2002.
14. DÍAZ S. & PINOARGOTE M., “Análisis de las Características Organolépticas del Chocolate a partir de Cacao CCN51 Tratado Enzimáticamente y Tostado a Diferentes Temperaturas.”, (Tesis, Facultad de Ingeniería Mecánica y Ciencias de la Producción, Escuela Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil-Ecuador, 2012).
15. DIRECTO AL PALADAR. Juana Trujillo, 20 de mayo 2010. Breve historia del cacao y del chocolate <<http://www.directoalpaladar.com>>.
16. FAO. Comisión del Codex Alimentarius. Aditivos Alimentarios. Febrero de 2012. Disponible en: ftp://ftp.fao.org/codex/meetings/ccfa/ccfa44/fa44_16s.pdf.
17. GIL Ángel, Tratado de Nutrición: Composición y Calidad Nutritiva de los Alimentos, Editorial Panamericana, Tomo II, España, 2010.
18. GUNSTONE, Frank. Oils and Fats in the food industry. Cocoa butter and Cocoa butter alternatives. Editorial Blackwell Publishing, 2008, pg 16, 128.

19. INIA. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. Sustitutos o reemplazantes de la manteca de cacao. Rigel Liendo. 8 Mayo del 2006. Disponible en:
http://sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas_tec/inia_divulga/numero%208/08liendo_r.pdf
20. LABEQUIM. Instrumentación Para Laboratorio. [Consulta: 9 enero 2014]. Disponible en:
<<http://www.instrumentacion.com.mx/HTML/VISCOSIMETROS.htm>>.
21. LA FABRIL. Hecho a tu medida. Grasas para confitería y chocolatería. [Consulta: 31 de Julio 2013]. Disponible en: <<http://www.lafabril.com.ec>>.
22. MINSAL. Ministerio de Salud. Reglamento Sanitario de los Alimentos. De los productos del cacao y del chocolate, art. 399. 13 Enero 2000. Disponible en:
http://www.minsal.gob.cl/portal/url/page/minsalcl/g_proteccion/g_alimentos/reglamento_sanitario_alimentos.html.
23. NOVOA, Diego. La Reología en la Producción de Chocolate. 27 de febrero 2012. Disponible en: <http://innovation4food.wordpress.com/2012/02/27/la-reologia-en-la-produccion-de-chocolate/>.

24. ORTUÑO MANUEL, Manual Práctico de Aceites esenciales, aromas y perfumes, Primera Edición, Editorial Aiyana, España, 2006, pág. 92.

25. PALSGAARD. Uniform PGPR for chocolate and compounds Palsgaard PGPR 4125. [Consulta: 14 de Diciembre 2013]. Disponible en: <http://www.palsgaard.com/media/77757/palsgaard%C2%AE%20pgpr%204125.pdf>

26. PORTAL EDUCATIVO. Tiposde. Tipos de chocolate. 2013. Disponible en: <http://www.tiposde.org/cotidianos/601-tipos-de-chocolates/#ixzz2VTcU5RkX>.

27. RAMÍREZ, Juan S. Introducción a la Reología de los Alimentos. Recitela. Universidad del Valle, Cali- Colombia, 2006.

28. RODRÍGUEZ, Yessica. Viscosidades de los líquidos. [consulta 15 de Enero 2014]. Disponible en: <http://es.scribd.com/doc/31225691/Viscosidades-de-Los-Liquidos>.

29. ROSSEL, John B. Las grasas para las coberturas y los revestimientos de chocolate. 1988, 9(4) [consulta: 11 de Febrero 2014]. Disponible en: <http://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/206>

30. RUANDI. Red Uruguaya de Apoyo a la Nutrición y Desarrollo infantil. Decreto N° 315/994. Chocolates. Símil Chocolate. 5 Julio 1994. Disponible en:

http://www.ruandi.org.uy/quehacemos_presentaciones/reglamento_bromatologico_decreto315_1994.pdf

31. SANDOVAL, Jonathan. Materias Primas para la Obtención de Chocolates. [consulta: 1 de Agosto 2013. Disponible en:<<http://es.scribd.com/doc/33751355/MATERIAS-PRIMAS>>.

32. SLIDESHARE. Gabriela Perea. 24 Mayo 2010. Tipos de chocolates <<http://www.slideshare.net/gabyesther/tipos-de-chocolates>>.

33. UZCA, Cecilia y COSTA, Ana M. *Aplicación de la Stevia Rebaudiana Bertoni en el Desarrollo y Diseño de Proceso de un Chocolate en Polvo para Grupos de Personas con Dietas de Bajas Calorías*. [Consulta: 31 Julio 2013]. Disponible en: <<http://www.cib.espol.edu.ec>>.

34. WIKIPEDIA, *la enciclopedia libre* [en línea] [consulta: 14 enero 2014]. Disponible en: <http://es.wikipedia.org/wiki/Micr%C3%B3metro_%28instrumento%29>.

Palsgaard® PGPR 4125

Product Profile



- Product Type:** Palsgaard® PGPR 4125 is a polyglycerol polyricinoleate (PGPR) with uniform high functional properties
- Application Areas:** Palsgaard® PGPR 4125 is specially designed to reduce yield value and plastic viscosity in chocolate and compound products. As Palsgaard® PGPR 4125 is mainly reducing the yield value it is usually used in combination with ammoniumphosphatide (Palsgaard® AMP 4448) or lecithin to achieve optimal results.
- Functional Properties:** Palsgaard® PGPR 4125 has a strong effect on especially the yield value in chocolate and compound systems and is an excellent choice when reduced fat content is requested.
- The functionality of Palsgaard® PGPR 4125 is precisely monitored and controlled in chocolate, which ensures our customers an outstanding batch-to-batch stability. This is a great benefit to the chocolate producer as the outstanding uniformity means a smooth chocolate production.
- Apart from securing the functionality of Palsgaard® PGPR 4125, the unique production process has been designed in such a way, that the product is light in colour and completely taste and odour free. This is crucial when making the fine tasting chocolate products loved by the consumers.
- The benefits of Palsgaard® PGPR 4125 are as follows:
- Moulding**
- Uniform and documented functionality
 - Easier flow
 - Easier distribution in moulds
 - Less need for vibration
 - Better coating of inclusions
 - Avoid air bubbles
- Coating**
- Uniform and documented functionality
 - Easier flow
 - Uniform and complete coating
 - Avoid air bubbles (leaks)
 - Control of the chocolate layer
- Ice cream coating**
- Uniform and documented functionality
 - Uniform coating
 - Control of the chocolate layer
 - Reduction of pinholes
 - Resistance to water contamination

Identification: 00412501-EU-E-PP.doc

In general PGPR is described by a number of chemical values such as hydroxyl value, acid value etc., which are not reflecting the functional properties of the product. In other words it is possible to produce a functional and a non-functional PGPR within the given legal specifications.

In order to secure the functionality of Palsgaard® PGPR 4125, Palsgaard has developed an analytical method, which describes the precise functionality of PGPR in chocolate – the so called viscosity reducing power (VRP) or viscosity reducing Index (VRP-Index).

VRP method shows the actual viscosity reducing power in percentage when adding 0.2% PGPR to a chocolate.

VRP - Method overview:

Equipment: Haake Viscosimeter – spindle Z38, Speed: 0.54 [1/s] (This speed is used as this is close to the functionality area of PGPR – it imitates e.g. slow moving chocolate in a vibrated mould)

Test milk chocolate based on sugar, cocoa mass, cocoa butter, milk solids and ammoniumphosphatide is manufactured and the viscosity is measured (Start viscosity).

0.2% sample Palsgaard® PGPR 4125 is added and the viscosity is measured (Test viscosity)

Calculation:

$$\frac{\text{Start viscosity} - \text{Test viscosity}}{\text{Start viscosity}} \times 100 = \text{VRP}$$

Palsgaard® PGPR 4125 will typically show a VRP of 68%

VRP-Index: Shows the VRP compared to a target PGPR. As it is impossible to make 2 identical test chocolates, the VRP level will change when changing test chocolate. The analysis will also depend on equipment, calibration, sample preparation etc. In order to avoid these analytical disturbances, Palsgaard has introduced the VRP-Index method. Here a target PGPR is chosen as standard. This standard is analysed every day and the VRP result is used as index 100. The analysed batches are then compared to the standard using following calculation:

$$\frac{\text{VRP Test chocolate}}{\text{VRP Target chocolate}} \times 100 = \text{VRP Index}$$

VRP test chocolate/VRP target PGPR * 100.

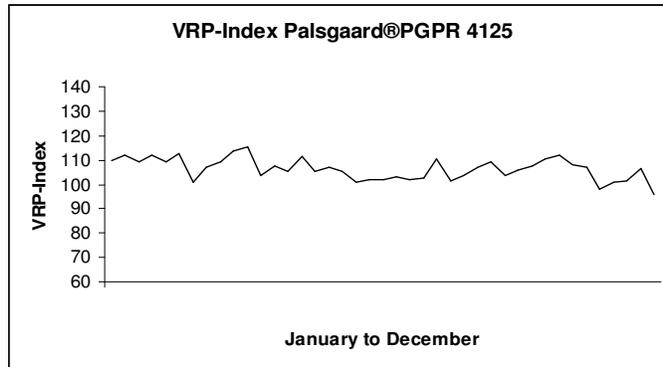
Numbers above 100 shows stronger VRP than standard.

As standard Palsgaard A/S will provide the VRP-Index on the COA as the most important parameter showing a high and consistant quality and functionality of our product.

For more detailed description on how to measure the VRP please contact Palsgaard A/S – Bakery and Confectionery Group.

A result of above mentioned analysis is the outstanding functional stability of Palsgaard® PGPR 4125 from batch to batch, which always secures our customers the same high functionality. Below graph shows the exceptional

functional stability of Palsgaard® PGPR 4125 productions over a period of 1 year.



Dosage:

Typical 0.1% - 0.5%
Depends on the requested functionality and the legislation



ESPECIFICACIÓN COMERCIAL

KAOFAT 100 H

Rev. 02
3061086

DESCRIPCIÓN

Grasa vegetal Hidrogenada y Fraccionada denominada CBS (Cocoa Butter Substitute), de origen Láurico. Producto de olor y sabor neutro. Contiene lecitina de soya, ácido cítrico y antioxidante BHT (150 ppm). Tiene limitada compatibilidad con Manteca de cacao hasta un 5%.

APLICACIÓN

Como Sustituto de Manteca de Cacao (CBS), para elaboración de chocolates para moldeo, coberturas ("compounds") y rellenos. Excelente funcionalidad en climas tropicales.

VENTAJAS

Excelente funcionalidad y contracción en climas tropicales.
Libre de ácidos grasos "trans"
Excelente fusión a 37°C.
Producto con Certificación Kosher.

ESPECIFICACIONES

Acidez (Ac. Laurico), % ^{(*) (1)}	= 0.10 máx.
Punto de Fusión, °C ⁽¹⁾	= 34-36
Humedad & Volátiles, % ⁽¹⁾	= 0.05 máx.
Índice de Peróxido, meq/kg ^{(*) (1)}	= 1.0 máx.
Índice de Yodo, (cg/g)	= 1 máx.
Color Lov 5 ¼", Rojo ⁽¹⁾	= 1R máx.
Sabor y Olor ⁽¹⁾	= Neutro
Valor N (NMR)	% SFC
	20°C = 92 min.
	30°C = 45 min.
	35°C = 5 máx.
	40°C = 0.5 máx.

METODO

AOCS Ca-5a-40
AOCS Cc-03-25
AOCS Ca-2b-38
AOCS Cd-08-53
AOCS Cd-01-25
AOCS Cc-13e-92
Sensorial
AOCS Cd-16b-93

(*) Al momento del empaque del producto (1) Reportado en certificado de análisis.

EMPAQUE (*)

Se empaca en cajas de Cartón con fundas de Polietileno en las siguientes presentaciones:

Cajas de 15/20 Kilos.

(*) Otras presentaciones de desarrollan bajo pedido y consulta.

ALMACENAMIENTO

En lugar fresco y seco, y no debe ser expuesto al sol o al calor.

Vida Útil: 1 año en empaque cerrado, bajo condiciones normales de almacenamiento.

TRANSPORTE

En contenedores aislados, evitando calentamiento excesivo, por encima de su Punto de Fusión.

Fecha de Actualización: Abril - 2012

La información contenida en este documento es la más exacta y cierta para nuestro conocimiento. Cualquier recomendación o sugerencia para la utilización de este producto es aplicable bajo las condiciones de usos convencionales.

Km 5½ Vía Manta-Montecristi, Ecuador. Tel: 593-52- 920-826.
Fax: 593-52-924-252 - Casilla 13-05-4761



la industria de las ideas