



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO  
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
CUAUTITLÁN**

**INFLUENCIA DE LA COMBINACIÓN DE GRASA BUTÍRICA Y  
VEGETAL EN EL DESARROLLO DE UN PRODUCTO TIPO  
MANTEQUILLA FLUIDA ADICIONADA CON OMEGA 3.**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL GRADO DE:**

**INGENIERA EN ALIMENTOS**

**P R E S E N T A N:**

**PAOLA NAYELY JURADO JIMÉNEZ  
WENDY MAGALY ARIAS BALDERAS**

**ASESORES: DRA. SARA ESTHER VALDÉS MARTÍNEZ  
DRA. MARÍA EUGENIA RAMÍREZ ORTÍZ**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN  
 UNIDAD DE ADMINISTRACION ESCOLAR  
 DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES

U. N. A. M.  
 ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS

DRA. SUEMI RODRIGUEZ ROMO  
 DIRECTORA DE LA FES CUAUTITLAN  
 PRESENTE



ATN: L.A. ARACELI HERRERA HERNANDEZ  
 Jefa del Departamento de Exámenes  
 Profesionales de la FES Cuautitlán.

Con base en el Art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos la Tesis:

Influencia de la combinación de grasa butírica y vegetal en el desarrollo  
de un producto tipo mantquilla fluida adicionada con omega 3.

Que presenta la pasante Paola Nayely Jurado Jiménez  
 Con número de cuenta: 406014355 para obtener el título de:  
Ingeniera en Alimentos

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

ATENTAMENTE  
 "POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"  
 Cuautitlan Izcalli, Mex. a 14 de abril de 2011.

PRESIDENTE	Dr. José Francisco Montiel Sosa	
VOCAL	Dra. Sara Esther Valdés Martínez	
SECRETARIO	Dra. Carolina Moreno Ramos	
1er SUPLENTE	IA. Sandra Margarita Rueda Enriquez	
2º SUPLENTE	Dra. María Guadalupe Sosa Herrera	



FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN  
 UNIDAD DE ADMINISTRACION ESCOLAR  
 DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES

U. N. A. M.  
 ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS  
 SUPERIORES CUAUTITLAN

DRA. SUEMI RODRIGUEZ ROMO  
 DIRECTORA DE LA FES CUAUTITLAN  
 PRESENTE



ATN: L.A. ARACELI HERRERA HERNANDEZ  
 Jefa del Departamento de Exámenes  
 Profesionales de la FES Cuautitlán.

Con base en el Art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos la Tesis:

Influencia de la combinación de grasa butírica y vegetal en el desarrollo  
de un producto tipo mantequilla fluida adicionada con omega 3.

Que presenta 1ª pasante Wendy Magaly Arias Balderas  
 Con número de cuenta: 301168340 para obtener el título de:  
Ingeniera en Alimentos

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

ATENTAMENTE  
 "POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"  
 Cuautitlan Izcalli, Mex. a 14 de abril de 2011.

PRESIDENTE Dr. José Francisco Montiel Sosa  
 VOCAL Dra. Sara Esther Valdés Martínez  
 SECRETARIO Dra. Carolina Moreno Ramos  
 1er SUPLENTE IA. Sandra Margarita Rueda Enriquez  
 2º SUPLENTE Dra. María Guadalupe Sosa Herrera

## *Dedicatorias y Agradecimientos*

### *A Dios*

*Quiero agradecer por brindarme las fuerzas necesarias en todos y cada uno de los momentos en que las he necesitado, por bendecirme con la posibilidad de caminar a su lado, por las maravillosas personas que ha puesto a mi alrededor y por permitirme ver realizado un logro más.*

### *A mis padres*

*Por acompañarme en cada una de las locuras que he emprendido, por ser siempre mis más fervientes motivadores, por su sacrificio en algún tiempo incomprensido, por su ejemplo de superación incansable, por su comprensión, confianza y amor, porque sencillamente sin todo ello no habría sido posible la culminación de esta etapa. Por lo que ha sido y será... Gracias.*

### *A mi hermano*

*Quien me ha acompañado en silencio con una comprensión a prueba de todo, por escucharme, soportarme, apoyarme y convertirse en uno de mis mejores amigos.*

### *A Wendy*

*Porque además de ser una excelente compañera de equipo, es mi gran amiga. Por brindarme su incondicional amistad, apoyo, confianza, por sus preciados consejos y todos esos gratos momentos.*

### *A mis amigas*

*Caro, Ilse, Ingrid y Vanessa quienes se convirtieron en mi familia adoptiva en concepción. Las quiero.*

*“Siempre estarán en mí, esos buenos momentos que pasamos sin saber”*

### *A mi Ing. Químico favorito*

*Simplemente por ser como es. Con todas sus manías y defectos, con todas sus virtudes y rarezas. Gracias por creer en mí, por caminar a mi lado durante todo este tiempo y mostrarme con una sonrisa, que las cosas lindas aún existen.*

*A las Dras. Sara y Maru*

*Quienes más que orientar, apoyaron y motivaron el desarrollo del presente proyecto, especialmente con sus consejos y optimismo que en toda ocasión transmitían un ¡Vamos que sí se puede!*

*Al Profesor Alberto*

*Por sus consejos, apoyo y ayuda desinteresada, ya que gran parte de este proyecto tomó forma gracias a sus recomendaciones.*

*A la Universidad Nacional Autónoma de México*

*Por todo el conocimiento y experiencias que fueron obtenidas en sus aulas, por todo ese mundo de maravillosas oportunidades y por brindarme el gran orgullo de llevar en alto el nombre de esta gran casa de estudios.*

*En conclusión....*

*GRACIAS A TODOS LOS HOMBRES Y MUJERES QUE  
INFLUYERON EN MÍ PARA LLEGAR HASTA AQUÍ. INCLUSO  
AQUELLOS QUE INTENTARON IMPEDIR MI PASO, PUES ME  
OBLIGARON A HACER EL CAMINO MÁS AMPLIO.*

*Con cariño*

*Paola*

## DEDICATORIA

*"Delante de mí habían dos caminos.*

*Yo elegí el menos recorrido.*

*Y así fue todo muy distinto".*

*(P. Coelho)*

Este trabajo el cual representa muchas horas de trabajo, esfuerzo, cariño y dedicación se lo dedico principalmente a **MIS PADRES** porque no hay nadie que lo merezca más que ellos, ya que toda mi vida han estado a mi lado, en las alegrías y en las tristezas, siempre de la misma forma, brindándome todo su apoyo, amor y comprensión, quiero que lo tengan muy presente, los amo y sé perfectamente que la mayor parte de lo que soy como persona y ser humano es por ustedes.

Así mismo también quiero dedicarlo a **MIS HERMANOS** porque al igual que mis padres siempre han estado conmigo, a **SANDRA** que siempre ha creído en mi, porque aún en los momentos más difíciles en los que llegue a sentir que no podía más, que no lo lograría y estuve a punto de tirar la toalla, siempre me ánimo, me apoyo y brindo seguridad, A **DIEGO** porque a pesar de que no tiene el tacto para decirme las cosas siempre a su manera me ha dicho ¡Échale ganas, no me decepciones, yo sé que tu puedes!. Los quiero muchísimo.

Quizá suene a que nos regresamos la dedicatoria jajaja, pero también a ti querida amiga **PAO**, por ser mi gemela (aunque no físicamente hablando) que encontré hasta la universidad y estar apoyándome y aconsejándome cuando lo he necesitado y por compartir éste lío en el que nos metimos al realizar el proyecto.

Finalmente, pero no por ello menos importante quiero incluir a esa personita que me ha dado los dolores de cabeza y corazón más grandes jajaja, pero también los momentos más felices, locos y que supo despertar en mi esos sentimientos de amor y tolerancia, **IVÁN**, te amo, gracias por animarme a tener muchos sueños, metas, aspiraciones e ilusiones.

## **AGRADECIMIENTOS**

*Primeramente deseo agradecer a alguien muy importante para mí: a **DIOS**, por permitirme completar el sueño de terminar la carrera que deseaba estudiar, por darme el valor, el carácter y dejarme levantar después de las caídas, para seguir luchando es este camino del cual aún falta mucho por recorrer y por no dejar que me perdiera en la tristeza de no creer en nada; si no de tener fé.*

*Agradezco a las Profesoras **NORMA Y EDITH**, por haberme dado a parte de su apoyo y enseñanza, mucho cariño; por lograr rebasar la barrera de alumna-maestras y por lograr que si en algún momento dude de si esa era mi vocación, ellas me hicieron que me enamorará de la carrera.*

*A las Doctoras **Sara y Ma. Eugenia**, por apoyarnos mucho a que se logrará éste proyecto, por motivarnos, orientarnos y calmarnos cuando nos estresábamos excesivamente. Al profesor Alberto, ya que gracias a su apoyo se logró gran parte de la experimentación, por darnos alternativas y ampliar nuestro panorama industrial.*

*A la Universidad Nacional Autónoma de México, por todo lo que me enriqueció, por permitirme conocer un poco de lo inmensa que es, por prepararme para lo que viene y por poder portar su nombre en el título que mostraré para siempre.*

*A mis amigas que mencionaré sin importar el orden de aparición: Ingrid, Kro (gracias por ser mi otra hermanita), Vanessa, Ivonne (chaparrita), Gina; por ser mis grandes amigas, mis equipos con los que compartí preocupaciones, locuras, responsabilidades y travesuras, las quiero mucho.*

*Con cariño  
Wendy*



## ÍNDICE TEMÁTICO

	Pág.
Resumen	
Introducción	
Justificación	
<b>1. CAPITULO I. ANTECEDENTES</b>	
1.1. Leche	
1.1.1. Definición.....	1
1.1.2. Composición química.....	2
1.1.2.1. Sólidos no grasos.....	2
1.1.2.1.1. Proteínas.....	2
1.1.2.1.2. Carbohidratos.....	3
1.1.2.1.3. Vitaminas.....	4
1.1.2.1.3.1. Vitaminas liposolubles.....	4
1.1.2.1.3.2. Vitaminas hidrosolubles.....	4
1.1.2.1.4. Sales minerales.....	5
1.1.2.2. Sólidos grasos.....	5
1.1.3. Producción nacional de leche de bovino.....	6
1.1.3.1. Volumen de la producción.....	6
1.1.4. Consumo de leche de bovino.....	8
1.1.4.1. Consumo nacional aparente (CNA).....	8
1.1.5. Derivados lácteos.....	9
1.2. Mantequilla	
1.2.1. Definición.....	10
1.2.2. Composición química.....	11
1.2.3. Defectos más comunes.....	12
1.3. Lípidos.....	13
1.3.1. Ácidos grasos.....	14
1.3.1.1. Omega 3.....	15
1.3.1.1.1. Fuentes de Omega 3.....	16
1.3.1.1.2. Posibles mecanismos de acción.....	17
1.3.2. Grasa butírica anhidra.....	17
1.3.3. Grasa vegetal.....	17
1.3.3.1. Oleína de palma.....	18

1.3.4. Oxidación lipídica.....	19
1.3.4.1. Índice de peróxidos.....	20
1.3.5. Antioxidantes de origen natural.....	21
1.3.5.1. Extracto de romero.....	22
1.4. Aditivos.....	23
1.4.1. Emulsificantes.....	23
1.4.1.1. Monoglicéridos destilados al 90%.....	24
1.4.2. Sólidos de mantequilla.....	25
1.5. Evaluación sensorial.....	25
1.5.1. El sabor.....	25
1.5.2. Las pruebas sensoriales.....	26
1.5.2.1. Pruebas afectivas.....	26
1.5.2.2. Pruebas de medición de grado de satisfacción.....	26
<b>2. CAPÍTULO II. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN</b>	
2.1. Objetivos.....	28
2.2. Cuadro metodológico.....	29
2.3. Materiales y métodos.....	30
2.3.1. Análisis de las materias primas.....	30
<b>3. CAPÍTULO III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	
3.1. Objetivo particular 1.....	36
3.2. Objetivo particular 2	
3.2.1. Análisis Químico Proximal y microbiológico.....	38
3.2.2. Extrusión positiva.....	40
3.2.3. Penetración simple.....	46
3.2.4. Análisis estadístico.....	52
3.3. Objetivo Particular 3	
3.3.1. Índice de peróxidos.....	54
3.3.2. Análisis estadístico.....	55
3.4. Objetivo Particular 4.....	59
<b>4. CONCLUSIONES.....</b>	<b>60</b>
<b>5. RECOMENDACIONES Y PERSPECTIVAS DE INVESTIGACIÓN EN EL TEMA..</b>	<b>63</b>
<b>5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>64</b>
<b>ANEXOS</b>	

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b>	Componentes de la leche.....	2
<b>Figura 2.</b>	Estructura de las proteínas.....	3
<b>Figura 3.</b>	Estructura de la lactosa.....	3
<b>Figura 4.</b>	Estructura de los triglicéridos.....	5
<b>Figura 5.</b>	Principales estados productores de leche en México.....	7
<b>Figura 6.</b>	Producción de productos lácteos en México.....	8
<b>Figura 7.</b>	CNA de productos lácteos y similares.....	9
<b>Figura 8.</b>	Proceso de inversión de fases en la elaboración de mantequilla al efectuar el batido.....	11
<b>Figura 9.</b>	Estructura química de los lípidos.....	13
<b>Figura 10.</b>	Estructura química del ácido $\alpha$ -linolénico (ALA), Ácido Eicosapentanoico (EPA)y Ácido Docosahexanoico.....	16
<b>Figura 11.</b>	Desarrollo de la oxidación de grasas y aceites.....	20
<b>Figura 12.</b>	Cuadro metodológico seguido para el desarrollo experimental.....	31
<b>Figura 13.</b>	Formato de encuesta utilizada en el estudio de mercado.....	34
<b>Figura 14.</b>	Formato de prueba de grado de satisfacción con escala hedónica de 5 puntos.....	35
<b>Figura 15.</b>	Resultados del estudio de Mercado.....	36
<b>Figura 16.</b>	Relación fuerza-tiempo en la prueba de extrusión positiva para cada una de las formulaciones.....	40
<b>Figura 17.</b>	Fuerza de compresión en la prueba de extrusión positiva para cada una de las formulaciones.....	43
<b>Figura 18.</b>	Fuerza de extrusión en la prueba de extrusión positiva para cada una de las formulaciones.....	44
<b>Figura 19.</b>	Área bajo la curva en la prueba de extrusión positiva para cada una de las formulaciones.....	44
<b>Figura 20.</b>	Distancia en la prueba de extrusión positiva para cada una de las formulaciones.....	45
<b>Figura 21.</b>	Fuerza adhesiva para cada una de las formulaciones en la prueba de extrusión positiva.....	45
<b>Figura 22.</b>	Relación fuerza-tiempo en la prueba de penetración simple para cada una de las formulaciones.....	46

<b>Figura 23.</b>	Fuerza adhesiva para cada una de las formulaciones. en la prueba de penetración simple.....	48
<b>Figura 24.</b>	Adhesividad para cada una de las formulaciones. en la prueba de penetración simple.....	49
<b>Figura 25.</b>	Distancia para cada una de las formulaciones. en la prueba de penetración simple.....	49
<b>Figura 26.</b>	Estiramiento para cada una de las formulaciones. en la prueba de penetración simple.....	50
<b>Figura 27.</b>	Dureza para cada una de las formulaciones en la prueba de penetración simple.....	51
<b>Figura 28.</b>	Medición de Índice de peróxidos en un periodo de 2.5 semanas a 25° C y 50°C.....	54
<b>Figura 29.</b>	Gráfico de Probabilidad Media Normal para índice de peróxidos.....	56
<b>Figura 30.</b>	Representación gráfica del efecto de las variables estudiadas sobre el índice de peróxidos.....	58
<b>Figura 31.</b>	Resultados de la prueba de grado de satisfacción.....	59

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro 1.</b> Características físicas y fisicoquímicas de la leche.....	1
<b>Cuadro 2.</b> Producción de leche de bovino en México.....	6
<b>Cuadro 3.</b> Composición química media de la mantequilla.....	11
<b>Cuadro 4.</b> Defectos presentes en la mantequilla.....	12
<b>Cuadro 5.</b> Ácidos grasos saturados.....	14
<b>Cuadro 6.</b> Ácidos grasos insaturados.....	15
<b>Cuadro 7.</b> Características fisicoquímicas de la grasa butírica anhidra.....	17
<b>Cuadro 8.</b> Propiedades fisicoquímicas de la oleína de palma.....	19
<b>Cuadro 9.</b> Especificaciones de los monoglicéridos destilados al 90%.....	24
<b>Cuadro 10.</b> Cuadro resumen de técnicas utilizadas en el Objetivo Particular 2.....	32
<b>Cuadro 11.</b> Diseño de Mezclas efectuado en Design Expert 8 Trial Program®.....	34
<b>Cuadro 12.</b> Resultados de AQP para materias primas.....	38
<b>Cuadro 13.</b> Resultados de análisis microbiológicos para materias primas.....	38
<b>Cuadro 14.</b> Resultados de AQP para mantequilla squeeze.....	39
<b>Cuadro 15.</b> Resultados de análisis microbiológico para mantequilla squeeze.....	39
<b>Cuadro 16.</b> Parámetros obtenidos en la prueba de extrusión positiva para cada una de las formulaciones.....	43
<b>Cuadro 17.</b> Parámetros obtenidos en la prueba de penetración simple para cada una de las formulaciones.....	48
<b>Cuadro 18.</b> Tabla ANOVA para la prueba de extrusión positiva y penetración simple para cada uno de los parámetros texturales.....	52
<b>Cuadro 19.</b> Tabla ANOVA para la prueba de índice de peróxidos.....	57
<b>Cuadro 20.</b> Parámetros estadísticos para la prueba de índice de peróxidos.....	57

## **RESUMEN**

El Objetivo del presente estudio fue el desarrollo de una mantequilla fluida, tipo squeeze (MS) adicionada con Omega 3, para lo cual fue necesario analizar la proporción entre grasa butírica y grasa vegetal, así como el efecto del extracto de romero aplicado para inhibir la oxidación de las grasas.

Para el desarrollo del producto tipo mantequilla squeeze (MS), se llevó a cabo un estudio de mercado para conocer la posible aceptación del producto por parte del consumidor, habiendo encontrado que el 74% de la población seleccionada presentó tendencia a la aceptación del producto. Se le realizó análisis químico proximal (AQP) y microbiológico a la materia prima: grasa Butírica (GB) y grasa Vegetal (GV), aplicando técnicas estandarizadas para ello. Se procedió a analizar el efecto de la combinación de las grasas a 5 niveles de variación 60-80% GB y de 0-20% de GV, con incrementos del 5% en cada caso.

Para la elaboración de distintas formulaciones de MS, se empleó un diseño estadístico de mezclas; una vez elaboradas estas, se efectuaron pruebas de consistencia (extrusión positiva) y de textura (penetración simple), obteniéndose que la mejor mezcla se logró con 65%GB y 15%GV, al comparar los resultados con los de un producto comercial similar, se comprobó que sustituir cierto porcentaje de GB con GV favorece la fluidez del producto.

Para inhibir la rancidez de la MS, se evaluó el efecto de extracto de romero como antioxidante usando 4 niveles de variación de éste: 0, 0.01, 0.03 y 0.05%, a 2 temperaturas (25 y 50°C), realizando mediciones de índice de peróxidos 2 veces por semana durante 3 semanas, teniéndose como resultado mediante un análisis de varianza que no hubo diferencia significativa entre las distintas concentraciones; sin embargo, no se justifica el incremento en la cantidad a utilizar, debido al costo que éste representa, por lo cual se eligió la concentración de 0.01%.

Por último se llevó a cabo la evaluación sensorial del producto por medio de una prueba hedónica de 5 niveles, realizada a 30 jueces semientrenados, obteniendo con ello que la MS desarrollada es del agrado del consumidor.

## **INTRODUCCIÓN**

El hombre fomenta la producción lechera con la expresa intención de proporcionar un alimento de alto valor nutritivo para el ser humano debido a su contenido en proteínas, calcio, riboflavina, vitamina A, vitamina D y otros nutrientes por porción o productos derivados (USDA, 2009).

La leche como alimento, contribuye a la ingesta calórica diaria total, aporta ácidos grasos esenciales, inmunoglobulinas, y otros micronutrientes. El calcio, es uno de los principales nutrientes del cual la leche y los productos lácteos son fuente importante. Este mineral no sólo forma parte de los huesos, sino que también es un elemento indispensable de diversos procesos bioquímicos que se llevan a cabo en el organismo (Mahan, 2001).

El término leche se refiere a leche de vaca, cuando se refiere a otra especie animal, hay que especificar la especie. La leche se consume también en formas fermentadas como el queso, yogur, kefir, y suero de leche, así como mantequilla. Se han demostrado altos beneficios por el consumo de productos con probióticos, en lo que se refiere a mejoramiento de la función intestinal e inmunológica (Mahan, 2001).

Cada día se reconocen más las cualidades de la leche y productos lácteos en la alimentación de niños, adultos y personas de la tercera edad, por ello están presentes en sus dietas desde etapas muy tempranas de la vida, siendo productos con los que se encuentran familiarizados y que permiten desarrollar diversos tipos de preparaciones de consumo usual, además, de ser productos de fácil acceso y consumo.

Es importante hacer notar que, la industria alimentaria ha evolucionado a pasos gigantes en las últimas décadas, ofreciendo al consumidor alimentos lácteos modificados de alto valor nutricional y que son una excelente opción para la población adulta mayor.

Dentro de la amplia gama de productos lácteos existentes, se puede mencionar a la mantequilla y la margarina, ya que como aderezo en el pan o como ingrediente en la elaboración de múltiples alimentos, son productos de consumo frecuente.

Por su elevado contenido graso, la mantequilla y la margarina son alimentos de gran aporte calórico. En el caso de la mantequilla, su contenido de grasas animales la hace difícil de asimilar, además de que contribuye de manera importante a la cantidad de colesterol en la sangre. Lo anterior permite incursionar en el desarrollo de modificaciones que proporcionen beneficios nutrimentales al consumidor, confiriendo una ventaja competitiva (PROFECO, 2009).

## **JUSTIFICACIÓN**

En la actualidad el consumo de productos lácteos se ha incrementado gradualmente debido a que la leche es uno de los alimentos más completos por su destacado contenido de nutrientes (Amándola, 2000); por ello a nivel mundial se considera como un alimento ideal y necesario para la nutrición humana que puede ser consumido en forma fluida, o en derivados tales como el queso, yogurth o la mantequilla (SAGARPA, 2009); dichos productos además de su valor nutrimental inherente, pueden ofrecer mayores beneficios en aspectos nutricionales o funcionales a los consumidores, aportados por los ingredientes añadidos.

Por lo anterior, la industria de alimentos se ha visto forzada a innovar y mejorar los productos ya existentes en el mercado, con el fin de satisfacer las necesidades del consumidor. Esta situación ha provocado un cambio del simple concepto de alimento como fuente de nutrientes, a uno más integral que traduce la potencialidad que los alimentos pueden tener, no sólo de nutrir, sino, también, de prevenir y curar enfermedades, así como de innovar presentaciones que hagan atractivos al consumidor los alimentos (Sedó, 2001).

Debido a este cambio, surgen los llamados alimentos funcionales que se definen como: "Cualquier alimento en forma natural o procesada, que además de sus componentes nutritivos contiene componentes adicionales que favorecen la salud, la capacidad física y el estado mental de una persona" (Alvídrez-Morales *et al.*, 2002). Por otro lado, un aspecto que ha despertado especial interés es la adición al alimento de una sustancia, nutriente o vehículo que actúe en específico sobre la salud humana (Esquivel, 2008). Así al ofrecer un ingrediente funcional como lo es el Omega 3 se promueve el interés del consumidor en adquirir e ingerir un producto que contribuirá a mantener su salud y bienestar, pero además permite que lo pueda consumir el público en general, incluyendo personas de edad avanzada; debido a que los ácidos grasos Omega 3 son una opción eficaz en la posible reducción de factores de riesgo de enfermedades cardiovasculares, colesterol total, triglicéridos elevados, hipertensión, y diabetes sin originar cambios en los hábitos alimentarios del consumidor (Carrero, 2005).

Tomando en cuenta lo anterior el propósito del presente proyecto es el desarrollo de una mantequilla fluida modificada adicionada con omega 3, puesto que pertenece a un nicho de mercado pobremente explotado; a la fecha sólo se encuentra en presentación en barra, con y sin sal, así como *light*, razón por la que se propuso una alternativa de presentación: mantequilla fluida, ya que este sería un producto listo para ser dispersado



por parte del consumidor, adicionado con Omega 3, para darle un valor funcional agregado.

Considerando que la mantequilla tiende a solidificarse a temperatura de refrigeración, debido a que el tipo de ácidos grasos que presenta favorece que el producto sea semisólido a temperatura ambiente, el principal reto del presente proyecto es el mantenerla con consistencia fluida aún a esas condiciones de almacenamiento, para lo cual se propone un cambio en la formulación mediante la variación de concentración de grasa butírica y grasa vegetal, la grasa butírica comercial imparte un sabor lácteo natural con calidad cremosa, a productos que requieren una fuente de grasa de alta calidad (Dilac, 2009). La adición de monoglicéridos destilados al 90% como emulsificante favorece una buena aireación. Ellos ayudan a formar y estabilizar la espuma en la emulsión lo que ayuda al batido del producto. La textura ideal depende de la buena distribución del aire reteniendo lo máximo posible durante el proceso de batido (Mc Clements, 2003).

En la elaboración de la mantequilla tipo *squeeze*, un segundo problema lo representa el enranciamiento de las grasas, considerando que en la reformulación del producto se adicionará grasa vegetal con una mayor presencia de ácidos grasos insaturados, susceptibles a este fenómeno. Pensando en ello se ideó agregar extracto de romero, ya que este antioxidante es utilizado con frecuencia en combinación con otros compuestos especialmente junto con ácidos grasos Omega 3 para mejorar la funcionalidad del alimento, brindando, de esta manera, los beneficios del omega 3 y de un extracto antioxidante natural (Palanca *et al.*, 2006). Los diterpenos fenólicos en el extracto de romero son capaces de interferir con la oxidación lipídica por medio de la rápida donación de un átomo de hidrógeno a los radicales libres lipídicos, rompiendo con la cadena de reacciones que componen el proceso de oxidación (Lalas *et al.*, 2003) evitando así alteraciones en olor, color y sabor.

Se ha decidido respaldar el proyecto por un estudio de mercado previo; así mismo se asegurará el cumplimiento de la normatividad correspondiente mediante parámetros microbiológicos y análisis químico proximal.

## CAPÍTULO I

### 1. Antecedentes

#### 1.1. Leche

##### 1.1.1. Definición

Según la NOM-184-SSA1-2002 la leche se define como “El producto destinado para consumo humano, proveniente de la secreción natural de las glándulas mamarias de especies domésticas”

.Otras referencias proporcionan definiciones como las siguientes:

“Producto íntegro del ordeño completo e ininterrumpido de una hembra lechera sana, bien alimentada y no fatigada. Ha de ser recogida higiénicamente y no debe contener calostro”. (Veisseyre, 1988)

“Emulsión de materia grasa en una solución acuosa que contiene numerosos elementos, unos en disolución y otros en estado coloidal” (Beltran,1981).

Organolépticamente es un líquido blanco, opaco, dos veces más viscoso que el agua, de sabor ligeramente azucarado y de olor poco acentuado. Sus principales características físicas y fisicoquímicas, pueden observarse en el Cuadro 1.

*Cuadro 1: Características físicas y fisicoquímicas de la leche*

PROPIEDADES	VALOR
Densidad (a 15°C)	1.030 a 1.034
Calor específico	0.93
Punto de congelación	0.55
pH	6.5-6.6
Acidez (°D)	16-18
Índice de refracción	1.35

***Fuente: Veisseyre, 1988.***

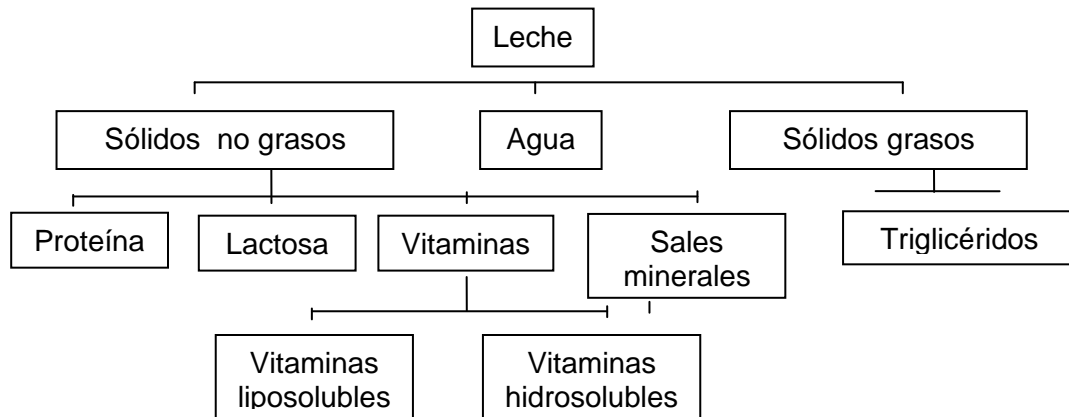
Actualmente se entiende como leche sin más desde el punto de vista comercial, únicamente la leche de vaca. La leche de otras especies se denomina comercialmente leche de oveja, de cabra, etc. (Belitz, 1997).

La leche constituye un sistema químico y fisicoquímico muy complejo cuyo perfecto conocimiento es indispensable para quien desee comprender los principios del tratamiento y de la transformación del producto (Veisseyre, 1988).

### 1.1.2. Composición química de la leche

La leche se compone principalmente de agua (80-90%) en la que se encuentran disueltas o en suspensión las proteínas, la lactosa, los minerales y las vitaminas hidrosolubles. La grasa de la leche está en emulsión y se encuentra distribuida en el líquido a manera de glóbulos minúsculos que pueden unirse unos a otros formando una capa de crema cuando la leche fresca se deja en reposo (Badui, 2006)

En la Figura 1, se muestran los principales componentes de la leche de manera resumida, según Veisseyre, 1988.



**Fuente Veisseyre, 1988.**

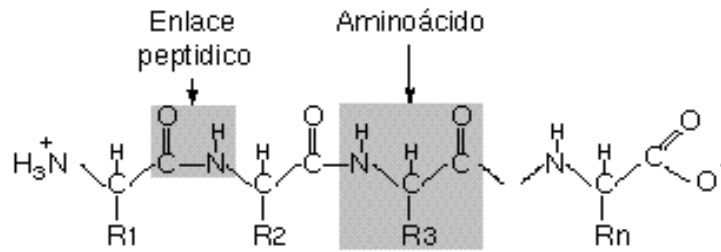
*Figura 1: Componentes de la leche*

#### 1.1.2.1 Sólidos no grasos

##### 1.1.2.1.1 Proteínas

Las proteínas son macromoléculas formadas por aminoácidos, los cuales como se observa en la Figura 2 contienen un grupo amino  $-NH_2$  y un grupo carboxilo  $-COOH$  de naturaleza ácida. Las proteínas están constituidas por una cantidad variable de hasta 20 aminoácidos diferentes que al unirse forman un enlace peptídico. Dichos aminoácidos se puede clasificar de acuerdo con su carácter ácido o básico (Villem, 2003).

La leche es un buen alimento debido a la alta cantidad de sus proteínas, y para ser estudiadas han sido divididas en dos grandes grupos, de acuerdo con su estado de dispersión: las *caseínas*, que representan un 80% del total, y las *proteínas del suero*, con el 20% restante. Las proteínas difieren de las grasas y los carbohidratos en que contienen un 16% aproximadamente de nitrógeno (Badui, 2006).



Fuente Vilee, 2003.

Figura 2: Estructura de las proteínas

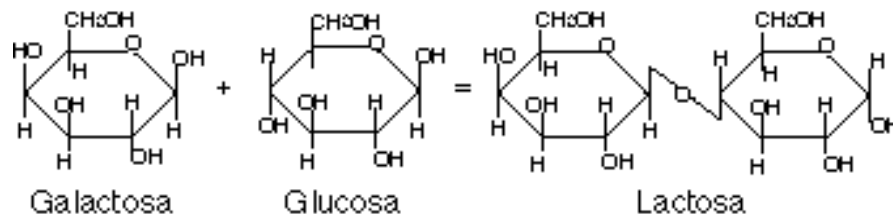
El orden de los aminoácidos en una proteína, se determina por el código genético, y le otorga a la proteína una conformación única. Posteriormente, la conformación espacial de la proteína le otorga su función específica (Veisseyre, 1988).

La concentración de proteína en la leche varía de 3.0 a 4.0% (30-40 gramos por litro). El porcentaje varía con la raza de la vaca y en relación con la cantidad de grasa en la leche. Existe una estrecha relación entre la cantidad de grasa y la cantidad de proteína en la leche; cuanto mayor es la cantidad de grasa, mayor es la cantidad de proteína (Belitz, 1997).

### 1.1.2.1.2 Carbohidratos

El principal carbohidrato de la leche es la lactosa, el cual es un disacárido compuesto por los monosacáridos glucosa (14 mg/100 g) y galactosa (12 mg/ 100 g), como se aprecia en la Figura 3. Durante la digestión la lactosa se degrada gracias a la enzima lactasa (Vilee, 2003).

La concentración de lactosa en la leche es relativamente constante y promedia alrededor de 5% (4.8%-5.2%). A diferencia de la concentración de grasa en la leche, la concentración de lactosa es similar en todas las razas lecheras y no puede alterarse fácilmente con prácticas de alimentación. No todos los productos lácteos poseen proporciones similares de lactosa (Badui, 2006).



Fuente Vilee, 2003.

Figura 3: Estructura de la lactosa

### 1.1.2.1.3 Vitaminas

Las vitaminas son compuestos esenciales para la vida, su deficiencia en una dieta provoca una enfermedad en específico, el hombre es incapaz de sintetizarlas, por lo cual debe ingerirlas en la dieta. La leche es una fuente importante de éstas, contiene tanto vitaminas liposolubles como hidrosolubles, a continuación se hablará brevemente de ellas.

#### 1.1.2.1.3.1 Vitaminas liposolubles

**Vitamina A:** Llamada aún retinol, es necesaria para el crecimiento, la visión y para mantener sanas las mucosas, tales como las que recubren la garganta y el sistema respiratorio. Procede de la transformación por escisión de la molécula del caroteno, presente en los forrajes verdes consumidos por los animales. Además de la vitamina A, la leche contiene cantidades variables de caroteno que colorea el amarillo de la grasa presente en la leche. La vitamina A es bastante resistente al calor, pero muy sensible a la oxidación.

**Vitamina D:** Es el grupo de factores antirraquíticos de los que el más importante es el *calciferol*. El contenido de la leche en vitamina D puede aumentarse por irradiación del animal o por adición de levaduras de cerveza irradiadas. La vitamina D se necesita para la absorción del calcio. Se encuentra en 2 formas: D<sub>3</sub> (colecalfiferol) y D<sub>2</sub> (ergocalciferol). La leche contiene ambas formas. En la dieta humana la leche sólo aporta pequeñas cantidades de vitamina D.

**Vitamina E:** Su ausencia en la alimentación provoca esterilidad. Se identifica con el *tocoferol*. Esta vitamina se presenta en bajas concentraciones en la leche. La vitamina E, por otra parte es un potente antioxidante (Veisseyre, 1988).

#### 1.1.2.1.3.2 Vitaminas hidrosolubles

**Vitaminas B:** Estas vitaminas forman parte de las enzimas de las células tisulares que actúan como catalizadores para las muchas reacciones químicas que se llevan a cabo en el organismo. Tres de estas vitaminas, tiamina, riboflavina y ácido nicotínico, están relacionadas primariamente con la oxidación de los elementos nutritivos en las células.

La leche es particularmente importante como fuente de riboflavina en la dieta, la luz destruye ligeramente la riboflavina de la leche y puede perderse bastante vitamina si la leche se embotella en envases de vidrio y se deja a la luz del sol durante varias horas. Las prácticas actuales de envasado de la leche, la protegen contra la exposición al aire, lo cual evita que se oxide (Badui, 2006).

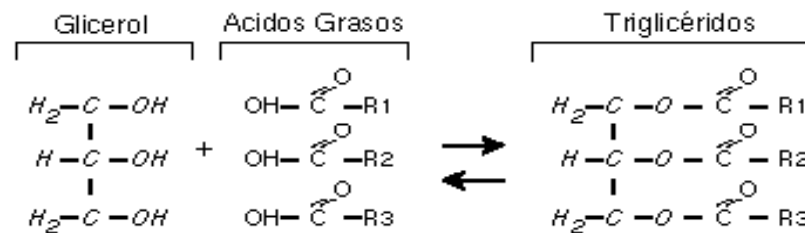
#### 1.1.2.1.4 Sales minerales

La leche es una fuente de calcio excepcionalmente buena, la digestibilidad del calcio y fósforo es generalmente alta, en parte debido a que se encuentran en asociación con la caseína de la leche. Como resultado, la leche es la mejor fuente de calcio para el crecimiento del esqueleto del lactante y el mantenimiento de la integridad de los huesos en el adulto (Villem, 2003).

Otro mineral de interés en la leche es el hierro, encontrándose en bajas concentraciones que no alcanzan a satisfacer las necesidades del lactante, pero que limitan el crecimiento bacteriano en la leche debido a que el hierro es esencial para el crecimiento de muchas bacterias (Belitz, 1997).

#### 1.1.2.2 Sólidos grasos

Las grasas son una fuente de energía más concentrada que los carbohidratos. Se componen de triglicéridos, en los que el glicerol se combina con 3 ácidos grasos que pueden ser el mismo o diferentes como se nota en la Figura 4 (Villem, 2003).



**Fuente Villem, 2003.**

*Figura 4: Estructura de los triglicéridos*

La grasa se encuentra presente en pequeños glóbulos suspendidos en agua. Cada glóbulo se encuentra rodeado de una capa de fosfolípidos, que evitan que los glóbulos se aglutinen entre sí repeliendo otros glóbulos de grasa y atrayendo agua. Siempre que esta estructura se encuentre intacta, la leche permanece como una emulsión (Badui, 2006).

Los ácidos grasos de cadena larga en la leche son principalmente los insaturados (deficientes en hidrógeno), siendo los predominantes el oleico (cadena de 18 carbonos), y los polinsaturados linoleico y linolénico (Fennema, 1993).

Los triglicéridos de la grasa láctea se forman a partir de ácidos grasos de 16 y 18 átomos de carbono procedentes de los triglicéridos de plasma sanguíneo y de ácidos grasos de cadena corta sintetizados en la glándula mamaria (Veisseyre, 1988).

### 1.1.3. Producción Nacional de Leche de bovino.

La producción de leche de bovino, es una de las ramas de la ganadería de mayor relevancia a nivel nacional, ya que no solo le confiere un alto valor por el tipo de alimento que aporta, sino que juega un papel fundamental dentro de la economía del sector primario e industrial (SAGARPA, 2009).

En el caso específico de nuestro país, la importancia de este producto se ha visto reflejada en el fortalecimiento de las políticas de fomento a la actividad, que se ha manifestado en la última década al mantener una tasa media de crecimiento anual por encima del crecimiento de la población, además de coadyuvar a la disminución de importaciones. La producción de leche en México se desarrolla en condiciones muy heterogéneas, tanto desde el punto de vista tecnológico y socioeconómico, como por la localización de las exportaciones. Además, dada la variabilidad de condiciones climatológicas, las explotaciones adquieren características propias por región, influyendo adicionalmente la idiosincrasia, tradición y costumbres de la población (Gallardo, 2007).

#### 1.1.3.1. Volumen de la producción

En el cuadro 2 puede observarse que para el año 2009, la producción ascendió a 10 592 303 miles de litros, con un crecimiento en comparación con el año 2005 de 2.2%, en tanto que la Tasa Media de Crecimiento Anual (TMCA) en los últimos 10 años es de 2.9%.

Cuadro 2: *Producción de leche de bovino en México*

Periodo	Leche (miles de litros)	
	Bovino	Caprino
2005	9 868 302	164 248
2006	10 088 551	163 958
2007	10 345 982	167 423
2008	10 589 481	165 197
2009	10 592 303	165 699

**Fuente:** Información estadística de Sectores Económicos: Agricultura, Ganadería, Silvicultura y Pesca, INEGI, Noviembre 2009, <http://www.inegi.org.mx>

Uno de los factores que ha sopesado sobre la producción nacional de leche es el creciente mercado de productos sucedáneos, elaborados con subproductos de la industrialización de la leche, o bien con materias primas de otro origen, siendo el caso de los aceites y las grasas vegetales (INEGI, 2009).

En la Figura 5 puede apreciar que de la producción obtenida en el 2009, el 73% es obtenida en tan solo 9 entidades federativas, destacan en orden de importancia, los estados de Jalisco (17.4%), Coahuila (10.7%), Durango (9.7%), y Chihuahua (8.1%) que ocupan los cuatro primeros lugares en la producción de leche (SAGARPA, 2009).

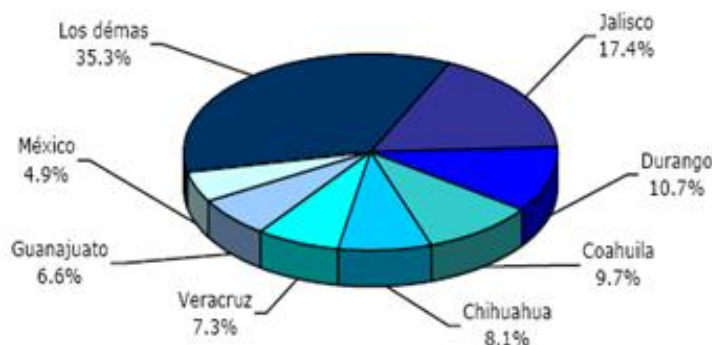


Figura 5: Principales estados productores de leche en México.

**Fuente: Sistema de información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera, SAGARPA, Noviembre 2009. [http:// www.sagarpa.gob.mx](http://www.sagarpa.gob.mx).**

Para el año 2009, el valor de la producción fue mayor al de 2008, debido a la combinación del crecimiento tanto de los precios como del volumen, aunque principalmente referido a los precios, en donde el precio medio rural resultó 5.3% superior al del año previo, en tanto como se señaló la producción creció en 2.2%.

De igual manera, los **productos lácteos**, experimentaron tasas de crecimiento anual superiores al 22% durante el período 2005-2008 como puede observarse en la figura 6, siendo de especial interés la línea correspondiente a la mantequilla.



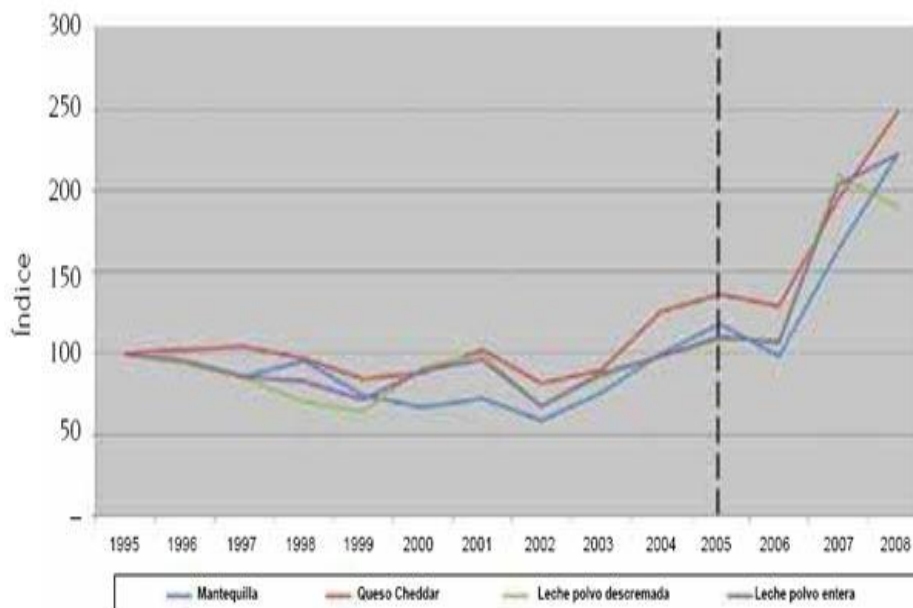


Figura 6. Producción nacional de derivados lácteos en los últimos años

**FUENTE:** Sistema de información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera, SAGARPA, Noviembre 2009. [http:// www.sagarpa.gob.mx](http://www.sagarpa.gob.mx).

#### 1.1.4 Consumo de leche de bovino.

El análisis de consumo de leche reviste un sinnúmero de dificultades en virtud de los variados alimentos que se obtienen con base a ella, yendo desde la propia leche fluida, hasta yogures y quesos saborizados, productos que en los últimos años han presentado un desarrollo más que relevante (Gallardo, 2007).

Un hecho importante es el crecimiento de la demanda por este importante producto alimenticio, ya sea en su forma fluida, como a través de diferentes alimentos industrializados, lo que ha dado origen a una creciente industria formal de cobertura nacional.

##### 1.1.4.1 Consumo Nacional Aparente (CNA)

En la Figura 6 se observa el componente importación incorporado con lo relacionado a las preparaciones a base de productos lácteos y similares ascendiendo en 2009 a 15,898.3 miles de litros, con un crecimiento anual en la última década de 2.4%.

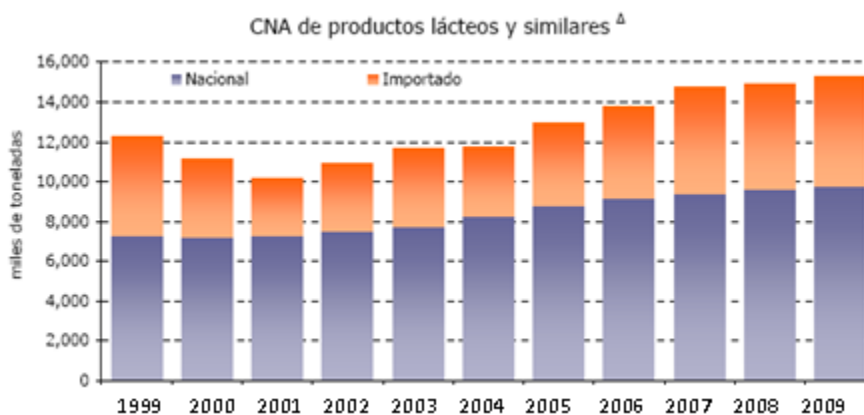


Figura 7: Consumo Nacional Aparente de productos lácteos y similares.

**Fuente:** Sistema de información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera, SAGARPA, Noviembre 2009. [http:// www.sagarpa.gob.mx](http://www.sagarpa.gob.mx).

Lo anterior, si bien plantea un crecimiento en la disponibilidad de alimentos, también señala que cada vez es mayor la presencia de productos similares a los lácteos, que se desplazan en el mercado bajo la connotación de productos “lácteos”, entre muchas otras razones debido que su costo menor al del producto lácteo equivalente y que los consumidores no leen las etiquetas (Gallardo, 2007).

### 1.1.5 Derivados lácteos.

La leche tiene crucial importancia por ser el alimento más completo, pero también por ser materia prima para la elaboración de una gran variedad de productos alimenticios. Estos productos pueden contener todos o solamente algunos de los principios nutritivos presentes en la leche, pero cada uno de ellos puede suponer una contribución importante a la dieta (Beltran, 1981).

En el mercado se encuentra una gama enorme de productos lácteos:

- |                              |                                 |
|------------------------------|---------------------------------|
| * Leche fermentada (Yogur)   | * <b>Mantequilla</b>            |
| * Leche saborizada           | * <b>Sólidos de mantequilla</b> |
| * Leche Condensada Azucarada | * Aceite o grasa de mantequilla |
| * Leche en polvo azucarada   | * Queso                         |
| * Crema de leche Helado      | * Suero                         |
| * Helado                     |                                 |

Los estudios de consumos alimentarios ponen de manifiesto que el valor medio per cápita más elevado corresponde a la leche y los derivados lácteos, observando que el consumo de este tipo de productos se ha incrementado de forma significativa experimentando un aumento del más del 50%, con respecto a décadas pasadas (Farré, 1995).

Por contener un gran número de nutrimentos, un pH casi neutro y alta actividad de agua, la leche está sujeta a contaminaciones microbiológicas que le hacen un producto altamente perecedero. Los distintos derivados que de ella se obtienen presentan una forma más estable, con una vida de anaquel mucho mayor que la materia prima de origen (Badui, 2006).

## **1.2 Mantequilla**

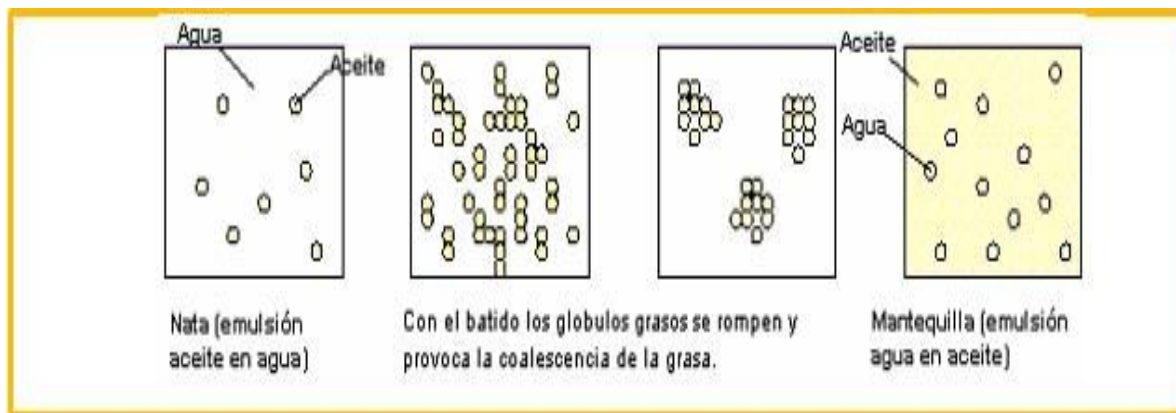
### **1.2.1. Definición**

La mantequilla es un producto con un alto contenido de grasas saturadas, colesterol, calorías y vitaminas liposolubles (vitaminas A y D). Tradicionalmente se obtiene mediante el batido y amasado de la crema de la leche.

De acuerdo al CODEX STAN A-1-1971, se entiende por mantequilla (manteca): “El producto graso derivado exclusivamente de la leche y/o de productos obtenidos de la leche, principalmente en forma de emulsión del tipo agua en aceite”.

Técnicamente la mantequilla es una emulsión del tipo “agua en aceite”, obtenida por batido de la crema, y que contiene no menos del 82% de materia grasa y no más del 16% de agua como se puede observar en el Cuadro 3. La elaboración se realiza a partir de la grasa de la leche o grasa de la crema, la cual ha sido pasteurizada, sometida a maduración, fermentación o acidificación, batido o amasado, pudiendo ser o no adicionada de sal (NOM-243-SSA1-2005). En el batido se rompen los glóbulos de grasa que están rodeados por una membrana rica en lipoproteínas. Este colapsamiento provoca la unión y la formación de una fase continua de grasa en la que se dispersa el agua en pequeñas gotas, dicho comportamiento puede observarse en la Figura 8.

De acuerdo con la normatividad mexicana, debe tener un contenido mínimo de 80% de grasa butírica y un máximo de 16% de agua. Su valor nutritivo y demás características son las de la leche de la que procede.



Fuente Villet, 2003.

Figura 8: Proceso de inversión de fases en la elaboración de mantequilla al efectuar el batido

### 1.2.2 Composición química de la mantequilla

A continuación, en el Cuadro 3 se muestra la composición clásica de mantequilla.

Cuadro 3: Composición química media de la mantequilla

COMPONENTE	PROPORCIÓN
<b>FASE GRASA</b>	
Triglicéridos	82 %
Fosfátidos	0.2-1%
Caroteno	3-9 ppm
Vitamina A	9-30 ppm
Vitamina D	0,002-0,040 ppm
Vitamina E	8-40 ppm
<b>AGUA</b>	
<b>EXTRACTO SECO MAGRO</b>	
Lactosa	0.1 – 0.3%
Materias Nitrogenadas	0.2 – 0.8%
Caseína	0.2 – 0.06%
Lactoalbúmina	0.1 – 0.05%
Trazas de: Proteínas, Péptidos, Sales	0.1%
Citratos	0.02%
Vitamina C	3 ppm
Vitamina B <sub>2</sub>	0.8 ppm

### 1.2.3 Defectos más comunes de la mantequilla

La mantequilla al ser en su mayor proporción materia grasa, es muy vulnerable a sufrir transformaciones químicas, conocidas comúnmente como rancidez, que además de reducir su valor nutritivo, produce compuestos volátiles que imparten olores y sabores desagradables. A continuación en el Cuadro 4 se muestran los defectos más comunes que se presentan en la mantequilla:

Cuadro 4: Defectos presentes en la mantequilla

CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS	CAUSAS
<b>SABOR</b>	
Amargo	Presencia de levaduras
Ácido	Falta en la neutralización previa de la crema o conservación del producto a temperatura idónea
Pasado	Uso de crema de bastante edad, conservación del producto a temperatura relativamente alta
Insípido	Probable carencia de maduración de la crema; lavado de la mantequilla en la batidora durante un tiempo demasiado largo.
Pescado	Uso crema acidulada y guardada durante un tiempo bastante largo en el frigorífico; probablemente descomposición de la Lecitina hasta trimetilamina.
Jabonoso	Probable neutralización de la crema, adición del álcali a la crema, de una vez, sin bastante agitación, con consiguiente saponificación de una parte de la grasa.
Rancidez	Probable acción de la lipasa contra la grasa de la leche o de crema; presencia de lipasa de origen microbiano.
Oxidación	Exposición de la leche o de la crema a la luz; probable presencia de cantidad idónea de cobre o de hierro
<b>CUERPO</b>	
Débil	Temperatura demasiado alta de la crema antes de batirla
Oleoso	Demasiado larga en la fase final del batido; probable lavado de la mantequilla en la batidora con agua a temperatura demasiado alta.
Goteante	Probable elaboración en la batidora de crema fresca, sin refrigeración previa

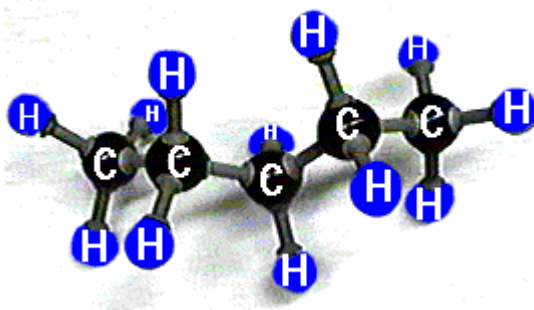
COLOR	
Jaspeado	Falta de refrigeración previa en la crema, temperatura demasiado alta en la batidora; temperatura demasiado alta en el agua de lavado.
Estirado	Probable mezcla de la mantequilla elaborada en una batidora con la elaborada en otra batidora realizada sin bastante uniformidad.

### 1.3 Lípidos

Los lípidos son biomoléculas orgánicas formadas básicamente por carbono e hidrógeno y generalmente también oxígeno; pero en porcentajes mucho más bajos. Además pueden contener también fósforo, nitrógeno y azufre.

Se trata de un grupo de sustancias muy heterogéneas que sólo tienen en común estas dos características:

1. Son insolubles en agua
2. Son solubles en disolventes orgánicos, como éter, cloroformo, benceno, etc. (Mcmurry 2000).



Fuente Mcmurry, 2000.

Figura 9: Estructura química de los lípidos,

Una característica básica de los lípidos, y de la que derivan sus principales propiedades biológicas es la hidrofobicidad. La baja solubilidad de los lípidos se debe a que su estructura química es fundamentalmente hidrocarbonada (alifática, alicíclica o aromática), con gran cantidad de enlaces C-H y C-C (Figura 9). La naturaleza de estos enlaces es 100% covalente y su momento dipolar es mínimo. El agua, al ser una molécula muy polar, con gran facilidad para formar puentes de hidrógeno, no es capaz de interactuar con estas moléculas. En presencia de moléculas lipídicas, el agua adopta en torno a ellas una estructura muy ordenada que maximiza las interacciones entre las propias moléculas de

agua, forzando a la molécula hidrofóbica al interior de una estructura en forma de jaula, que también reduce la movilidad del lípido. Todo ello supone una configuración de baja entropía, que resulta energéticamente desfavorable. Esta disminución de entropía es mínima si las moléculas lipídicas se agregan entre sí, e interaccionan mediante fuerzas de corto alcance, como las fuerzas de Van der Waals. Este fenómeno recibe el nombre de efecto hidrofóbico (Mcmurry, 2000).

### 1.3.1 Ácidos grasos

Las grasas y los aceites constituyen los lípidos más abundantes e importantes y están constituidos por triacilglicéridos, que son ésteres de ácidos grasos con glicerol. Los radicales grasos determinan al triacilglicérido ya que pueden ser saturados, monoinsaturados o poliinsaturados.

Los ácidos grasos saturados son aquellos constituidos por una cadena de carbonos unida por enlaces simples, éstas se encuentran principalmente en los alimentos de origen animal como la carne de res, la piel de las aves, el tocino y la leche entera (es decir, que conserva toda su grasa original) y sus derivados como queso, helados, cremas y mantequillas (Badui, 2006). En el Cuadro 7 que se presenta a continuación se muestran algunos de los ácidos grasos saturados más comunes en alimentos.

Cuadro 5: *Ácidos Grasos Saturados*

NOMBRE TRIVIAL	FÓRMULA	PUNTO DE FUSIÓN
Butírico	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_2\text{COOH}$	-5.9
Láurico	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{10}\text{COOH}$	44.2
Mirístico	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{12}\text{COOH}$	54.4
Palmítico	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{COOH}$	63.0
Esteárico	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COOH}$	69.4
Araquidónico	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{18}\text{COOH}$	76.0

*Fuente Badui, 2006.*

Los monoinsaturados presentan un doble enlace y se encuentran en cantidades considerables en los alimentos de origen vegetal como los aceites de oliva, de maní, de canola, de palma, el aguacate y en frutos secos tales como maní, nueces, almendras, avellanas.

Por último, los ácidos grasos poliinsaturados son definidos como aquellos que presentan dos o más enlaces dobles en la cadena de carbonos. Se hallan en los aceites vegetales, como el de maíz, soya, girasol y cártamo así como en frutos secos. Los ácidos grasos Omega 3 son comunes en pescados y en algunos aceites vegetales (soya, canola). En el Cuadro 8 pueden observarse algunos de los ácidos grasos insaturados más comunes en alimentos.

*Cuadro 6: Ácidos Grasos Insaturados*

Linolénico	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$
Linoleico	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$
Araquidónico	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_3\text{COOH}$
Oleico	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$
Erúcico	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_{11}\text{COOH}$
Palmitoléico	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_5\text{HC}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$

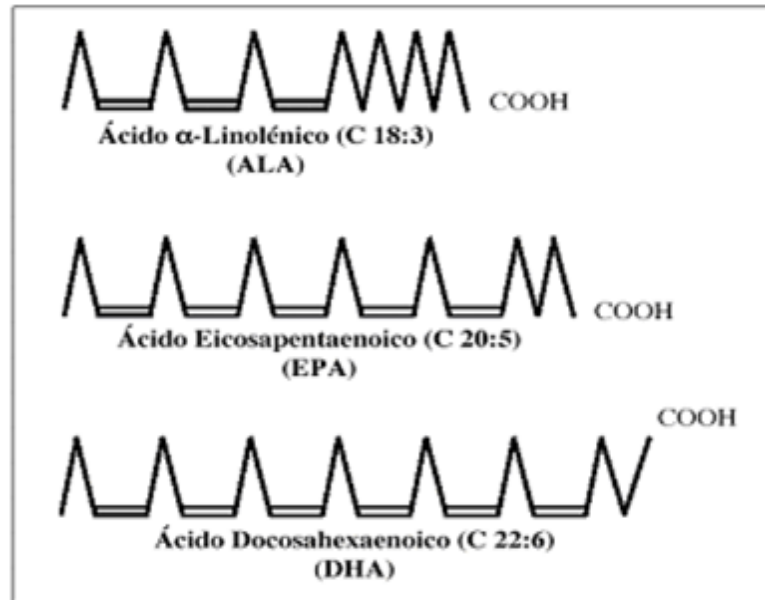
*Fuente Badui, 2006.*

#### 1.3.1.1. Omega 3.

Se trata de un ácido graso poliinsaturado (AGPI) cuyo primer doble enlace o insaturación comienza en el C-3, contando a partir del extremo omega (metilo Terminal).

Pueden encontrarse dos familias de AGPI: la familia n-6 y la familia n-3. La familia de AGPI n-6 deriva del ácido linoleico, con dos dobles enlaces, y se caracteriza por tener su primer doble enlace en carbono número 6 de la cadena, contado desde el metilo del extremo de la misma. La familia de AGPI n-3 deriva del ácido  $\alpha$ -linolénico (ALA), con tres dobles enlaces, cuyos ácidos grasos tienen su primer doble enlace en carbono número 3 de la cadena, lo que puede observarse en la figura 10.





*Fuente Vazan, 2007*

*Figura 10:* Estructura química del ácido  $\alpha$ -linolénico (ALA), Ácido Eicosapentaenoico (EPA) y Ácido Docosahexaenoico.

Tanto el linoleico como el  $\alpha$ -linolénico son ácidos grasos esenciales, ya que no pueden ser sintetizados por el organismo y, por tanto, deben ser aportados en la dieta. Los diferentes números y posiciones de los dobles enlaces de la cadena confieren a los ácidos grasos diferentes propiedades fisiológicas derivadas de su metabolismo, lo que hace que la relación entre los ácidos grasos n-3 y n-6 de la dieta sea muy importante. El ácido linoleico se metaboliza a ácido araquidónico y el  $\alpha$ -linolénico da lugar al ácido eicosapentaenoico (EPA) y al ácido docosahexaenoico (DHA). El consumo de ácidos grasos n-6 y n-3 determina los tipos y cantidades de eicosanoides en el organismo, lo cual influye potencialmente en todos los procesos en los que intervienen. La ingesta de alimentos enriquecidos en ácidos grasos poliinsaturados n-3 parece ser una opción que puede ser eficaz en la reducción de factores de riesgo de enfermedades, sustituyendo a los suplementos sin originar cambios en los hábitos alimentarios del consumidor (Carrero,2005).

#### 1.3.1.1.1. Fuentes de ácidos grasos n-3

Entre los aceites vegetales, el aceite de **linaza** es considerado como la fuente más rica de ALA (57% de los ácidos grasos totales). La semilla de colza, la soja, el germen de trigo y las nueces contienen entre un 7% y un 13% de ALA (Trautwein, 2002).

### 1.3.1.1.2. Posibles mecanismos de acción de los AGPI n-3

Aunque aún no está claro, el mecanismo exacto mediante el cual los ácidos grasos n-3 ejercen su efecto protector, se han propuesto varios mecanismos posibles. Entre ellos se ha descrito la capacidad que tienen para influenciar la coagulación sanguínea y la trombosis, el perfil de los lípidos plasmáticos, la presión sanguínea, la arritmia y la inflamación. Los efectos ateroprotectores derivados de la ingesta de AGPI n-3 provienen principalmente de su incorporación a los fosfolípidos de las membranas de las células, sustituyendo parcialmente el ácido araquidónico como sustrato inicial para la producción de eicosanoides (Trautwein, 2002).

### 1.3.2. Grasa butírica anhidra

La grasa butírica anhidra es una grasa de leche pura, producida por medio de la separación e inversión de crema fresca lo que la hace favorecida por su frescura y cualidades que mantienen lo natural. Imparte un sabor lácteo natural con calidad cremosa, a productos que requieren una fuente de grasa de alta calidad. El producto presenta las siguientes características fisicoquímicas:

*Cuadro 7: Características fisicoquímicas de la grasa butírica anhidra,*

<b>PROPIEDADES</b>	<b>VALOR</b>
Grasa (%)	99.9
Humedad (%)	0.1
Ácidos grasos libres (como % ácido oleico)	0.2
Valor de peróxido (meq O <sub>2</sub> / kg)	0.2
Punto de fusión (°C)	31 -34
Sabor	Butírico puro

*Fuente NZMP, 2009.*

### 1.3.3. Grasa vegetal

Los productos de origen vegetal tienen entre sus componentes principales a los glicéridos de los ácidos grasos.

Las grasas de origen vegetal son obtenidas por distintos procedimientos a partir de frutos o semillas sanas y limpias.

### **1.3.3.1. Tipos de grasas vegetales**

- Manteca de coco: Procede del fruto del cocotero (*Coco nucifera*) adecuadamente refinada, de color blanco o marfil.
- Grasa de palmiste: Es obtenida de la semilla del fruto de la palmera (*Elaeis guinensis*) adecuadamente refinada, de color amarillo claro.
- Manteca de palma: Es obtenida de la pulpa del fruto de la palmera (*Elaeis guinensis*) adecuadamente refinada, es de color amarillo rojizo. La pulpa contiene aproximadamente 40% de aceite.
- Manteca de cacao: Obtenida por presión de las semillas del cacao descascarillado o de otros productos semidesgrasados derivados de estas semillas.

#### **1.3.3.1. Oleína de palma.**

El aceite de palma, y su derivado líquido, oleína de palma, se consume mundialmente como aceite de cocina y como componente de margarinas y mantecas (Malayslan Palm Oil, 2004). La oleína de palma es obtenida del primer fraccionamiento del aceite luego de un proceso de cristalización de temperatura controlada, y luego sujeta a blanqueado y refinación física (Poclani, 2009).

La oleína de palma contiene una mezcla de ácidos grasos poliinsaturados, monoinsaturados y saturados. Las respectivas concentraciones son de: el 44% de ácido oleico, el 10% de ácido linoleico, el 40% de ácido palmítico y el 15% de ácido esteárico. Las concentraciones de palmítico y de ácidos oleicos se invierten en el aceite de palma no fraccionado, es decir, el 44% y el 40% respectivamente.

La fracción líquida del aceite es extremadamente estable a altas temperaturas, tiene menos tendencia a hacer humo, espuma o formar polímeros pegajosos insalubres. La oleína de palma también es un buen auxiliar para mezclarse con otros aceites vegetales y grasas (Malayslan Palm Oil, 2004).

De modo general en el Cuadro 6 se presentan las propiedades características de la oleína de palma.

Cuadro 8: Propiedades fisicoquímicas de la oleína de palma,

PROPIEDADES	MÁXIMO	MÍNIMO	ÁCIDO GRASO	%
Densidad 40°C/ agua 25°C	0.920	0.899	Ácido Láurico	≤ 0.5
Índice Iodínico	61	56	Ácido Mirístico	0.8 – 1.4
Índice de Saponificación	202	194	Ácido Palmítico	35.0 – 42.9
Índice de Refracción a 40°C	1.460	1.458	Ácido Palmitoleico	≤ 0.5
Partes no saponificables	1.3%	-	Ácido Estearico	3.5 -5.0
Humedad y Volatilidad	0.1%	-	Ácido Oleico	39.8 – 46.0
Punto de fusión	24°C	-	Ácido Linoleico	10.4- 13.4
Acidez como Ácido Oleico	0.1%	-	Ácido Linolénico	≤ 0.6
Impurezas insolubles	0.05%	-	Ácido Araquidónico	≤ 0.6
Índice de Peróxido (meq O <sub>2</sub> /kg)	5	1		

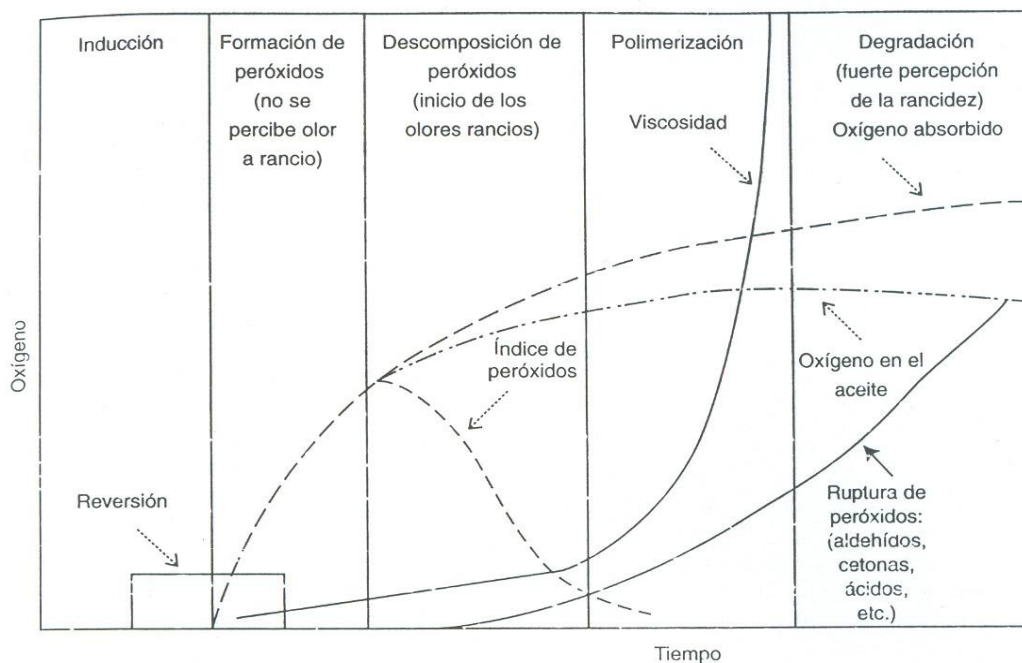
Fuente Poclani, 2009.

#### 1.3.4. Oxidación lipídica

La oxidación de lípidos es un término utilizado para describir una secuencia compleja de cambios químicos que resulta de la interacción de las dobles ligaduras de los lípidos con especies reactivas de oxígeno. Puede ser de dos tipos: por rancidez oxidativa o autooxidación, donde únicamente participan los lípidos como especie reactiva, o debido al ataque de enzimas exógenas provenientes de microorganismos, ocurriendo reacciones de hidrólisis por una lipasa y oxidación de los ácidos grasos por oxidasas (Mc Clements, 2000). El deterioro de los lípidos puede producir sabores y olores indeseables causando un rechazo del alimento por parte de los consumidores. Las reacciones que provocan la oxidación se inician por la presencia de metales, luz, calor y especialmente peróxidos. Las grasas saturadas (más duras) son más resistentes a la oxidación que las grasas insaturadas (suaves) (Badui, 2006).

La rancidez oxidativa se debe a la oxidación de los dobles enlaces de los ácidos grasos insaturados con formación de peróxidos o hidro-peróxidos, que posteriormente se polimerizan y descomponen dando origen a la formación de aldehídos, cetonas y ácidos de menor peso molecular, entre ellos el aldehído epihidrial. Presenta un periodo de inducción, durante el cual no es detectable el desarrollo de ningún mal olor o sabor (Hamilton, 1994); su duración depende componentes que puedan prolongarlo (prooxidantes) o acortarlo (antioxidantes). Al final de este periodo, la grasa se deteriora rápidamente, liberando compuestos volátiles. Este proceso es acelerado en presencia de

la luz, calor, humedad, otros ácidos grasos libres y ciertos catalizadores inorgánicos como las sales de hierro y cobre (Jadhav, 1996). Para fines prácticos se considera que el mecanismo de propagación procede en 3 etapas: iniciación, propagación y terminación. Dichas etapas pueden visualizarse de mejor manera en la figura 11.



**Fuente Badui, 2006**

Figura 11: *Desarrollo de la oxidación de grasas y aceites*

La rancidez hidrolítica consiste en el desarrollo de sabores indeseables debido a la hidrólisis de los triglicéridos que integran una grasa o un aceite, por acción de enzimas lipolíticas (lipasas) presentes en el producto o producidas por ciertos microorganismos, formándose ácidos grasos y glicerina.

#### 1.3.4.1. Índice de peróxidos

Los peróxidos son los productos iniciales mayoritarios de la autooxidación, y puede medirse mediante técnicas basadas en su capacidad para liberar el yodo del yoduro potásico, o para oxidar los iones ferrosos o férricos. Su concentración se expresa usualmente en meq  $O_2$  / kg grasa. También se dispone de otras técnicas colorimétricas, aunque el índice de peróxidos es aplicable para el seguimiento de la formación de peróxidos a lo largo de las primeras etapas de oxidación. La exactitud es cuestionable, ya que los resultados varían según el procedimiento empleado; además esta técnica de

análisis es extremadamente sensible a los cambios de temperatura. A lo largo de la oxidación el índice de peróxidos se eleva hasta un máximo y después disminuye (Briceño, 2005).

Se ha intentado correlacionar el índice de peróxidos con el desarrollo de aromas y sabores rancios, obteniéndose a veces valores aceptables aunque casi siempre los resultados no son muy consistentes. Se ve que la cantidad de oxígeno que debe absorberse o los peróxidos que deben formarse para producir el enranciamiento, varían con la composición del aceite (las grasas más saturadas necesitan absorber menos oxígeno para enranciarse), la presencia de antioxidantes y trazas de metales y las condiciones de oxidación (Primo, 1998).

### **1.3.5. Antioxidantes de origen natural**

Los antioxidantes son sustancias capaces de retardar la oxidación de los compuestos lipídicos presentes en alimentos, disminuyendo de esta manera su deterioro durante el almacenamiento. La oxidación es causada por un conjunto de reacciones complejas, siendo particularmente importantes las reacciones de radicales libres (Hui, 1996).

Los antioxidantes no pueden detener completamente la oxidación, pero pueden retardar dramáticamente el proceso oxidativo. Los antioxidantes pueden clasificarse en tres categorías, basadas en sus formas generales de actuar:

1. Donadores de hidrógeno/agentes reductores.
2. Quelantes.
3. Radicales libres “barredores”.

Los donantes de hidrógeno o agentes reductores son aquellos que son capaces de donar rápidamente un protón o un hidrógeno a un radical. A diferencia de los radicales libres “barredores”, los donantes de hidrógeno no forman un radical estable. El ácido ascórbico y el ácido eritórbico y sus sales de sodio son donantes de hidrógeno típicos.

Los quelantes se ligan a los metales y previenen los ciclos de transición redox de los iones metálicos. Como los iones metálicos de transición son capaces de iniciar la oxidación lipídica, los quelantes funcionan como antioxidantes indirectos. Algunos ejemplos de quelantes son los polifosfatos y el EDTA (Vazan, 2007).

Los radicales libres “barredores”, también conocidos como antioxidantes primarios, reaccionan directamente con los radicales lipídicos y los inactivan mediante la formación de un radical antioxidante estable. Esta es la categoría más importante de los antioxidantes, ya que protegen a los lípidos de su oxidación. Los tocoferoles naturales,

plantas fenólicas como el romero, salvia, etc., y los fenólicos sintéticos como BHA y BHT, también corresponden a esta categoría.

Así mismo, los antioxidantes pueden ser sintéticos o naturales. Los compuestos sintéticos tienen la desventaja de ser muy volátiles y se sospecha que son perjudiciales para la salud. Debido a esto, en la actualidad existe una importante presión del medio consumidor que incentiva la elaboración de productos que provengan de fuentes naturales y que sean producidos por tecnologías no contaminantes (Valenzuela, 1995).

Los antioxidantes naturales son compuestos polifenólicos que se encuentran comúnmente en hierbas, especias y otros materiales de origen vegetal. Los extractos obtenidos por hidrodestilación son llamados "aceites esenciales", se caracterizan por ser altamente aromáticos. Con el objetivo de minimizar los aromas de los extractos, manteniendo características beneficiosas como el poder antioxidante, se utiliza la extracción por solvente (etanol, metanol, acetona, hexano, etc.), para obtener extractos llamados "oleoresinas". El aceite esencial de romero es rico en compuestos aromáticos como los monoterpenos oxigenados (linalol, verbenona, acetato de isobornilo, etc.), mientras que la oleoresina contiene diterpenos fenólicos, con buen potencial antioxidante, como carnosol, ácido carnósico, rosmanol, epirosmanol (Hirasa, 1998).

#### **1.3.5.1. Extracto de romero.**

El romero es una hierba natural utilizada en los alimentos, ha sido empleada por siglos, como un agente saborizante. Los principales compuestos fenólicos de esta hierba natural son: ácido carnósico, carnosol y ácido metoxi carnósico. De los tres fenoles, el ácido carnósico es el más abundante y también el más efectivo como antioxidante. Sin embargo, la actividad antioxidante total del romero es un resultado de la acción combinada de varios fenoles. La concentración de fenoles varía significativamente en la hierba natural y, por ello, el extracto de romero se utiliza como un antioxidante de actividad consistente en aplicaciones alimentarias (Nogala-Kalucha *et al.*, 2005).

A pesar de que los antioxidantes sintéticos y los quelantes han probado ser efectivos contra la oxidación lipídica y pigmentaria, el extracto de romero ofrece una efectiva alternativa natural (Vazan, 2007).

El extracto de romero, es utilizado con frecuencia en combinación con otros compuestos especialmente junto con ácidos grasos omega 3 para mejorar la funcionalidad del alimento, brindando, de esta manera, los beneficios del omega 3 y de un extracto antioxidante natural (Palanca, 2006).

Los diterpenos fenólicos en el extracto de romero son capaces de interferir con la oxidación lipídica por medio de la donación de un átomo de hidrógeno a los radicales libres lipídicos, rompiendo con la cadena de reacciones que componen el proceso de oxidación (Lalas *et al.*, 2003) evitando así alteraciones en olor, color y sabor.

Che-Man y Jaswir (2000), divulgaron que el extracto de romero tenía la característica de antioxidante fuerte y una buena estabilidad térmica.

Por otra parte el extracto de romero no extiende la vida de anaquel de un producto por inhibición microbiana, tampoco inhibe la rancidez enzimática y tampoco la rancidez hidrolítica que se presenta en aceites de freído y grasas (Solis, 2006).

#### **1.4. Aditivos**

Los aditivos alimentarios son sustancias que se añaden a los alimentos intencionadamente con el fin de modificar sus propiedades, técnicas de elaboración, conservación o mejorar su adaptación al uso a que estén destinados. En ningún caso tienen un papel enriquecedor del alimento.

Los aditivos que más se utilizan son la sal (cloruro sódico), que no es considerado en general como un aditivo, los mono y diglicéridos (emulsionantes), entre otros (Badui, 2006).

##### **1.4.1. Emulsificantes**

Debido a la propiedad de emulsionar, los tensoactivos comúnmente son conocidos como emulsificantes. Una emulsión es la dispersión de un líquido no miscible en otro, dando lugar a emulsiones del tipo O/W (aceite en agua): mayonesas, aderezos, leche, bebidas, o del tipo W/O (agua en aceite): margarinas, cuando ambas fases son líquidas. Cuando una de las fases inmiscibles es gas, ocurre la formación de espuma, o tiene lugar la formación de una suspensión cuando la fase inmiscible que se dispersa es sólida (Shane, 2006).

Los emulsificantes tienen propiedades específicas en alimentos, al interactuar con la grasa, favorecen diferentes formas de cristalización, que pueden orientarse a una mejor aplicación y desempeño del Emulsificante, como efecto se logran margarinas o grasas especiales para diferentes líneas de panificación, con un amplio uso de esta propiedad en fórmulas para Batidos (panqué, donas, mantecadas, etc.). La interacción con la grasa, mantiene estable las fases, evitando enturbiamiento, precipitación, el efecto puede observarse en aceites vegetales, coberturas de chocolate, grasas formuladas para confitería (Fennema,1993).



#### 1.4.1.1. Monoglicéridos Destilados al 90%.

Son productos de la esterificación directa entre el glicerol y una molécula de ácido graso. Constan de una parte hidrófoba, la cual es afín a las grasas y aceites formando uniones por fuerzas de Vander Walls, una parte hidrófila que permite uniones con el agua por medio de puentes de hidrógeno. Dicha característica le confiere la capacidad de actuar como eficientes emulsificantes comestibles, extensamente usados en la industria alimenticia, farmacéutica y química fina.

Los Monoglicéridos Destilados, trabajan como agentes emulsificantes, dispersantes, estabilizantes, formadores de espuma y como antienviejecedores, lo cual puede mejorar notablemente la calidad de los productos y prolongar su vida útil. Los Monoglicéridos Destilados, son aplicados al pan, pasteles, arroz y fideos, galletas y biscochos, confitería, helados de crema, aceite de mesa, bebidas proteicas y productos cárnicos (Badui, 2006). En el Cuadro 9 se muestran algunas especificaciones que debe presentar el producto para entrar en la denominación de monoglicéridos destilados .

*Cuadro 9: Especificaciones de los monoglicéridos destilados*

<b>PROPIEDAD</b>	<b>CARACTERÍSTICA</b>
Forma física	Blanco lechoso, granular o polvo
Contenido de monoglicéridos	Menor o igual a 90%
Valor de yodo (g / 100 g)	Mayor o igual a 3.0
Punto de fusión (°C)	Menor o igual 65.0
Ácidos grasos libres (como ácido esteárico, %)	Mayor o igual 2.5
Glicerol libre (%)	Mayor o igual 1.2
Valor de saponificación (mg KOH/ g)	150 - 165
Ceniza (%)	Mayor o igual 0.0001
Metales pesados (como Pb)	Mayor o igual 0.0005 %

*Fuente Bionils, 2009.*

### 1.4.2. Sólidos de mantequilla

Es un producto lácteo natural, obtenido mediante el secado por aspersion del suero que resulta de la fabricación de productos de crema.

Este producto presenta las siguientes propiedades:

- Excelente solubilidad.
- Contenido uniforme de grasa.
- Alto contenido de fosfolípidos.
- Buenas propiedades emulsificantes.
- Bajo contenido de sal.
- Proporciona sabor cremoso.
- Libre de aditivos.

Es recomendable el uso de este aditivo en productos lácteos recombinados como leche evaporada ó leche dulce condensada, productos cultivados, helados, chocolates, margarina, aderezos, *dips* y productos de panadería.

## 1.5 Evaluación sensorial.

La evaluación sensorial es el análisis de alimentos u otros materiales por medio de los sentidos. La palabra sensorial se deriva del latín *sensus*, que quiere decir sentido. Es una técnica de medición y análisis tan importante como los métodos químicos, físicos microbiológicos. Este tipo de análisis tiene la ventaja de que la persona que efectúa las mediciones lleva consigo sus propios instrumentos de análisis, o sea: sus cinco sentidos (Anzaldúa, 1994).

A través de este tipo de análisis se pueden evaluar las propiedades sensoriales, tales son los atributos de los alimentos que se detectan por medio de los sentidos, Hay algunas propiedades que se perciben por medio de un solo sentido, mientras que otras son detectadas por dos o más sentidos. Dichas propiedades son: El color, el olor, el aroma, la textura, el sabor.

### 1.5.1. El sabor.

Este atributo de los alimentos es muy complejo, ya que combina tres propiedades: el olor, el aroma y el gusto. El sabor es la suma de los tres y por lo tanto su medición y apreciación son más complejas que la de cada propiedad por separado (Anzaldúa, 1994). El sabor es lo que diferencia a un alimento de otro. El sabor se ve influido por el color y la textura. El

sabor *sui generis* de un alimento no puede ser definido claramente ni clasificado completamente.

### **1.5.2 Las Pruebas Sensoriales.**

El análisis sensorial de los alimentos se lleva a cabo de acuerdo con diferentes pruebas, según sea la finalidad para la que se efectúe. Existen tres tipos principales de pruebas: las pruebas afectivas, las discriminativas y las descriptivas.

#### **1.5.2.1 Pruebas Afectivas.**

Son aquellas en las cuales el juez expresa su reacción subjetiva ante el producto, indicando si le gusta o le disgusta, si lo acepta o lo rechaza, o si lo prefiere a otro. Estas pruebas son las que presentan mayor variabilidad en los resultados y éstos son más difíciles de interpretar, ya que se trata de apreciaciones completamente personales. Es necesario primeramente determinar si se desea evaluar simplemente preferencia o grado de satisfacción, o si también se quiere saber la aceptación que tiene el producto entre los consumidores.

Para las pruebas afectivas es necesario contar con un mínimo de 30 jueces no entrenados, y éstos deben ser consumidores habituales o potenciales y compradores del tipo de alimento en cuestión. Las pruebas afectivas pueden clasificarse en tres tipos: pruebas de preferencia, pruebas de grado de satisfacción y pruebas de aceptación.

#### **1.5.2.2 Pruebas de medición del grado de satisfacción.**

Cuando se desea tener mayor información a cerca de un producto, puede recurrirse a las pruebas de grado de satisfacción, éstas son intentos para manejar más objetivamente datos tan subjetivos como son las respuestas de los jueces a cerca de cuanto les gusta o disgusta un alimento (Anzaldúa, 1994).

Para llevar a cabo estas pruebas se utilizan las escalas hedónicas, las cuales son instrumentos de medición de las sensaciones placenteras o desagradables producidas por un alimento a quienes lo prueban.

Las escalas hedónicas pueden ser verbales o gráficas y la elección del tipo de escala depende de la edad de los jueces y del número de muestras a evaluar.

Escalas hedónicas verbales: Estas escalas son las que presentan a los jueces una descripción verbal de la sensación que les produce la muestra. Deben contener siempre un número non (impar) de puntos, y se debe incluir siempre el punto central “ni me gusta ni me disgusta”. A este punto se le asigna generalmente la calificación de cero. A los puntos de la escala por encima de este valor se les otorgan valores numéricos positivos, indicando que las muestras son agradables; en cambio, a los puntos por debajo del valor de indiferencia se les otorgan valores negativos, correspondiendo a calificaciones de disgusto. Esta forma de asignar el valor numérico tiene la ventaja de que facilita mucho los cálculos, y es posible reconocer a simple vista si una muestra es agradable o desagradable: La escala más sencilla es de tres puntos ( me gusta, ni me gusta ni me disgusta, me disgusta) y a partir de ahí se agregan términos según aumente el grado de complejidad en diferenciar número de muestras agradables, así la escala puede ampliarse a cinco, siete o nueve puntos, simplemente añadiendo diversos grados de gusto o disgusto, dependiendo de para que jueces esta dirigido el producto (Yeannes, 2001).

## **CAPÍTULO II**

### **2. Metodología de investigación**

#### **2.1 Objetivos**

##### **General**

Estudiar la influencia de la concentración de grasa butírica y vegetal, evaluando las propiedades texturales y de consistencia; así como el efecto de extracto de romero como antioxidante, en el desarrollo de un producto tipo mantequilla fluida adicionada con Omega 3.

##### **Particular 1**

Realizar un estudio de mercado mediante el uso de encuestas, a una población de 50 mujeres, para conocer la posible aceptación del producto por parte del consumidor.

##### **Particular 2**

Analizar el efecto de la concentración de grasa butírica y vegetal en el desarrollo de un producto tipo mantequilla fluida, evaluando la consistencia y textura para fijar la formulación que proporcione las características más parecidas a las de un producto comercial.

##### **Particular 3**

Analizar el efecto del extracto de romero como antioxidante para inhibir el proceso de rancidez en la mezcla con las mejores características, por medio de la medición del índice de peróxidos, estableciendo la concentración a la cual se favorezca la preservación de grasas.

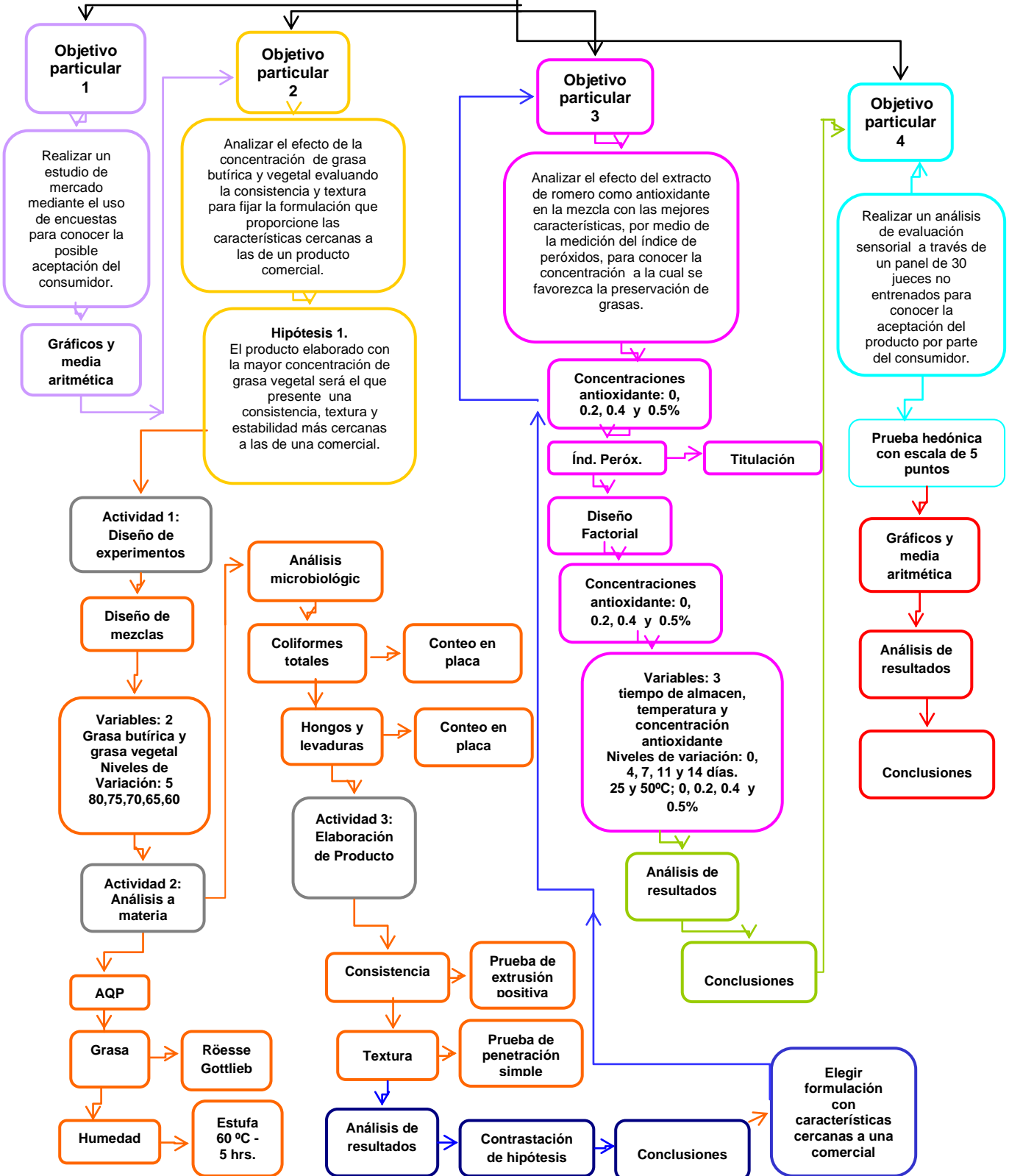
##### **Particular 4**

Realizar un análisis de evaluación sensorial a través de un panel de jueces no entrenados para conocer la aceptación final del producto por parte del consumidor.

En la Figura 12 se observa la metodología seguida para cada objetivo de forma general.

**PROBLEMA**  
Desarrollo de un producto tipo mantequilla squeeze adicionado con omega 3.

**OBJETIVO GENERAL**  
Estudiar la influencia de la concentración de grasa butírica y vegetal, evaluando las propiedades texturales y de consistencia; así como el efecto de extracto de romero como antioxidante, en el desarrollo de un producto tipo mantequilla squeeze adicionada con omega 3.



## 2.1 Materiales y métodos.

### 2.1.1 Análisis de las materias primas.

Para el desarrollo de la mantequilla se hizo uso de las siguientes materias primas:

- Sólidos de mantequilla y monoglicéridos destilados al 90%, con las especificaciones marcadas en el Anexo 1 provenientes de Fonterra® Co-Operative Group y Brenntag® México S.A. de C.V respectivamente.
- Extracto de romero, Omega 3 de linaza, agua, saborizante de mantequilla, enmascarante en goma de grenetina con perfil de sabor a panqué, de los cuales a pesar de tener hoja de especificación se decidió realizar a los tres primeros los análisis microbiológicos indicados en el cuadro 10 al tratarse de productos sensibles a contaminación microbiana.
- Grasa butírica de NZMP® y oleína de Palma de Industrial Aceitera S.A de C.V, a éstas dos se les realizó Análisis Químico Proximal (AQP) y análisis microbiológico los cuales se muestran en el cuadro 10, por ser los componentes mayoritarios y de principal interés en el producto.

Una vez conocidas las características de las materias primas a utilizar se procedió a desarrollar el objetivo 1, en el cual se realizaron encuestas a 50 amas de casa, con la finalidad de conocer la posible aceptación de las mismas. En la Figura 13 se muestra el formato de la encuesta utilizada para dicho fin.

Sexo: \_\_\_\_\_ Edad: \_\_\_\_\_

Instrucciones: Marque la respuesta de su preferencia.

- ¿Consumes mantequilla?
 

Sí  no
- ¿Con que frecuencia la consumes?
 

1 vez al mes  
 1 vez a la semana  
 3 veces a la semana  
 1 vez al día
- ¿Que marca es de su preferencia?
 

Iberia  
 Primavera  
 Lala  
 Chipilo
- ¿Conoce la presentación squeeze?
 

Sí  No
- ¿Le interesaría que la mantequilla tuviera presentación squeeze (apachurrable)?
 

Sí  No

Si su respuesta es afirmativa pase a la pregunta 7, si es negativa pase a la 6.

- De una breve explicación del porque no le interesaría adquirir la mantequilla en presentación squeeze.
 

---



---
- ¿Le interesaría que la mantequilla además de ser squeeze no requiriera almacenamiento en refrigeración?
 

Sí  No
- ¿Cuál sería la cantidad en gramos de su preferencia?
 

250 g  
 375 g  
 425 g
- ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por el producto?
 

Presentación 250 g	Presentación 375 g	Presentación 425 g
<input type="checkbox"/> \$17	<input type="checkbox"/> \$23	<input type="checkbox"/> \$30
<input type="checkbox"/> \$19	<input type="checkbox"/> \$25	<input type="checkbox"/> \$32
<input type="checkbox"/> \$22	<input type="checkbox"/> \$28	<input type="checkbox"/> \$35
- ¿Donde preferiría adquirir el producto?
 

Centros Comerciales  
 Mercados  
 Tiendas

Figura 13: Formato de encuesta utilizada en el estudio de mercado

Para realizar el objetivo 2 se llevaron a cabo distintas actividades, durante las cuales la manipulación de las muestras tanto de la materia prima como del producto terminado fue de gran importancia.



En el cuadro 10 se muestra una síntesis con las metodologías que seguidas en cada caso; involucrando, pruebas, técnicas realizadas, la fuente de donde se obtuvo la metodología aplicada, así como algunas anotaciones de relevancia para el seguimiento del objetivo.

*Cuadro 10:* Cuadro resumen de técnicas utilizadas en el objetivo particular 2

ACTIVIDAD	ANÁLISIS REQUERIDO	PARÁMETRO MEDIDO	MÉTODO Y/O APARATO UTILIZADO	TAMAÑO DE MUESTRA	FUENTE
<b>Actividad 2 Materia Prima</b>	Análisis Químico Proximal (AQP)	Grasa	Método utilizado para extracción de grasa c/solventes:  "Roesse Götlied"	10g	Pearson, 2001
		Humedad	Método general de secado en estufa	5g	Pearson, 2001
	Microbiológicos.	Coliformes totales	Conteo en placa de organismos coliformes totales en Agar Rojo violeta bilis verde brillante. Método de diluciones	10g	NOM 243 SSA1 2005
		Hongos y levaduras	Conteo en placa de hongos y levaduras con Agar papa-dextrosa Método de diluciones	10g	NOM 243 SSA1 2005  NOM 111 SSA 1994

<b>Actividad 3 Producto Terminado</b>	Textura	Dureza Adhesividad Fuerza. Adhesiva Estiramiento	Prueba de penetración simple. Texturómetro TA-XT2i Dispositivo cilindro de acrílico de 1 in Vel, 1.2 mm/s  Distancia: 10mm	Masa necesaria para cubrir volumen de caja petri de 5.5cm de diámetro X 1.2cm de alto.	Casas y Ramírez, 2001
	Consistencia	Fuerza de compresión Fuerza de extrusión Trabajo de extrusión Adhesividad	Prueba extrusión positiva. Texturómetro TA-XT2i. Dispositivo Celda de extrusión positiva con placa de aluminio de 5 cm de diámetro y 2 cm de altura. Vel, 1.2 mm/s	Masa necesaria para cubrir volumen de cilindro de 7.5 cm de diámetro 5cm de altura.	Casas y Ramírez, 2001

**NOTA:** Cada uno de los análisis mencionados se realizó por triplicado, exceptuando los microbiológicos que por norma se realizan en duplicado.

Durante la realización del AQP, únicamente se determinó % de grasa y humedad, debido a que como se presenta en el cuadro 3, la proporción de los componentes químicos restantes (proteínas, carbohidratos y cenizas) es muy baja, por lo que se consideró irrelevante la determinación de estos.

Los cálculos aplicados para la determinación del contenido de grasa y humedad se muestran en el Anexo 2.

El Cuadro 11 representa el diseño de mezclas que se realizó mediante el programa Design Expert 8 Trial Program®, con 2 factores y 5 niveles respectivamente esto corresponde a la actividad 1 del Objetivo Particular 2.

*Cuadro 11:* Diseño de mezclas efectuado en Design Expert 8 Trial Program®

<b>Std</b>	<b>Run</b>	<b>Factor Grasa Butírica</b>	<b>Factor Grasa Vegetal</b>
4	1	75	5
3	2	60	20
5	3	65	15
6	4	80	0
1	5	80	0
2	6	70	10
8	7	80	0
9	8	60	20
7	9	70	10

En el objetivo 3 se llevo a cabo la medición de Índice de peróxidos como medida indirecta de la rancidez que podría presentar la mantequilla durante un período de 2.5 semanas, éste parámetro se cuantificó mediante el método de Lea o índice de peróxidos (Pearson, 2001); realizando las pruebas por triplicado, tomando como solución el cálculo mostrado en el Anexo 2.

Así mismo se le realizaron análisis de AQP y microbiológicos al producto terminado según especificaciones planteadas para las pruebas a materia prima mencionadas en el Cuadro 10.

Por último para llevar a cabo el objetivo 4, se realizó una prueba de grado de satisfacción a 30 personas, mediante una encuesta con escala hedónica de 5 puntos, la cual se muestra en la figura 14.

Nombre: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

PRODUCTO: Mantequilla

Pruebe y marque con una "X" en el lugar que indique su opinión acerca de la muestra

Me gusta mucho	_____
Me gusta ligeramente	_____
No me gusta ni me disgusta	_____
Me disgusta ligeramente	_____
Me disgusta mucho	_____

Comentarios: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

MUCHAS GRACIAS!!

Figura 14: *Formato de prueba de grado de satisfacción con escala hedónica de 5 puntos*

### CAPÍTULO III

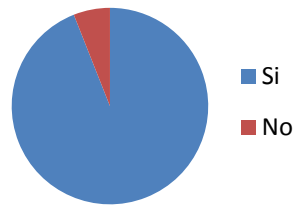
#### 3. Resultados y discusión.

##### 3.1 Análisis de objetivo particular 1

##### Estudio de Mercado

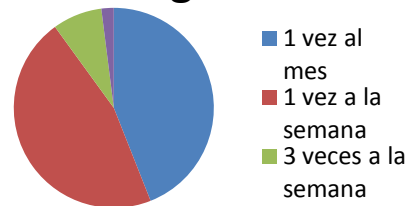
Las encuestas realizadas constaron de 10 preguntas, como se puede observar en la Figura 15. A continuación se muestran los resultados correspondientes a cada una.

#### Pregunta 1



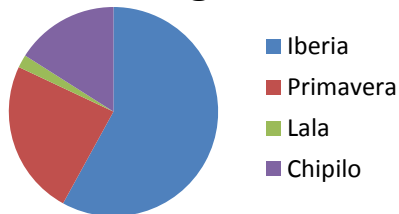
A)

#### Pregunta 2



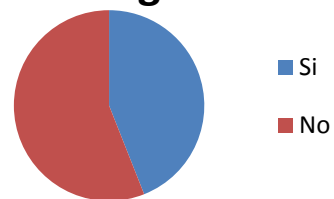
B)

#### Pregunta 3



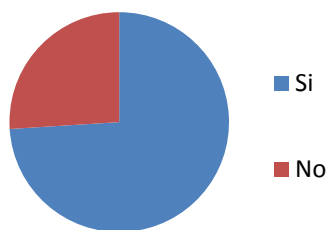
C)

#### Pregunta 4



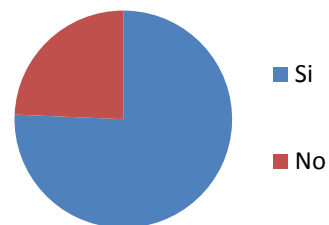
D)

#### Pregunta 5



E)

#### Pregunta 7



F)

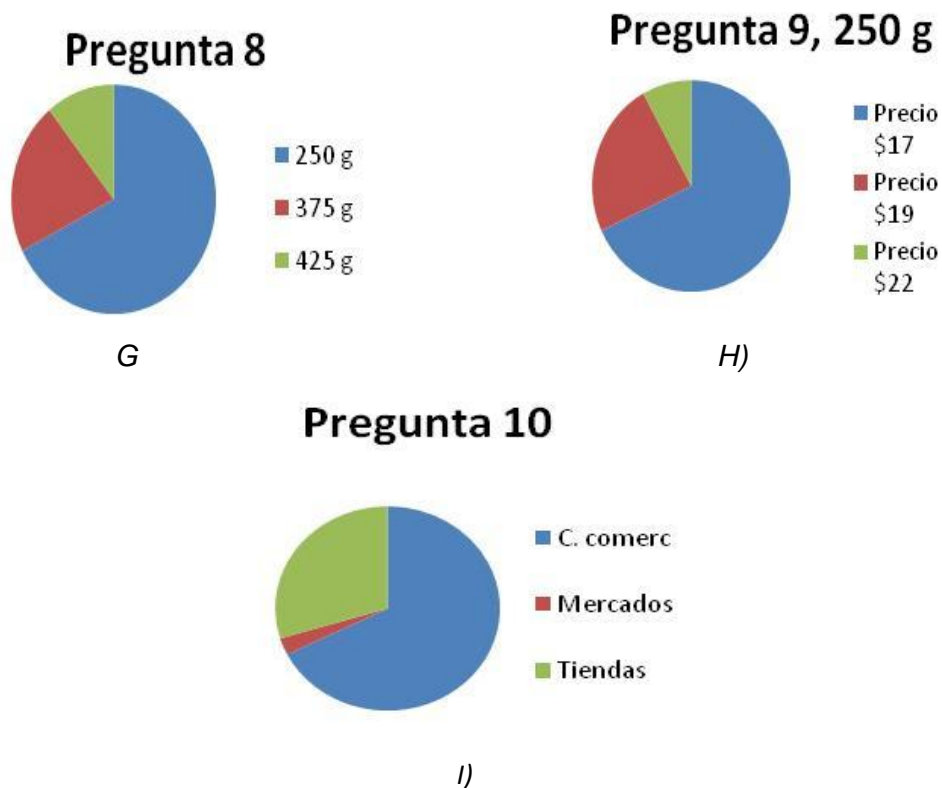


Figura 15: Resultados del estudio de Mercado

Por medio de dicho estudio se puede visualizar que de acuerdo con la Figura 15 A, el 94% de la población encuestada es consumidor de mantequilla; de dicho porcentaje el 48% la consume por lo menos 1 vez a la semana como se observa en la figura 15 B; la mayor parte de la población (56%), visible en la Figura 15 C, no conoce la presentación apachurrable (*squeeze*), sin embargo, explicando la particularidad del empaque, el 74% presenta tendencia a la aceptación del producto (Figura 15 E), demostrando con ello el interés por este tipo de mantequilla y lo atractiva que puede ser esta presentación en la vida cotidiana del consumidor. Así mismo puede notarse que el mayor porcentaje de la población seleccionada (75.6%) prefiere que no sea necesaria la conservación en refrigeración (Figura F).

En cuanto al contenido en gramos del producto, 250 g fue la opción con mayor selección (67.5%), dando a conocer que por tal producto la población estaría dispuesta a pagar entre \$17 y \$22, siendo \$17 la opción de mayor selección (45.9%) y les gustaría adquirirlo mayormente en centros comerciales (67.5%), seguido por tiendas (29.7%) y mercados (2.7%), Dichos resultados pueden vislumbrarse en las figuras 15 G - 15 I.

Una vez verificado el interés del consumidor por el producto, se corroboró que el proyecto podría tener, procediendo a llevarlo a cabo.

### 3.2 Análisis de objetivo particular 2

#### 3.2.1 Análisis Químico Proximal (AQP) y Microbiológico

En el cuadro 12 se presentan los resultados de AQP obtenidos para los dos tipos de grasas (butírica y vegetal) en comparación con las especificaciones proporcionadas por el proveedor respectivamente (Anexo 1); en ellos se muestra, que los valores son muy similares, teniendo un valor para humedad menor al límite. Por otra parte los valores de desviación estándar son muy pequeños, lo cual denota que los resultados obtenidos entre repeticiones de éstas pruebas fueron confiables, lo que también se corrobora con el valor del coeficiente de variación el cual fue menor al 4% (Montgomery, 2003),

Con respecto a los resultados microbiológicos, para Coliformes totales, hongos y levaduras, se obtuvieron resultados dentro del rango que marca la NOM- 243-SSA1-2010, como se muestra en el cuadro 13.

*Cuadro 12. Resultados de AQP para materias primas.*

Materia Prima	Parámetro	Promedio	Especificaciones (%)	Desviación Estándar	C.V.
G. Butírica	Humedad	0.7679	0.1	0.028	3.64
	Grasa	99.95	99.9	0.027	2.72E-04
G. Vegetal	Humedad	0.2466	0.1	6.06E-03	2.4555
	Grasa	99.935	99.9	0.014	1.40E-04

*Cuadro 13. Resultados de Análisis Microbiológico para materias primas.*

Materia Prima	Parámetro	Resultados	NOM-243-SSA1-2010
G. Butírica	Coliformes totales	<10 UFC/ ml	10 UFC/ml max
	Hongos	<10 UFC/ ml	10 UFC/ml max
	Levaduras	<10 UFC/ ml	10 UFC/ml max
G. Vegetal	Coliformes totales	<10 UFC/ ml	10 UFC/ml max
	Hongos	<10 UFC/ ml	10 UFC/ml max
	Levaduras	<10 UFC/ ml	10 UFC/ml max

Así mismo para el producto terminado (mantequilla squeeze), en los resultados que se muestran en cuadro 14, se puede visualizar que con respecto al contenido de grasa se cumplió con el valor marcado en la Norma del CODEX STAN A-1-1999 para mantequillas modificadas y en humedad se obtuvo un valor por debajo del marcado en dicha norma, lo cual pudo deberse a la formulación elegida o a algún error experimental que pudo

presentarse al realizar dicha prueba. En cuanto a los valores de desviación estándar y coeficiente de variación fueron muy pequeños, al ser menor al 4% denota que los resultado entre repeticiones fueron confiables (Montgomery, 2003).

*Cuadro 14. Resultados de AQP en mantequilla squeeze.*

Producto Terminado	Parámetro	Promedio (%)	<b>CODEX STAN A-1-1999.</b>	Desviación Estándar	C.V.
Mantequilla Squeeze	Humedad	14.87	16	0.3911	2.63
	Grasa	80.57	80	0.466	5.90E-01

En lo que respecta a los resultados microbiológicos, en el cuadro 15. Se muestra que se obtuvieron valores dentro del rango que marca la NOM- 243-SSA1-2010, para mantequilla.

*Cuadro 15. Resultados de Análisis microbiológico para mantequilla squeeze.*

Producto	Parámetro	Resultados	NOM-243-SSA1-2010
Mantequilla Squeeze	Coliformes totales	<10 UFC/ml	10 UFC/ml max
	Hongos	<10 UFC/ml	10 UFC/ml max
	Levaduras	<10 UFC/ml	10 UFC/ml max

Debido a que los valores que se obtuvieron para el AQP y Análisis microbiológicos estuvieron dentro de lo marcado en las normas correspondientes se corroboró que tanto las materias primas (grasas) como el producto terminado (mantequilla squeeze), contaban con las características de calidad requeridas. Por ello se procedió a elaborar el producto y a realizarle las pruebas correspondientes.



### 3.2.2 Extrusión Positiva

En la figura 16 puede observarse la diferencia existente entre la fuerza necesaria para extruir cada una de las muestras correspondientes y el tiempo en el que se efectuó la prueba para las 9 mezclas obtenidas.

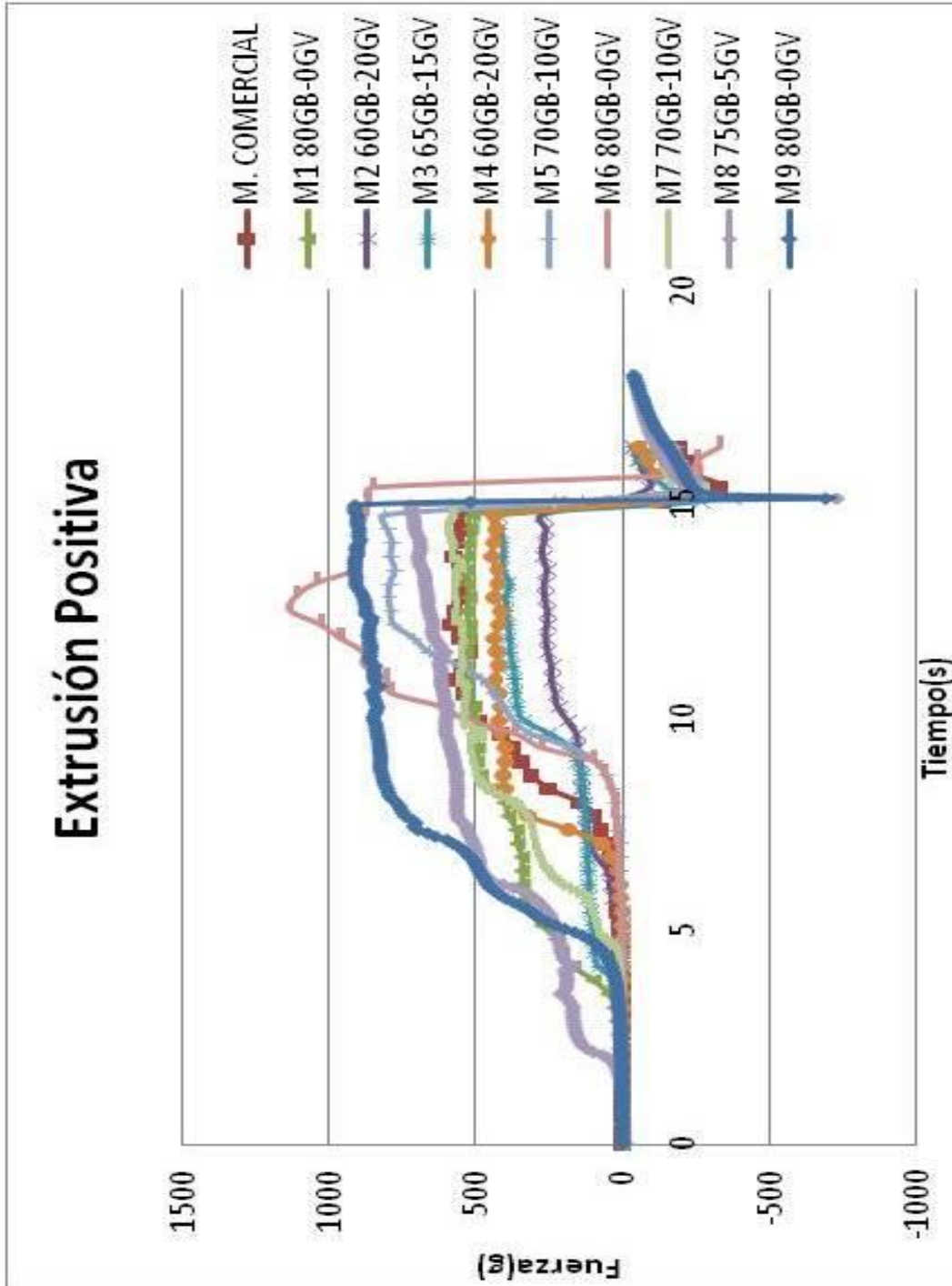


Figura 16: Relación fuerza-tiempo en la prueba de extrusión positiva para cada una de las formulaciones.

Así mismo, se puede resaltar que en algunas formulaciones la compresión empieza a efectuarse en menor tiempo, ejemplo de ello son las mantequillas M1 y M9, las cuales están constituidas mayormente por grasa butírica (75% y 70% respectivamente), lo anterior posiblemente puede explicarse debido al hecho de que las partículas de grasa butírica son de mayor tamaño, en comparación con las de la grasa vegetal, además de encontrarse en forma de glóbulos con una distribución de tamaño más homogéneo y ordenado (Lobato, 1998), ello contribuye a que la liberación de aire existente en la muestra se efectúe de manera más rápida, pues durante el ciclo de compresión el acomodo de las partículas favorece que se vea reducida la resistencia a la presión ejercida sobre la muestra para expulsar el aire contenido. Por el contrario, las partículas de grasa vegetal confieren una estructura porosa, abierta, cuya distribución en tamaño es heterogénea (Lobato, 1998), lo que dificulta que la compresión se efectúe de manera rápida, reflejándose en las curvas correspondientes a las formulaciones que presentan mayor contenido en grasa vegetal.

Por otro lado, haciendo hincapié a la misma Figura, las muestras M5, M6 y M9, cuyos porcentajes de grasa butírica son elevados, necesitaron mayor fuerza tanto para comprimir como para extruir, este resultado puede atribuirse a qué como lo menciona Tiemeyer (2009), principalmente en los ácidos grasos saturados (tal como el butírico), se presenta gran cantidad de porciones hidrófobas, las cuales se unen estrechamente, ocasionando que las moléculas se acerquen lo suficiente, siendo apreciables las fuerzas de cohesión; es por ello que al tener en las muestras antes mencionadas una mayor proporción de grasa butírica se favorece la cohesión entre las moléculas constituyentes, representando mayor resistencia ante las fuerzas aplicadas al sistema y por ende mostrando valores más elevados de las mismas para efectuar los trabajos de compresión y extrusión, éste último puede verse reflejado también en el área bajo la curva que presentan las muestras correspondientes, en donde es posible observar que se requiere de mayor trabajo para extruir cada una de las formulaciones correspondientes.

Así mismo, se puede notar que las formulaciones que contenían menor porcentaje de grasa butírica (M2 y M3), presentan tiempos prolongados para iniciar la prueba y menor fuerza para comprimir y extruir, ello puede explicarse al suceder lo contrario que en los resultados anteriores, pues al contar con mayor proporción de Grasa vegetal, las características moleculares de la misma confieren al sistema una estructura poco cohesiva en donde la distribución de tamaño es heterogénea (Lobato, 1998), dificultando

que la compresión se efectúe de manera rápida, debido a la resistencia que oponen las partículas al acomodo intencional al presentar tamaños diversos, alargando así, el tiempo en el que se libera el aire contenido en la muestra, reflejándose en las curvas correspondientes. En cuanto a la fuerza de compresión y extrusión requerida, ocurre lo contrario a los ácidos grasos saturados, pues en los ácidos grasos de cadena larga, al aumentar la longitud de la misma, la cohesividad entre sus moléculas se ve disminuida pues se presentan mayormente porciones hidrófilas que hidrófobas, provocando que exista cierta distancia entre las moléculas y la unión no sea tan fuerte (Tiemeyer, 2009), lo que contribuye a que la muestra sea más blanda y no se tenga que aplicar tanta fuerza para comprimir, ni para hacerla pasar por un orificio, como sucede en el caso de la extrusión.

Tras efectuar el análisis anterior se compararon las formulaciones obtenidas en el laboratorio contra un producto comercial, con la finalidad de elegir la que presentara un comportamiento más parecido, obteniéndose que las muestras correspondientes a las mantequillas M3, M4 y M7 mostraban características cercanas a las del producto comercial; sin embargo en la Figura 16 sólo es posible observar el comportamiento que se tiene ante dicha prueba, por lo que se decidió elaborar gráficos más específicos de cada uno de los parámetros evaluados, para poder así seleccionar solo una de las posibles opciones, para llevar a cabo el siguiente objetivo.

Tanto en el Cuadro 16 como en las Figuras 17-21, se pueden visualizar los resultados desglosados de la prueba de extrusión positiva, los cuales facilitan la comparación entre las mismas formulaciones y el producto comercial, resaltando en el cuadro los valores que mostraran mayor similitud con la mantequilla comercial; así mismo se muestra el análisis correspondiente a cada parámetro.

Cuadro 16: Parámetros obtenidos en la prueba de extrusión positiva para cada una de las formulaciones.

FORMULACIÓN (%)	FUERZA DE COMPRESIÓN (g/mm.s)	FUERZA DE EXTRUSIÓN (g/mm.s)	ÁREA (g/s)	DISTANCIA (mm)	FUERZA ADHESIVA (g/mm.s)
Mantequilla Comercial	591.1	589.1	2577.5	4.2815	285.55
80GB-0GV	284.3	392.8	3119*	6.4	324.3*
60GB-20GV	275	337.5	1923*	9.12	951
65GB-15GV	388.5*	427.8*	1840*	4.4*	323.6*
60GB-20GV	314	634.2*	5931	8.525	957.4
70GB-10GV	818.7	886.7	6085	5.6	328.4*
80GB-0GV	521.9*	704	3677	4.48*	436
70GB-10GV	938.3	787.8	6250	6.64	458
75GB-5GV	659.8*	645.3*	6471	5.12	314.3*
80GB-0GV	234.2	349.7	4088	5.73	407

\* Resultados representativos en cada parámetro que muestran semejanza con los valores del producto comercial.

Se puede apreciar en las figuras 17 y 18 que las formulaciones realizadas con mayor % de Grasa butírica (70,75 y 80% respectivamente), nuevamente son las que requieren mayor fuerza de compresión y extrusión; así mismo en cuanto a este parámetro éstas mismas muestras son las que presentan mayor parecido con la muestra comercial, aunque en comparación con ella, la formulación compuesta con 65% GB y 15% GV, mostró valores menores.

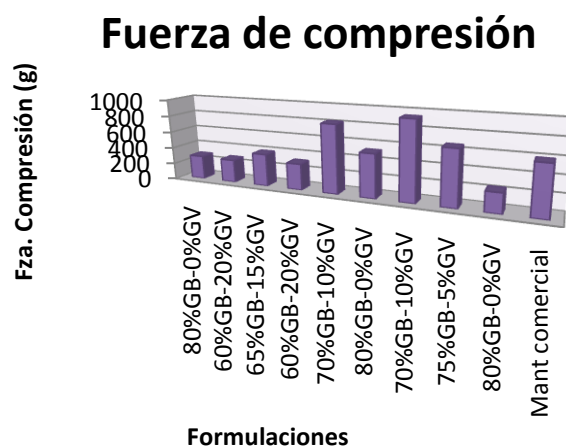


Figura 17: Fuerza de compresión en la prueba de extrusión positiva para cada una de las formulaciones.

## Fuerza de extrusión

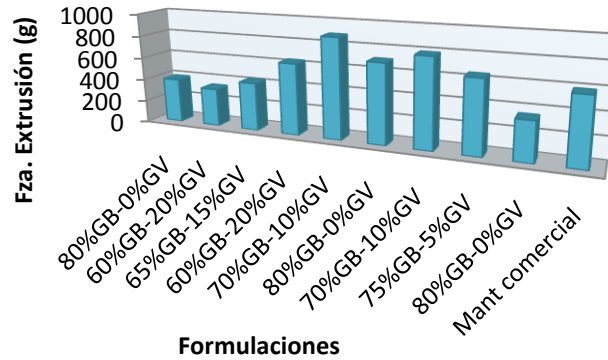


Figura 18: Fuerza de extrusión en la prueba de extrusión positiva para cada una de las formulaciones.

Por otra parte, con respecto al trabajo necesario para efectuar la prueba y a la distancia recorrida para lograr extruir completamente la muestra, son las mantequillas con mayor contenido de grasa vegetal las que mostraron un valor muy parecido a la que presenta el producto comercial, así como también se puede observar que presentan datos por debajo de los obtenidos con alto porcentaje de grasa butírica, lo cual puede observarse en las Figuras 19 y 20.

## Área

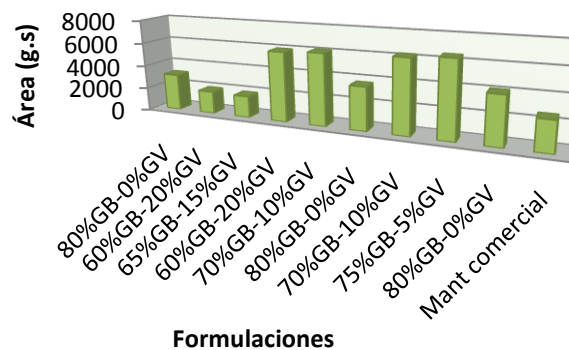


Figura 19: Área bajo la curva en la prueba de extrusión positiva para cada una de las formulaciones.

## Distancia

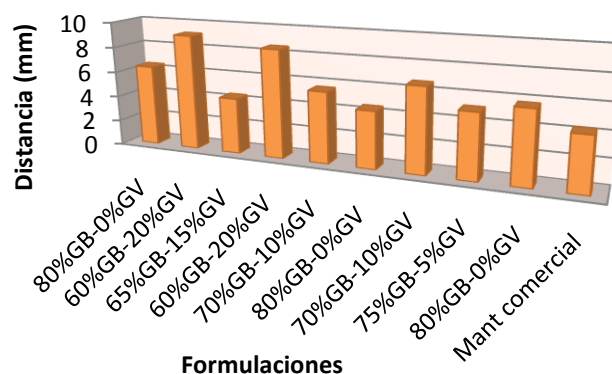


Figura 20: *Distancia en la prueba de extrusión positiva para cada una de las formulaciones.*

En lo que a fuerza adhesiva se refiere, en la figura 21 se puede observar claramente que la mayoría de las muestras sometidas a la prueba tienen un valor muy semejante entre ellas y de igual forma con respecto a la comercial, únicamente quedando fuera de ellas las mantequillas realizadas con 60% GB y 20% GV.

## Fuerza Adhesiva

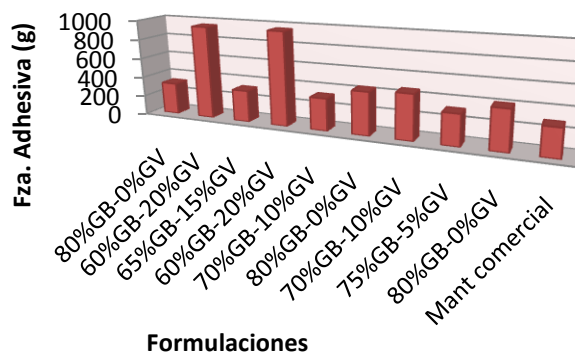


Figura 21: *Fuerza adhesiva para cada una de las formulaciones en la prueba de extrusión positiva*

Debido a lo anteriormente expuesto se puede mencionar que la mantequilla con valores más parecidos a la muestra comercial, tomando en cuenta los 5 parámetros evaluados ya que cumple con cierta semejanza en todos ellos es la formulación M3 (65%GB-15%GV), cuestión que puede corroborarse al observar el Cuadro 16.

### 3.2.3. Penetración simple

En la figura 22 es posible observar el comportamiento resultante en la prueba de penetración simple para cada una de las variaciones de contenido graso.

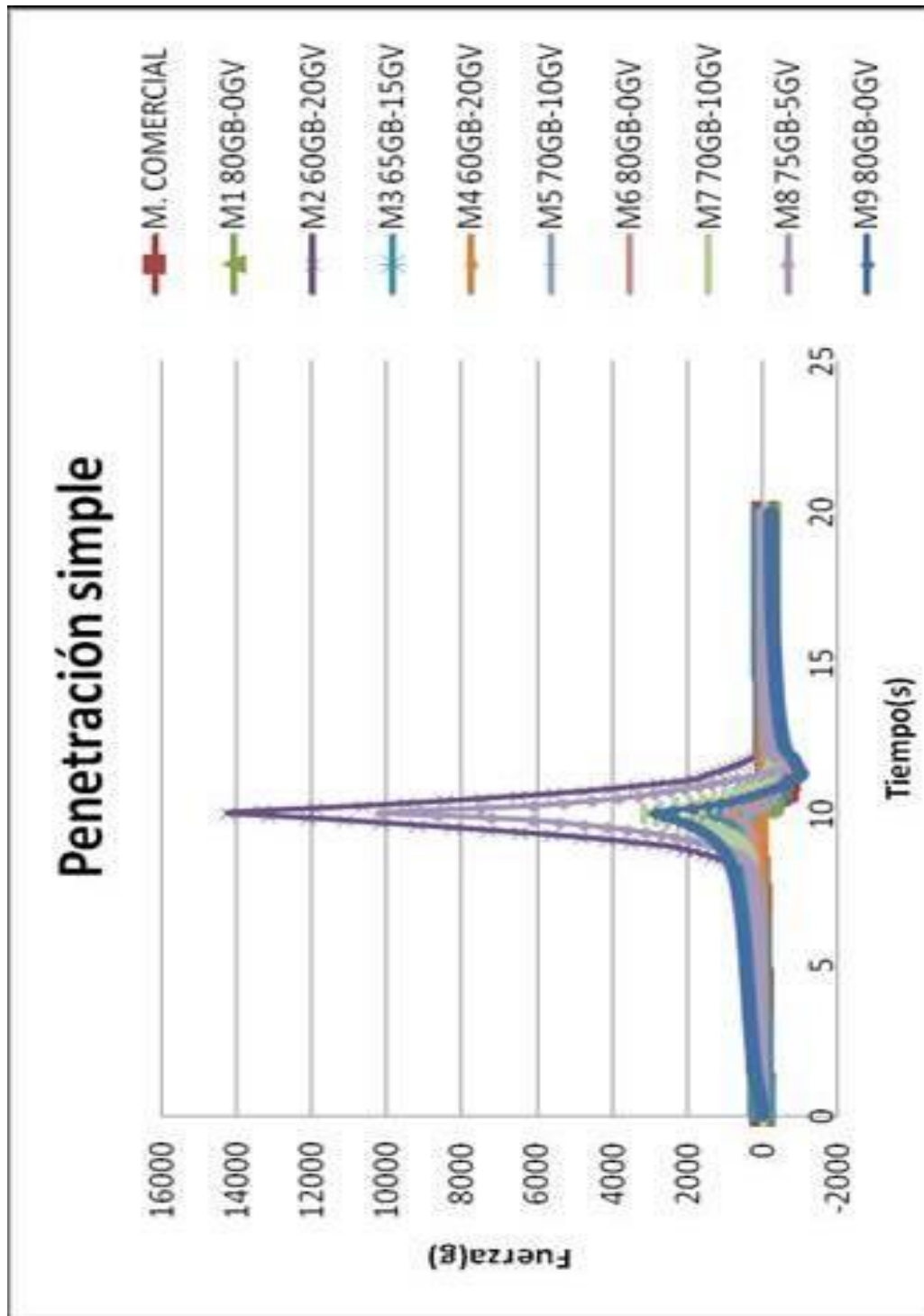


Figura 22: Relación fuerza-tiempo en la prueba de penetración simple para cada una de las formulaciones.

En la figura 22 puede notarse que las formulaciones elaboradas con alto porcentaje de grasa butírica (de 70 a 80%) siguen el patrón de poseer valores altos en el parámetro de dureza, lo cual podría explicarse del mismo modo que en la prueba de extrusión positiva, siendo la grasa butírica la que contribuye a este comportamiento; sin embargo, cabe mencionar que las formulaciones elaboradas con un porcentaje de 60% GB-20%GV (M2 y M8), son la excepción a este caso, ya que presentaron el valor más alto de dureza, resultado que parecería contradecir lo que menciona Tiemeyer (2009) acerca de que “la cohesividad en ácidos grasos de cadena larga, se ve disminuida pues se presentan mayormente porciones hidrófilas que hidrófobas, provocando que exista cierta distancia entre las moléculas y la unión no sea tan fuerte, debido a que los resultados de este estudio reflejaron que al llegar al 20% de Grasa vegetal (oleína de palma), la cual posee ácidos grasos de cadena larga, en este caso contribuyeron a que la dureza aumentara de manera radical, lo cual se ve en la figura como los picos más altos, con ello implicando mayor trabajo para penetrar las muestras, por lo cual se puede decir, que al llegar a este porcentaje de grasa vegetal utilizado, se aumenta la cantidad de porciones hidrófobas de sus ácidos grasos, las cuales se unen más fuertemente a la grasa butírica, contribuyendo a aumentar su cohesividad y con ello su dureza, presentando menor fuerza adhesiva, ya que como menciona Casas y Ramírez (2001), los cuerpos más cohesivos, tienden a considerarse sólidos, presentando valores bajos de adhesividad.

Por el contrario se observa que las formulaciones que están constituidas por mayor cantidad de grasa butírica son más adhesivas, requieren de menor fuerza y trabajo para penetrar. Así mismo, puede notarse que existe una diferencia evidente entre el comportamiento de las mantequillas elaboradas con mayor contenido de grasa butírica y las elaboradas con mayor proporción de grasa vegetal, tanto entre ellas, como en comparación con el producto comercial.

De igual forma que en la prueba de extrusión positiva, se decidió elaborar gráficos específicos de cada parámetro evaluado, Los resultados detallados de la prueba de penetración simple, pueden visualizarse en el cuadro 17 y en las Figuras 23-27 facilitando la comparación entre el producto comercial y las distintas formulaciones.



Cuadro 17: Parámetros de textura obtenidos en la prueba de penetración simple para cada una de las formulaciones.

FORMULACIÓN (%)	FUERZA ADHESIVA (g/mm.s)	ADHESIVIDAD (g/s)	ESTIRAMIENTO (mm)	DISTANCIA (mm)	DUREZA (g/mm.s)
Mantequilla Comercial	6.530	4.287	1.247	1.105	1645.48
80GB-0GV	4.368	7.68	1.523*	3.64	7.774
60GB-20GV	6.336*	3.185	4.262	0.82	24.138
65GB-15GV	6.159*	4.931*	2.453	1.105*	1377.96*
60GB-20GV	7.358	3.416	4.76	1.105*	1595.11*
70GB-10GV	7.107	4.243*	2.307	1.77	450.53
80GB-0GV	3.785	7.391	0.438	3.64	1006.65
70GB-10GV	7.194	4.02*	1.852	2.21	3138.82
75GB-5GV	9.743	4.363*	2.408	2.168	10176
80GB-0GV	3.77	6.456	0.438	3.715	2831.21

\* Resultados representativos en cada parámetro que muestran semejanza con los valores del producto comercial.

De forma global se puede mencionar que las muestras con menor contenido de grasa vegetal presentan valores elevados en fuerza adhesiva, adhesividad y distancia; por el contrario, las que tienen mayor contenido de esta grasa, son las que poseen mayor similitud con el producto comercial, como se puede observar en las Figuras 23-25.

### Fuerza Adhesiva

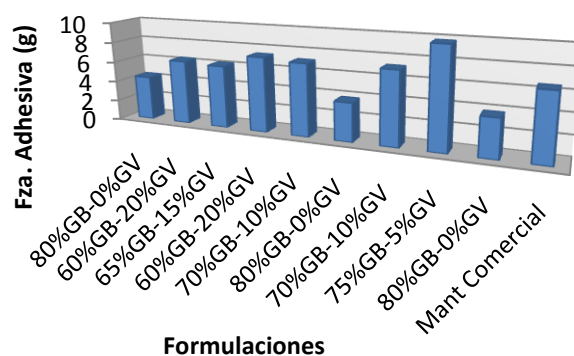


Figura 23: Fuerza adhesiva para cada una de las formulaciones en la prueba de penetración simple

## Adhesividad

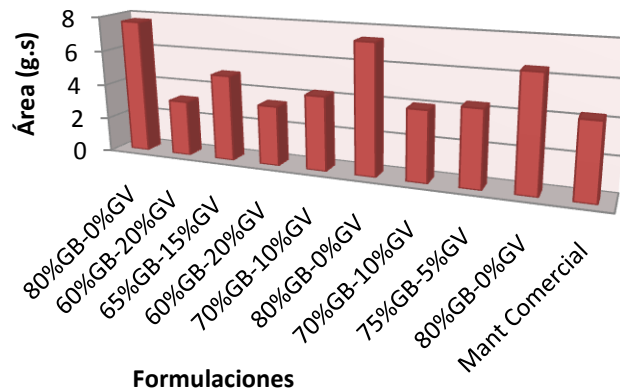


Figura 24: Adhesividad para cada una de las formulaciones. en la prueba de penetración simple

## Distancia

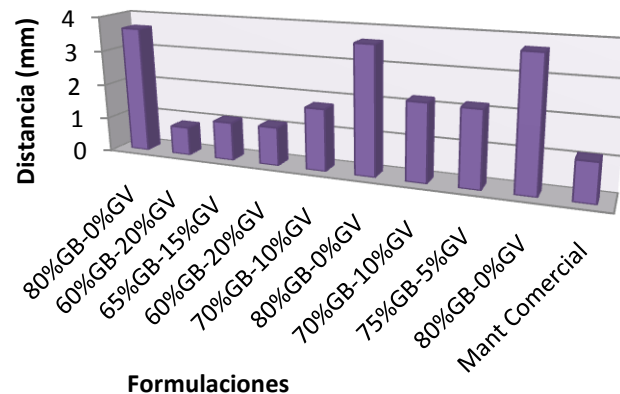


Figura 25: Distancia para cada una de las formulaciones. en la prueba de penetración simple

El comportamiento anteriormente observado puede deberse a que cómo lo menciona Vega (2006), cuando una emulsión agua en aceite es sometida a agitación (batido), la membrana de los glóbulos que colisionan se rompe, la grasa líquida fluye y se funde para crear un glóbulo de mayores dimensiones. Esto se conoce como coalescencia. Pero si existen cristales en la fase grasa, la coalescencia puede ser incompleta, lo que lleva a la formación de *agregados de glóbulos irregulares*. Esto se conoce como coalescencia parcial.

Así pues debido a la forma irregular de los agregados de grasa y al grado semi-cristalino de la misma, las propiedades como adhesividad y viscosidad del sistema aumentan (Boode, *et-al.*, 1993).

La coalescencia parcial puede variar debido a la alteración del contenido de grasa o a la orientación de los cristales de grasa con respecto a la superficie de las gotas de grasa (Van Aken, 2001). La búsqueda de productos con menos contenido de grasas saturadas ha impulsado la saturación parcial o total de las mismas por otras insaturadas, lo cual repercute directamente en la susceptibilidad del sistema a la coalescencia parcial (Allen, *et-al.*, 2006), tal como se pudo haber presentado en el sistema en estudio.

Por otra parte, en lo que se refiere a estiramiento y dureza, se puede ver en las Figuras 26 y 27 que conforme aumenta la proporción de grasa butírica disminuye el valor de estiramiento. A pesar de que ninguna formulación muestra parecido con el producto comercial, la mantequilla conformada por 70%GB-10%GV es la que se aproxima mayormente.

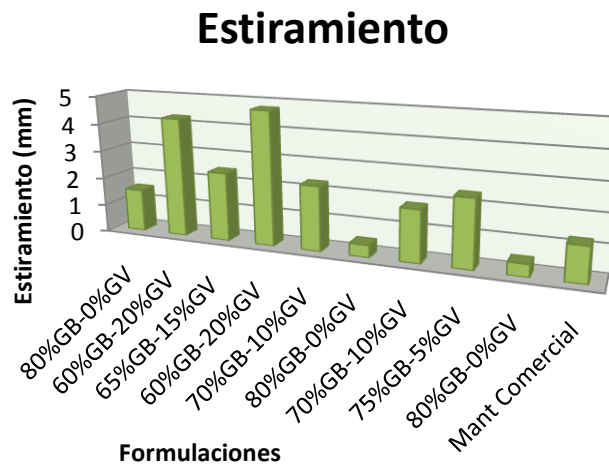


Figura 26. Estiramiento para cada una de las formulaciones en la prueba de penetración simple

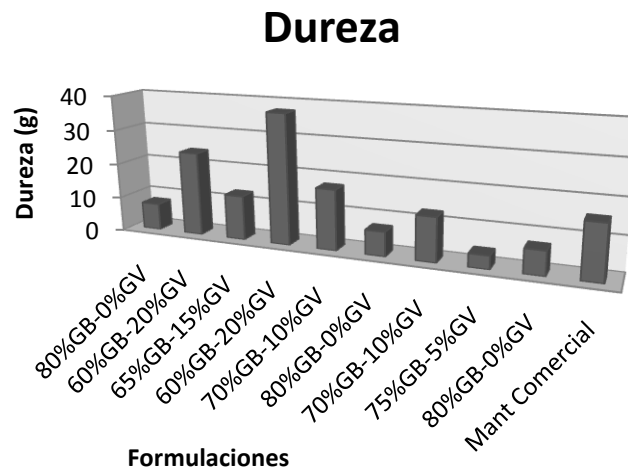


Figura 27. Dureza para cada una de las formulaciones en la prueba de penetración simple

Debido al análisis realizado anteriormente se concluye que la mantquilla con mayor similitud en comparación con la muestra comercial, tomando en cuenta los 5 parámetros expuestos es nuevamente la formulación 3 (65%GB-15%GV), lo cual puede verificarse en el cuadro 13, motivo por el cual ésta fue seleccionada para realizar la metodología correspondiente al Objetivo Particular 3 en donde se analizará el efecto del extracto de romero como antioxidante inhibidor del proceso de rancidez en la formulación elegida, para conocer la concentración a la cual se favorezca la preservación de grasas.

#### 3.2.4. Análisis estadístico

Una vez realizado lo anterior se procedió a efectuar el análisis estadístico para cada prueba. De acuerdo al diseño estadístico establecido (diseño de mezclas) fue posible obtener las tablas ANOVA para cada uno de los parámetros específicos. En el cuadro 14 se muestran los resultados para la pruebas de extrusión positiva y penetración simple.

Cuadro 18: Tabla ANOVA para la prueba de extrusión positiva y penetración simple para cada una de los parámetros texturales.

	PARÁMETRO	R <sup>2</sup> *	C.V.	PROBABILIDAD DEL MODELO	PROBABILIDAD INTERACCIÓN 2 COMPONENTES
EXTRUSIÓN POSITIVA	Fza. compresión	0.7381	30.99	0.0180	0.0063**
	Fza. extrusión	0.3880	31.94	0.2292	0.0990
	Área	0.2347	43.06	0.4483	0.2293
	Distancia	0.6189	19.04	0.0553	0.1125
	Fza. adhesiva	0.9255	18.15	0.0030	0.0045**
	PENETRACIÓN SIMPLE	Fza. adhesiva	0.9130	11.80	0.0044
Adhesividad		0.9585	8.55	0.0007	0.0281**
Distancia		0.9617	11.77	0.0001	0.0448**
Estiramiento		0.9396	20.33	0.0018	0.2200
Dureza		0.8044	37.61	0.0075	0.1371

\* R<sup>2</sup> se refiere al modelo de predicción para cada parámetro

\*\* Valores con efecto significativo

En general, la mayoría de los parámetros se ajustan a un modelo cuadrático, debido a que con ello se favorece que el coeficiente de variación y la probabilidad presenten valores relativamente bajos y con ello aumenta el valor de R<sup>2</sup> y la precisión de los datos, cabe mencionar que algunos parámetros obedecieron a un modelo cúbico, ellos fueron la fuerza adhesiva en ambas pruebas, así como adhesividad y estiramiento sólo en la prueba de penetración simple.

A pesar de que en determinaciones de textura es complicado obtener valores aceptables de coeficiente de variación menores o iguales a 10%, (Montgomery,2003), se puede verificar que los resultados obtenidos se encuentran entre el 10-40%, debido a que las mediciones dependen de distintos factores como son: cantidad de muestra, homogeneidad, manejo de la misma y en este caso en particular se observó que para las grasas el determinante es la temperatura, puesto que la repetibilidad de la prueba se veía afectada hasta por la variación en 1°C, en la temperatura de las muestras.

Así mismo observando el Cuadro 18 se puede visualizar que en ningún caso se presenta un efecto significativo por parte de las grasas de manera individual ( $P > 0.05$ ), es decir, si se evalúa la cantidad de componente graso de forma independiente, no se obtiene gran influencia en los valores de los parámetros medidos, sin embargo, por los valores de P obtenidos con un nivel de confiabilidad del 95%, se tuvo que sí existe influencia significativa en la interacción de las grasas para las propiedades estudiadas.

Por todos los análisis anteriormente expuestos se pueden deducir dos cosas:

Primeramente se confirmó que la combinación de grasa butírica-grasa vegetal tiene efecto considerable sobre los valores de las propiedades texturales evaluadas, al menos para el caso de Oleína de palma, debido a que conforme se variaran las proporciones, los comportamientos mostrados presentaban variaciones tanto en la prueba de extrusión positiva como en la de penetración simple.

En segunda instancia se obtuvo que la hipótesis: ***El producto elaborado con la mayor concentración de grasa vegetal será el que presente una consistencia y textura más cercanas a las de un producto comercial***, no es verdadera, puesto que al aumentar la proporción de grasa vegetal añadida se presentó mayor similitud con la comercial, pero solo hasta el 15% de este componente, pues al aumentarlo al 20%, se elevan gradualmente las características texturales en la mantequilla.

### 3.3 Análisis objetivo particular 3

#### 3.3.1 Índice de peróxidos

Analizar el efecto del extracto de romero como antioxidante durante el proceso de rancidez en la mezcla con las mejores características, por medio de la medición del índice de peróxidos, para conocer la concentración a la cual se favorezca la preservación de grasas.

Los resultados de medición de índice de peróxidos para un periodo de 2.5 semanas bajo las condiciones de temperatura de 25 °C y 50 °C, se desglosan a continuación:

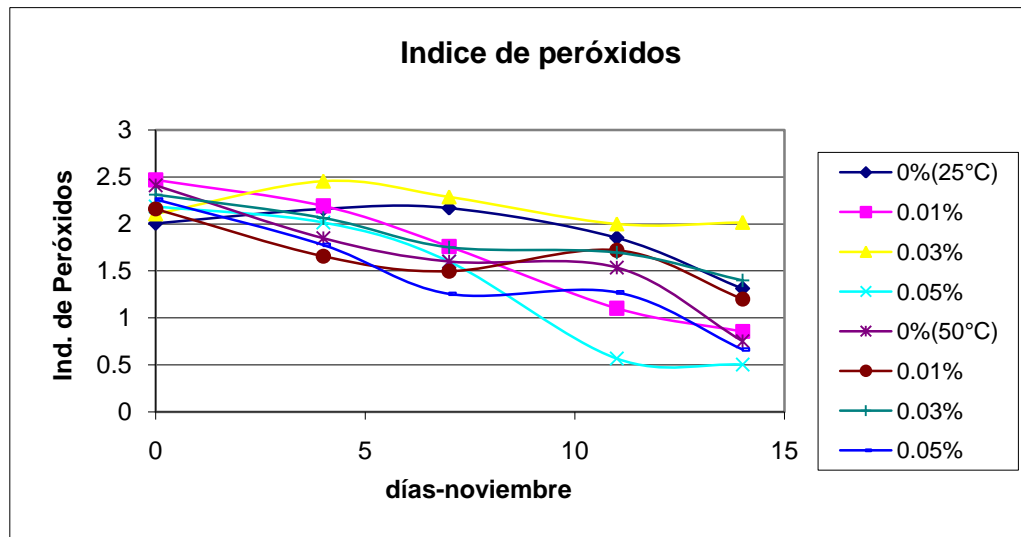


Figura 28: Medición de Índice de peróxidos en un periodo de 2.5 semanas a 25° C y 50°C para muestras con variación en el extracto de romero empleado.

En la Figura 28 se muestra el comportamiento de las mantequillas a diferentes concentraciones de antioxidante (extracto de romero). En primer instancia se puede observar que todas las mediciones a pesar de llevarse a cabo a distintas temperaturas y proporción del antioxidante presentan una tendencia muy similar, en donde se tiene que al transcurrir los días de almacenamiento el índice de peróxidos disminuye, demostrando indirectamente la preservación de las grasas durante ese periodo de tiempo; sin embargo, este comportamiento contradice la respuesta esperada, ya que lo lógico era que se diera paso al proceso de rancidez, es decir, que se incrementaran los valores de índice de peróxidos conforme aumentara el tiempo, puesto que al dar seguimiento a la curva de oxidación de grasas y aceites como se puede observar en la Figura 11, la tendencia de la

misma es ascendente a partir de la etapa de propagación; así mismo en dicha figura puede notarse en cierto momento de la etapa de propagación existe un punto en el que el índice de peróxidos alcanza un máximo y posteriormente tiende a descender (Badui, 2006), lo cual podría dar a pensar que el producto estaba en un grado avanzado de oxidación y por ello la tendencia que muestran los resultados en la figura 28 se asemejan al comportamiento antes mencionado; sin embargo, el producto no presentó desarrollo de malos olores ni sabores característicos de la descomposición de peróxidos, lo cual permite deducir que existe la posibilidad de que el producto nunca rebasara el límite del período de inducción, con ello evitando la formación de peróxidos, así como el enranciamiento de las grasas, es por este motivo que lo obtenido experimentalmente se puede explicar como que el antioxidante tuvo un efecto benéfico sobre el retardo del enranciamiento de las grasas en el producto, pues en realidad no llegó a la etapa de aceleración de la reacción, permaneciendo únicamente en el periodo de inducción.

Aparentemente con el uso de la Figura 28 no se puede obtener suficiente información para definir si existe un parámetro determinante, ya que a simple vista no se observa si el uso de concentraciones distintas de antioxidante repercute en gran medida en los valores de índice de peróxidos, pues estos no son muy diferentes entre sí.

De igual forma, la temperatura de modo general no representa a ser un parámetro que tenga gran influencia sobre la respuesta, por tal motivo, se dispuso realizar un análisis estadístico que mostrara resultados más específicos y confiables.

### **3.3.2. Análisis estadístico**

Se realizó un análisis estadístico Factorial General con 3 factores: días de almacenamiento (5 niveles), Concentración de antioxidante (4 niveles) y Temperatura (2 niveles), mediante el uso del programa Design Expert 8.0.2 Trial Program® del cual fue posible obtener el siguiente gráfico.



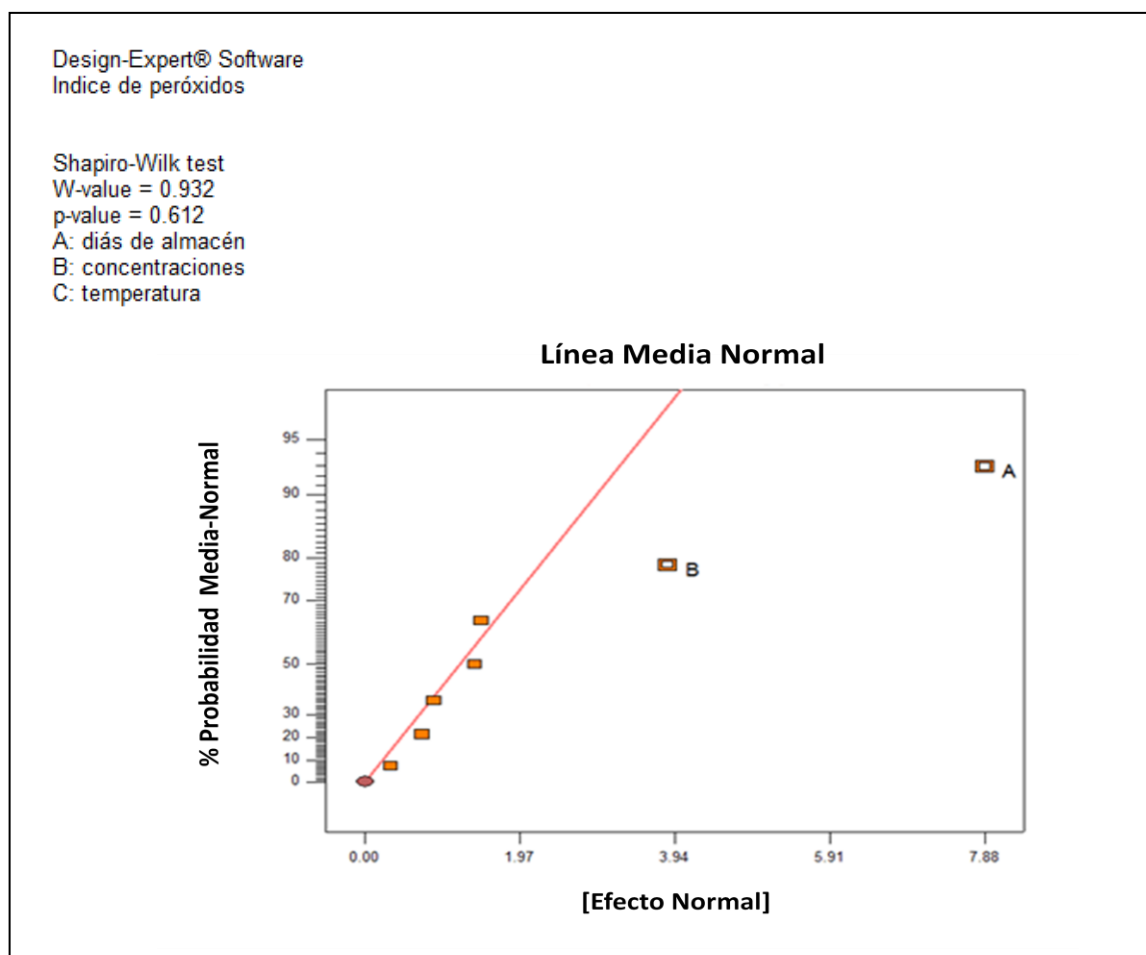


Figura 29: Gráfico de Probabilidad Media Normal para índice de peróxidos

Mediante la Figura 29 se puede visualizar claramente que los factores que tienen influencia sobre el comportamiento de las muestras son los días de almacenamiento (A) y la concentración de antioxidante (B), al encontrarse fuera de la línea normal de probabilidad de los puntos obtenidos experimentalmente, lo cual comprueba primeramente que la temperatura no tiene efecto en la respuesta en estudio, según la forma en que Montgomery (2003) propone el análisis de datos basado en este gráfico.

A continuación se muestra la tabla ANOVA obtenida para el análisis antes planteado:

Cuadro 19: Tabla ANOVA para la prueba de índice de peróxidos

<b>Análisis de varianza</b>						
<b>Suma de cuadrados clásica - Tipo II</b>						
<b>Parámetro</b>	Suma de cuadrados	df	Cuadrado medio	F Valor	P Prob > F	Significancia
<b>Modelo</b>	8.4261957	7	1.2037423	13.54243	< 0.0001	significante
<b>A-días alm</b>	6.5809618	4	1.6452405	18.509406	< 0.0001	
<b>B-concent</b>	1.8452339	3	0.615078	6.9197958	0.001	
<b>Residual</b>	2.8443752	32	0.0888867			
<b>Cor Total</b>	11.270571	39				

Cuadro 20: Parámetros estadísticos para la prueba de índice de peróxidos

<b>Desviación Estándar</b>	0.29813877	<b>R<sup>2</sup></b>	0.74762812
<b>Media</b>	1.7112925	Adj R <sup>2</sup>	0.69242177
<b>C.V. %</b>	17.4218474	Pred R <sup>2</sup>	0.60566893
<b>PRESS</b>	4.44433624	<b>Adecuación Precisión</b>	13.1224035

Como se puede observar en el Cuadro 19 el resultado de probabilidad del modelo es significativo, debido a que es menor al valor de  $\alpha=0.05$ , aunado a este, un valor de  $R^2 = 0.74$  y una precisión en la ecuación mayor a la esperada (4), dando con ello la confiabilidad de que los valores obtenidos experimentalmente se adecúan a la ecuación obtenida alrededor de un 74%. Así mismo como se mencionaba en el gráfico de **tendencias** los factores que tienen un efecto significativo son A y B, descartando una vez más la posibilidad de que la temperatura tenga efecto en los resultados obtenidos.

Otros valores que proporcionan confiabilidad al análisis son la desviación estándar y el coeficiente de variación, ambos presentando valores aceptables, lo cual se puede corroborar en el cuadro 20.

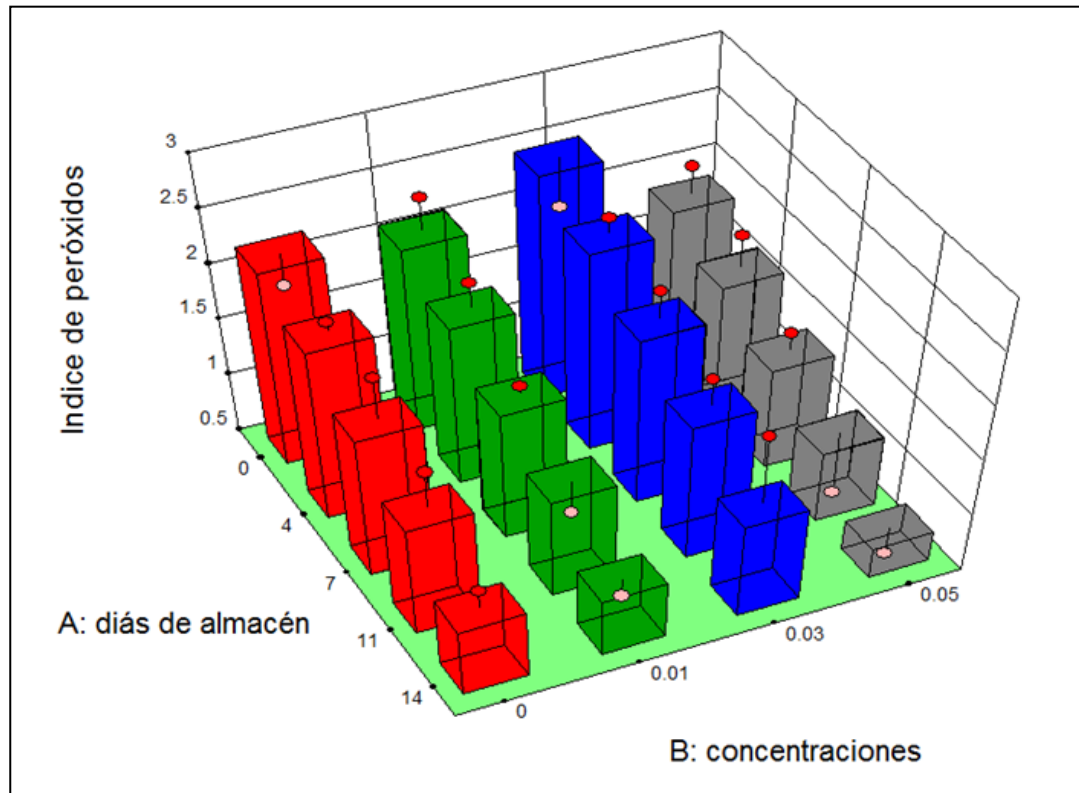


Figura 30. Representación gráfica del efecto de las variables estudiadas sobre el índice de peróxidos

Mediante la representación gráfica de la Figura 30 puede observarse de mejor manera el efecto de las variables estudiadas sobre el índice de peróxidos, se puede verificar que la concentración de antioxidante con la que se presenta mayor índice durante el periodo de almacenamiento es 0.03%, por el contrario la concentración que presenta menores valores es 0.05%; las concentraciones que presentaron valores similares fueron 0% y 0.01%.

De manera general puede vislumbrarse que todas las concentraciones de antioxidante muestran un descenso en la medición de índice de peróxidos conforme el periodo de almacenamiento aumenta, siendo los valores menores en el día 14 para todos los casos. También es posible notar que las variables con mayor influencia únicamente son las concentraciones de antioxidante y los días de almacenamiento.

Por lo anterior se deduce que debido a que el efecto que tiene la variación de la concentración de antioxidante en la rancidez es muy similar, económicamente es conveniente el uso de la concentración 0.01, ya que con ello se asegura la preservación de las grasas sin utilizar grandes cantidades de antioxidante.

### 3.4. Análisis objetivo particular 4

Por medio de la Figura 31 se puede visualizar que de los 30 jueces encuestados, a 16 les agradó el producto siendo su respuesta “me gusta”, a 9 les ”gustó mucho“, seguido por “ni me gusta, ni me disgusta”, respuesta que presentaron 5 jueces, deduciendo finalmente que al no existir repuestas negativas ante la muestra que se les proporcionó, el producto en general fue de su agrado.



Figura 31: Resultados de la prueba de grado de satisfacción

Así mismo, en cuestión porcentual una vez más se puede corroborar que la mayor parte de las personas a las que se les realizó la encuesta, aprobaron el producto después de degustarlo, obteniendo la escala “me gusta” y “me gusta mucho” un porcentaje de 53.3% y 30% respectivamente del total de encuestas realizadas.

#### 4. CONCLUSIONES

Después de realizar la parte experimental y una vez analizados los datos obtenidos, finalmente se puede concluir que:

- Al realizar el estudio de mercado para conocer si el producto podría ser aceptado por los consumidores, se obtuvo un resultado satisfactorio, dando a notar claramente que el producto podría contar con la aceptación del mismo, además de dar a conocer que éste tipo de producto en su presentación tradicional es consumido con frecuencia.
- La presentación apachurrable (squeeze) le resulta atractiva al consumidor e innovadora y la presentación que le parece mas conveniente es la de 250 g, así como el precio sugerido para la misma.

Por otra parte, enfocándose a la influencia que tiene la mezcla de grasas en las propiedades texturales y de consistencia se obtuvo:

- En las mantequillas constituidas mayormente por grasa butírica (75% y 70% respectivamente), la compresión empezó a efectuarse en menor tiempo, así mismo necesitaron mayor fuerza tanto para comprimir como para extruir.
- Por el contrario, son las mantequillas con mayor contenido de grasa vegetal las que mostraron un valor muy parecido al del producto comercial en cuanto al trabajo necesario y a la distancia recorrida para lograr extruir la muestra completamente.
- En el caso de la prueba de penetración simple el valor de las muestras con menor contenido de grasa vegetal presentaron valores elevados en fuerza adhesiva, adhesividad y distancia, disminuyendo el valor de estiramiento conforme aumentaba la proporción de grasa butírica presentando mayor similitud con el producto comercial.
- De ambas pruebas (extrusión positiva y penetración simple) la fórmula que presenta mayor parecido con la comercial fue la 3 (60% GB, 20%GV), motivo por el cual se eligió para desarrollar el resto de la experimentación.
- Con respecto al análisis estadístico realizado al diseño de mezclas para las pruebas de extrusión positiva y penetración simple, se obtuvo que la mayoría de los parámetros se ajustaron a un modelo cuadrático, exceptuando fuerza adhesiva, adhesividad y estiramiento.
- En ningún caso se presentó un efecto significativo por parte de las grasas de manera individual, sin embargo, por los valores de probabilidad obtenidos con un nivel de confiabilidad del 95%, se obtuvo influencia significativa en la interacción de las grasas para los propiedades estudiadas.

- Con lo anterior también se confirmó que la combinación de grasa butírica-grasa vegetal (al menos para el caso de oleína de palma) tiene efecto considerable sobre los valores de las propiedades texturales evaluadas..
- Se corroboró que la hipótesis planteada para el segundo objetivo no resultó en su totalidad, puesto que efectivamente al aumentar la proporción de grasa vegetal añadida se presentó mayor similitud con el producto comercial, al menos hasta el 15% de este componente, pues al aumentarlo al 20%, se elevaban potencialmente las características texturales, sin obtener un producto mejor.
- En el caso particular de las grasas se observó que la temperatura es determinante en las mediciones de textura y sobre todo de consistencia, puesto que aunque solo variara en 1°C, las muestras presentaban poca repetibilidad. Por ello se recomienda utilizar herramientas que permitan mantener constante la temperatura de la muestra, al menos hasta que es efectuada la prueba.
- Referente al índice de peróxidos, las mediciones a pesar de llevarse a cabo a distintas temperaturas y proporción del antioxidante mostraron que éste disminuyó, aunque no significativamente hablando, al transcurrir los días de almacenamiento, demostrando indirectamente con ello, la preservación de las grasas para el periodo de tiempo de 2.5 semanas.
- El producto, al no haber presentado desarrollo de malos olores ni sabores, permitió deducir que nunca se rebasó la fase estacionaria de generación de peróxidos, con lo cual se evitó la formación de peróxidos, así como el enranciamiento de las grasas, por lo tanto, el empleo de extracto de romero como antioxidante tuvo un efecto benéfico sobre el retardo del enranciamiento de las grasas en el producto, contribuyendo a que solo permaneciera en el periodo de inducción.
- Gracias al análisis estadístico de este parámetro se pudo visualizar claramente que los factores que tuvieron influencia sobre el comportamiento de las muestras fueron los días de almacenamiento y la concentración de antioxidante, dejando totalmente fuera a la temperatura; factor que no ejerció efecto significativo, en los resultados obtenidos.
- De igual forma se pudo verificar que la concentración de antioxidante con la que se presentó menor índice durante el periodo de almacenamiento fue de 0.05%. pero debido a que la diferencia que muestra en comparación con las concentraciones de 0% y 0.01%, económicamente hablando es conveniente el uso de la concentración 0.01%, ya

que con ello se asegura la preservación de las grasas sin utilizar grandes cantidades de antioxidante.

- Finalmente por medio de la prueba hedónica realizada se observó de forma general que el producto fue del agrado de los jueces, resultado que permitió obtener un estudio integral en el desarrollo del presente proyecto.

## 5. RECOMENDACIONES Y PERSPECTIVAS DE INVESTIGACIÓN EN EL TEMA

- Las determinaciones de textura son complicadas debido a que las mediciones dependen de distintos factores como son: cantidad de muestra, homogeneidad, manejo de la misma, se recomienda, fijar la cantidad de muestra en cuanto a peso o volumen para evitar variaciones, así como tener un cuidadoso manejo de la muestra evitando afectar lo sólido o fluido de la misma, tratando de cizallarla lo menos posible.
- La medición de estabilidad del producto es una recomendación que permitiría observar de manera más directa el efecto de la concentración de las grasas en los parámetros texturales y de consistencia en cuanto a demostrar que el producto es estable a condiciones como temperatura, luz, separación de fases, resequedad en la superficie, entre otras características.
- Haciendo referencia al índice de peróxidos es recomendable manejar un periodo más prolongado de almacenamiento para corroborar que efectivamente nunca se alcanzó el período de inducción y propagación de peróxidos (deterioro de las grasas), para lo cual es imprescindible el uso de un antimicrobiano, que evite el crecimiento de microorganismos.
- De igual manera también se propone que la determinación de índice de peróxidos se efectúe por una técnica alternativa que permita comparar los resultados obtenidos y presenten mayor confiabilidad, tales como la prueba de Totox, ácido tiobarbitúrico u otras.
- Así mismo se sugiere manejo de cinco temperaturas distintas como mínimo para lograr la obtención de  $E_a$  (Energía de activación) por medio de la ecuación de Arrhenius, y con ello poder valorar de forma más específica la influencia de la temperatura sobre la rancidez en dicho producto y de ahí poder calcular la vida de anaquel del producto a diferentes condiciones de almacenamiento.
- Se recomienda el uso de algún saborizante o reforzador de sabor que presente mayor afinidad a la materia grasa que le permita resaltar las características de olor y sabor del producto.
- Se reitera la necesidad de mantener constante la temperatura del producto al realizar evaluaciones sensoriales, pues este factor presenta influencia en como se aprecia el sabor y la consistencia, pudiendo originar resultados erróneos.



- También se recomienda la selección de dos formulaciones de mantequilla que permitan la comparación de las características que presentan cada una, para poder realizar más pruebas sensoriales que le atribuyan mayor confiabilidad a este aspecto de evaluación.
- Se propone el uso de otros antioxidantes naturales para verificar cual es el más conveniente en este tipo de productos, promoviendo el uso de extractos naturales en el productos lácteos y no solo en cárnicos, tomando en cuenta que el costo de estos será una determinante en la elección de uso.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Allen, K. E., Dickinson, E., Murray, B., (2006), Acidified sodium caseinate emulsion foam containing liquid fat: A comparison with whipped cream, *Food Science and Technology*, 39: 225,234
- Alvídrez, M. A., González, M. B., Jiménez, S. Z., (2002), Tendencias en la producción de alimentos: alimentos funcionales, *Revista de Salud Pública y Nutrición*, 3 (3): 9-15
- Amándola, M. R., (2000), El sector lechero mexicano ante un panorama cambiante en lo Nacional e Internacional. La Ganadería en México: Globalización, políticas, regiones y transferencia tecnológica. Universidad Autónoma Chapingo, Edo., de México., 7-12
- Anzaldúa. M. A., (1994), "La Evaluación Sensorial de los Alimentos en la teoría y la práctica". Acribia. Zaragoza, España pp. 21-23, 67-76.
- Badui, D. S., (2006), "Química de los Alimentos", Pearson Educación, 4ª ed. : 426-530.
- Belitz, H. D., (1997), "Química de los Alimentos", Editorial Acribia, 2ª ed. : 537-564
- Beltrán, E. J., (1981), "Leche y Productos Lácteos", Editorial Acribia, 3ª ed.: 236-239
- Bionils: Productos biotecnológicos. (2009), Ficha técnica de monoglicéridos destilados (en línea). Chile, Consultado en Noviembre de 2009. Disponible en <http://bionils.com/fichamonodestilados>
- Boode, K., Walstra, P., (1993), Partial coalescence in water in oil emulsions. Nature of aggregation, *Colloids and Surfaces*, 81: 121-137
- Briceño, J. V., (2005), Comparación de las características químicas, físicas y perfil de ácidos grasos de los aceites de seje, oliva, maíz y soja, *Revista de la Facultad de Agronomía*, 31: 109-119
- Casas Alencáster N.B., Ramírez Ortiz Ma. E. (2001). Reología y textura de materiales biológicos. En *Apuntes del seminario de titulación para carrera de ingeniería en alimentos, Módulo I, Propiedades Texturales*. Departamento de Ingeniería y Tecnología
- Carrero, J.J., Bautista, E. M., L., Baró, J., Fonollá, J. J, Boza, J.J., López, H. E., (2005), Efectos cardiovasculares de los ácidos grasos omega-3 y alternativas para incrementar su ingesta, *Nutrición Hospitalaria*, 20(1):63-69

- Che-Man, Y., Jaswir, L., (2000), Effect of rosemary and sage extracts on frying performance of refined, bleached and deodorized (RBD) palm olein during deep-fat frying. *Food Chemistry*, 69: 301-307.
- Codex Stan A-1-1971, Norma del Codex para Mantequilla. Especificaciones Sanitarias.
- Dilac, S.A. C.V., 2009, Hoja de especificaciones técnicas de grasa butírica (en línea) México, Consultado en Noviembre de 2009. Disponible en <http://www.dilac.com.mx>.
- Esquivel, F. G., (2008), Lácteos como alimentos funcionales y su papel en la prevención de algunos padecimientos, *Revista de Salud Pública y Nutrición*, 27(1):22-25
- Farré, R. R., (2005), Interés de la leche y otros derivados lácteos en la alimentación humana, *Revista Distribución y Consumo*, 23(1): 117-119.
- Fennema, O.R., (1993), "Química de los Alimentos", Editorial Acribia, España:295 – 297
- Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2003, Report of a Joint Expert Consultation: Diet, Nutrition and the prevention of chronic diseases (en línea). Consultado en Noviembre de 2009. Disponible en [www.fao.org/](http://www.fao.org/)
- Gallardo, J. L., 2007, "Situación económica de la producción de leche de bovino", Mc Graw Hill, México:18-22.
- Jadhav S. J., Nikbalkar, S. S., Kulkarni, A. D. Y madhavi, D.L., (1996), Lipid oxidation in biological and foods systems. Marcel Dekker, Nueva York,: 5-64
- Hamilton, R.J., (1994), "The chemistry of rancidity in foods". Champan and Hall, Londres, Gran Bretaña: 1-21.
- Hirasa, K., Takemasa, Y., (2002), "Spice Science and Technology". M. Marcel Dekker, Inc: 212-218.
- Hui, Y.H., (1996), "Baileys Industrial Oil & Fat Products". 5ªed. Vol. 1. John Wiley & Sons Inc. New York : 408-409.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía, (2009), Información estadística de Sectores Económicos: Agricultura, Ganadería, Silvicultura y Pesca (en línea). Consultado en Noviembre de 2009. Disponible en <http://www.inegi.org.mx>
- Lalas, S., Dourtoglou, V., (2003), Use of rosemary extract in preventing oxidation during deep-fat frying of potato chips, *Journal of American Oil Chemists' Society*, 80, 579-583.

- Lobato, C., (1998), Efecto de distintos tipos de grasas y sustitutos de grasa sobre la microestructura y las características texturales, instrumentales y sensoriales de análogos de queso, *Tesis de Doctorado en Ciencias Biológicas. Universidad Autónoma Metropolitana: 42-58.*
- Mahan, L., Escott, S., (2001). "Nutrición y dietoterapia de Krause", McGraw Hill Interamericana. 10ª ed.: 189-196.
- Malaysian Palm Oil Council, (2004), Palm Oil Industry (en línea). Consultado en Noviembre de 2009. Disponible en <http://www.mpoc.org.my/>
- Mc Clements, D. J., (2003), Food Emulsions: Principles, Practice, and Techniques, CRC Press, Boca Raton, Florida: 232-234.
- Mc Clements, D. J. (2000), Lipid oxidation in oil-in-water emulsions: impact of molecular environment on chemical reactions in heterogeneous food systems. *Journal of Food Science*, 65(8): 270-282.
- Mcmurry, J.,(2000), "Química Orgánica", Thomson Internacional, 5ª ed, México: 337-342
- Montgomery, D. C.(2003), "Applied Statistics and Probability for Engineers, Wiley, 3ªed.: 210-234.
- New Zealand Milk Products (2009). Características fisicoquímicas de la grasa butírica anhidra (en línea). México, Consultado en Noviembre de 2009. Disponible en <http://www.nzmp.com>
- Nogala, K., M., (2005), "Changes in antioxidant activity and free radical scavenging potential of rosemary extract and tocopherols in isolated rapeseed oil triacylglycerols during accelerated tests", *Food Chemistry*, 93(2): 227-23
- Norma Oficial Mexicana NOM-111-SSA1-1994, Bienes y Servicios. Método para la cuenta de mohos y levaduras en alimentos.
- Norma Oficial Mexicana NOM-184-SSA1-2002, Productos y Servicios. Leche, fórmula láctea y producto lácteo combinado. Especificaciones técnicas.
- Norma Oficial Mexicana NOM-243-SSA1-2005, Productos y Servicios. Leche, fórmula láctea, producto lácteo combinado y derivados lácteos. Disposiciones y especificaciones sanitarias. Métodos de prueba.
- Palanca, V., Rodríguez, E., Señoráns, J., Reglero, G., (2006), Bases científicas para el desarrollo de productos cárnicos funcionales con actividad biológica combinada, *Nutrición Hospitalaria*, 21(2):199-202
- Poclani S.A., (2009), Hoja de especificaciones técnicas de oleína de palma (en línea): Consultado en Noviembre de 2009. Disponible en: <http://www.poclani.com>.

- Primo, Y. E., (1998), "Química de Alimentos". Síntesis. España: 198-205
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (2009), Ganadería: Situación actual de la producción de leche de bovino en México (en línea). México, Consultado en Noviembre de 2009. Disponible en <http://www.sagarpa.gob.mx>.
- Sedó, P., (2001), Alimentos funcionales: Análisis general acerca de las características químico-nutricionales, desarrollo industrial y legislación alimentaria. *Revista Costarricense de Salud Pública*, 10, 18-19.
- Shane, N.D. (2006), Application of emulsifiers/stabilizers in dairy products of high rheology. *Advances in Colloid and Interface Science*, 123: 433-437
- Solis, A., (2006), Extracto de Romero: El Manejo Natural de la Oxidación, *Industria alimentaria, Noviembre-Diciembre, 12(6): 40-42*
- Tiemeyer, S., (2009), Effect of Surface Charge Distribution on the Adsorption Orientation of Proteins to Lipid Monolayers. *American Chemical Society*, 10(2):121-126
- Trautwein, E. A., (2002), N-3 fatty acids: physiological and technical aspects for their use in food. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 103:45-55.
- United States Department of Agriculture (2009). Tabla de composición de alimentos (en línea) . Consultado el 27 de noviembre de 2009. Disponible en <http://www.nal.usda.gov>
- Pearson, D., (2001), "Laboratory Techniques in Food Analysis", Butterworth and Co. London. Inglaterra.
- Procuraduría Federal del Consumidor (2009), Revista del Consumidor: Mantequillas y margarinas, ¿no todas las son? (en línea). México, consultado en Noviembre de 2009. Disponible en <http://www.profeco.gob.mx/revista/revista.asp>
- Valenzuela, A y Nieto, S., (1995), Los antioxidantes: protectores de la Calidad en la Industria Alimentaria. *Aceites y Grasas*. Septiembre, 310-321
- Van Aken, G. A., (2001), Aeration of emulsions by whipping, *Colloids and Surfaces*, 190: 333-354.
- Vazan S., Elzen H., (2007), Romero: una solución natural, *Énfasis Alimentación*, 72(1):1-2
- Vega, C., (2006), Diseño de microestructura en crema batida, *Revista Mundo Lácteo y Cárnico*, 98(2): 12:18
- Veisseyre, R., (1988). "Lactología técnica", Acribia, España: 72- 96
- Villee, C.A., (2003), "Biología", Mc Graw Hill, México: 44-47

Yeannes, M. I., (2001), Evaluación sensorial aplicada a la investigación, desarrollo y control de la calidad en la industria alimentaria, Centro de Información Científico Técnico, Acribia, España: 79-94

## ANEXOS

## Hoja de Especificaciones de Grasa Butírica Anhidra



## Grasa Butírica Anhidra (AMF)

AMF de NZMP imparte un sabor lácteo natural con calidad cremosa, a productos que requieren una fuente de grasa de alta calidad.

AMF de NZMP es una grasa de leche pura, producida por medio de la separación e inversión de crema fresca lo que la hace favorecida por su frescura y cualidades que mantienen lo natural.

### CARACTERISTICAS DEL PRODUCTO

- Elaborada a partir de 100% crema pura
- Imparte sabores lácteos al producto
- Totalmente libre de aditivos
- Disponible todo el año
- Se produce en una planta de procesamiento sofisticado para asegurar la consistencia del producto
- Excelente vida de anaquel en empaque de calidad
- Se requiere en menor cantidad que productos acuosos

### USOS SUGERIDOS

AMF de NZMP es particularmente adecuada para la fabricación de leche recombinada y productos lácteos.



*New Zealand... making it happen!*

INFORMACION Y ASISTENCIA CONTACTE

DE NZMP MÁS CERCANA

Es también recomendada para la manufactura de:

- Productos de panificación
- Productos de confitería
- Helados

### COMPOSICION TIPICA

Energía	3700 kJ/100g
Grasa	99.9%
Humedad	0.1%

### ANALISIS QUIMICO TIPICO

Acidos grasos libres (como % ácido oleico)	0.2
Valor de peróxido (meq O <sub>2</sub> /kg)	0.2

### PROPIEDADES FISICAS

Punto de fusión (Mettler)	31-34°C
Sabor	Puro, limpio, butírico

### EMPAQUE

Se dispone de cinco presentaciones para la exportación:

PARA MAYOR  
A SU OFICINA

Aunque la información y sugerencias contenidas en este boletín se basan en información que es correcta a nuestro entender, esto no representa ningún tipo de garantía por parte de NZMP y sus subsidiarias, aliados, proveedores y distribuidores salvo que el producto cumple con la especificación vigente. El comprador o lector debe determinar por sí mismo si la información, fórmulas, productos y procesos sugeridos son adecuados para sus fines. La información y sugerencias como se describen no constituyen un permiso para violar una patente ni una garantía para no infringir alguna patente. Por favor tome nota que algunos productos y aplicaciones pueden no estar disponibles en su región, su oficina NZMP puede confirmar el rango de posibilidades.

(continuación)

**Información**

1. Latas con tapa sellada, recubiertas con película de resina grado alimenticio. Los pallets contienen 75 latas c/u o 750 latas por contenedor de 20 pies.

Peso neto	20.0kg
Peso bruto	21.5kg
Volumen	- por pallet 2.793m <sup>3</sup> - por lata 0.023m <sup>3</sup>

2. Cajas de fibra de cartón corrugado con película de polietileno interna. No utilizan grapas ni cierres metálicos. Un total de 672 cartones se cargan por contenedor refrigerado estándar de 20 pies.

Peso Neto	25.0kg
Peso Bruto	25.7kg
Volumen	0.031m <sup>3</sup>

3. Tambores con tapa sellada, recubiertos con resina de grado alimenticio y gasificados con nitrógeno. Los pallets contienen de 6 a 8 tambores u 80 tambores por contenedor de 20 pies.

Peso Neto	210kg
Peso Bruto	226.8kg
Volumen - por tambor	0.255m <sup>3</sup>

4. Recipiente de fibra de cartón de 1000kg, resistente a la intemperie y que contiene en su interior una bolsa metálica plástica-laminada de polietileno incorporando una barrera contra luz y oxígeno. Esta unidad contiene un elemento de calentamiento que permite derretir el AMF antes de su uso.

Peso Neto	1000kg
Peso Bruto	1075kg
Volumen (incluye pallet)	1.46m <sup>3</sup>

Cada pallet contiene un recipiente de cartón o 20 recipientes por contenedor estándar de 20 pies.

5. Recipiente reciclable de 1250kg de acero galvanizado "Goodpack", con paredes que se doblan hacia abajo.

Cada unidad contiene en su interior una bolsa metálica plástica-laminada de polietileno incorporando una barrera contra luz y oxígeno. Esta unidad contiene un elemento de calentamiento que permite derretir el AMF antes de su uso.

Peso Neto	1250kg
Peso Bruto	1365kg
Volumen (incluye pallet)	1.79m <sup>3</sup>

**ALMACENAMIENTO Y MANEJO**

El AMF se puede transportar y almacenar sin refrigeración sin embargo, la vida de anaquel dependerá de la temperatura a la que se almacene. Para mantener la calidad se recomienda que el producto se almacene en un área seca y fresca fuera del alcance de la luz directa del sol. NZMP recomienda que se almacene el AMF por debajo de 25°C.

Si se siguen las condiciones descritas y no se rompe el sello, el AMF será un ingrediente lácteo adecuado hasta 12 meses después de su fecha de fabricación.

**ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD**

Durante la fabricación del producto se siguen los más estrictos controles de calidad. El medio ambiente de fabricación también está sujeto a estrictos controles y monitoreo.

Cada lote de producción es muestreado y analizado bajo parámetros físicos, químicos, microbiológicos y sensoriales; usando los procedimientos reconocidos internacionalmente.

Durante el almacenamiento y transporte, se toman las debidas precauciones para asegurar que la calidad del producto se mantenga. Cada saco es rotulado individualmente para permitir su identificación inmediata y conocimiento de su historial.

P101.04.0301



## Hoja de especificaciones de Sólidos de Mantequilla

# Sólidos de Mantequilla

BOLETÍN DE PRODUCTO

PB 063  
Versión 1.0004

Los Sólidos de Mantequilla NZMP de Fonterra es un producto lácteo natural, obtenido mediante el secado por aspersión del suero que resulta de la fabricación de productos de crema.

### CARACTERÍSTICAS DEL PRODUCTO

- Excelente solubilidad
- Buena vida de anaquel
- Contenido uniforme de grasa
- Alto contenido de fosfolípidos
- Buenas propiedades Emulsificantes
- Bajo contenido de sal
- Bajo contenido de termo filos
- Proporciona un sabor cremoso
- Libre de aditivos

### USOS SUGERIDOS

- Productos lácteos recombinados como leche evaporada y leche dulce condensada
- Productos tratados UHT
- Productos cultivados
- Helados
- Chocolate
- Margarina
- Aderezos y dips
- Productos de Panadería

### EMPAQUE

El empaque estándar consiste de sacos con paredes múltiples y bolsa interna de polietileno sellada al calor. No se utilizan grapas o cierres metálicos

Peso Neto	25.0 kg
Peso Bruto	25.4 kg

### MANEJO Y ALMACENAMIENTO

Los Sólidos de Mantequilla NZMP deberán mantenerse en un lugar fresco, seco y ventilado. Se recomienda almacenar el producto a temperaturas menores a 25°C, humedades relativas por debajo de 65% y libres de olores. La rotación del producto deberá hacerse antes de 24 meses a partir de la fecha de fabricación.

### ANÁLISIS DE COMPOSICIÓN TÍPICA

Proteína (N x 6.38) (g/100g)	31.0
Humedad (g/100g)	3.8
Grasa (g/100g)	7.8
Carbohidratos Totales (g/100g)	50.0
Ceniza (g/100g)	7.4
Fosfolípidos (% of fat)	21%
Acidez Titulable	<0.15%
Sustancias Inhibitorias (IU/ml)	<0.005



Fonterra Co-operative Group Limited (Fonterra) and its subsidiaries, affiliates, agents, suppliers and distributors make no representations or warranties of any kind as to the accuracy, adequacy, or completeness of any information and/or opinions contained in this document or that they are suitable for your intended use. The information and/or opinions contained in this document may be changed at any time without notice. Nothing contained in this document should be construed as permission to infringe any intellectual property right or as a warranty of non-infringement of any intellectual property right. Please note that some products and applications may not be available and/or admissible.

## ANEXO 2

Para poder obtener el porcentaje de humedad y grasa mediante las técnicas mencionadas en el cuadro 10, se recurrió a realizar los siguientes cálculos:

$$\% \text{Humedad} = \frac{M_2 - M_1}{M_2} \times 100$$

$M_2$  = Masa en gramos de la muestra.

$M_1$  = Masa en gramos de la muestra después de secar.

$$\% \text{Grasa} = \frac{M_2 - M_1}{M_2} \times 100$$

$M_2$  = Masa en gramos de la muestra.

$M_1$  = La diferencia entre la masa en gramos de la muestra extraída antes de secar y la masa en gramos de la muestra después de secar.

### Cálculo para la determinación de índice de peróxidos

$$I.P. = \frac{(A - B) \times 80 \times N}{P}$$

I.P. = Índice de Peróxidos.

A = Cantidad de ml. de tiosulfato de Na 0.01N gastados en la muestra.

B = Cantidad de ml. de tiosulfato de Na 0.01N gastados en el blanco o testigo.

P = Gramos de muestra.

80 = miliequivalentes de tiosulfato de Na.