



---

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA**

**DE MEXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES**

**CUAUTITLAN**

**ELABORACIÓN DE QUESO TIPO PETIT-SUISSE REDUCIDO EN  
LACTOSA, GRASA Y CALORÍAS, SABOR MANZANA-PERA.**

**TESIS**

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:**

**INGENIERA EN ALIMENTOS**

**PRESENTAN:**

**ITZEL GUADALUPE PÉREZ QUIJANO**

**NANCY ALEJANDRA GÜEMEZ HERNÁNDEZ**

**ASESORA: DRA. SARA ESTHER VALDÉS MARTÍNEZ**

**CO ASESOR: DRA. CAROLINA MORENO RAMOS**

**CUAUTITLAN IZCALLI, EDO. DE MEX.**

**2013**



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 CUAUTITLÁN  
 UNIDAD DE ADMINISTRACIÓN ESCOLAR  
 DEPARTAMENTO DE EXÁMENES PROFESIONALES

U. N. A. M.  
 ASUNTO: VOTO APROBATORIO  
 SUPERIORES CUAUTITLÁN

DRA. SUEMI RODRÍGUEZ ROMO  
 DIRECTORA DE LA FES CUAUTITLÁN  
 PRESENTE



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

Con base en el Art. 28 del Reglamento de Exámenes Profesionales nos permitimos comunicar a usted que revisamos la: Tesis  
Elaboración de queso tipo petit-suisse reducido en lactosa, grasa y calorías, sabor manzana-pera

Que presenta la pasante: Itzel Guadalupe Pérez Quijano  
 Con número de cuenta: 303871758 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 ESPÍRITU"  
 Cuautitlán Izcalli, Méx. a 26 de noviembre de 2012.

PROFESORES QUE INTEGRAN EL JURADO

	NOMBRE	FIRMA
PRESIDENTE	Dra. Sara Esther Valdés Martínez	
VOCAL	I.B.Q. Leticia Figueroa Villarreal	
SECRETARIO	M. en C. Julieta González Sánchez	
1er SUPLENTE	M. en C. Araceli Ulloa Saavedra	
2do SUPLENTE	I.A. Alberto Solís Díaz	

NOTA: los sinodales suplentes están obligados a presentarse el día y hora del Examen Profesional (art. 120).  
 HHA/pm



FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN  
 UNIDAD DE ADMINISTRACIÓN ESCOLAR  
 DEPARTAMENTO DE EXÁMENES PROFESIONALES

U.N.A.M.  
 ASUNTO: VOTO APROBATORIO  
 SUPERIORES CUAUTITLÁN

DRA. SUEMI RODRÍGUEZ ROMO  
 DIRECTORA DE LA FES CUAUTITLÁN  
 PRESENTE



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

Con base en el Art. 28 del Reglamento de Exámenes Profesionales nos permitimos comunicar a usted que revisamos la: Tesis  
Elaboración de queso tipo petit-suisse reducido en lactosa, grasa y calorías, sabor manzana-pera

Que presenta la pasante: Nancy Alejandra Güemez Hernández  
 Con número de cuenta: 406087833 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 ESPÍRITU"  
 Cuautitlán Izcalli, Méx. a 26 de noviembre de 2012.

PROFESORES QUE INTEGRAN EL JURADO

	NOMBRE	FIRMA
PRESIDENTE	Dra. Sara Esther Valdés Martínez	
VOCAL	I.B.Q. Leticia Figueroa Villarreal	
SECRETARIO	M. en C. Julieta González Sánchez	
1er SUPLENTE	M. en C. Araceli Ulloa Saavedra	
2do SUPLENTE	I.A. Alberto Solís Díaz	

NOTA: los sinodales suplentes están obligados a presentarse el día y hora del Examen Profesional (art. 120).  
 HHA/pm

## AGRADECIMIENTOS

*Primero que nada queremos agradecer a la Universidad Nacional Autónoma de México por haber permitido formarnos profesionalmente en la mejor Universidad para poder lograr ser las Ingenieras que ahora somos; también agradecemos a profesores y compañeros que pusieron su granito de arena para lograr esta meta.*

*A la Dra. Sara Valdés por ser la asesora de este proyecto; a la Dra. Carolina Moreno por su gran paciencia, asesoría y consejos; a la Dra. Rosalía Meléndez por que siempre estuvo ahí para echarnos la mano desde el principio hasta el final, ya que nos resolvía las dudas por mas tontas que parecieran; al M. en C. Víctor Avalos por el material proporcionado para realizar nuestro proyecto, por resolver nuestras dudas; al Ing. Arturo López por proporcionarnos la información que tanto necesitamos para realizar nuestra tesis; a la Ing. Zaira Guadarrama y a la Dra. María Eugenia Ramírez por brindarnos un poco de su tiempo para ayudarnos con sus asesorías; a la I.B.Q. Leticia Figueroa, M. en C. Julieta González, M. en C. Araceli Ulloa y al I.A. Alberto Solís por las asesorías dadas para poder dar el visto bueno a este trabajo, gracias por su tolerancia y por el tiempo que nos brindaron. En general a nuestros profesores, gracias por formarnos, por sus consejos, por esa gran presión que ejercían sobre nosotras, por compartir sus experiencias.*

*Al igual que un agradecimiento especial a las empresas que sin su ayuda no hubiéramos logrado hacer este trabajo como lo son Brenntag, Alpura, DSM, Enmex, Sensiet Flavors, La Florida y CPIngredientes; gracias a la Ing. Mariana Bravo, M. en C. Víctor Avalos, Ing. Juan Carlos Hernández, Ing. José Vargas y a todos los que colaboraron para hacer este trabajo de antemano muchas gracias.*



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO

*“Por mi raza, hablara el espíritu.”*

*“Nunca consideres el estudio como una obligación, sino como una oportunidad para penetrar en el bello y maravilloso mundo del saber”  
Albert Einstein.*

## DEDICATORIAS

*“El futuro tiene muchos nombres. Para los débiles es lo inalcanzable. Para los temerosos, lo desconocido. Para los valientes es la oportunidad.”*

Víctor Hugo

*Primero que nada quiero agradecerle a Dios por toda aquella paciencia y fuerza que me dio y todas las veces que lo nombre cuando: se te terminó la tinta para imprimir, no encontrábamos a nuestra asesora, olvidamos guardar el archivo cuando le hicimos algunos cambios, las largas horas que pasamos haciendo el índice entre muchos otros inconvenientes, así como también por las alegrías y logros que permitiste que tuviera al terminar este proyecto.*

*A mis padres Enrique Pérez Mesamberg y Guadalupe Quijano García por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, por la presión que me metían cuando me decían ya para cuando esa tesis jaja, pero más que nada, por su amor y paciencia que siempre me han demostrado, yo también los amo.*

*A mi hermana Yolotzin por ser el ejemplo de una hermana mayor y de la cual aprendí muchas cosas y que siempre estuvo ahí en los momentos difíciles apoyándome y diciéndome tú puedes hacerlo. Te amo hermanita.*

*A mi esposo Christian Rodríguez Vences Por ser una persona excepcional. Quien me ha brindado su apoyo incondicional y ha hecho suyos mis preocupaciones y problemas. Gracias por tu amor, paciencia y comprensión.*

*A mi bebe hermoso Emiliano eres la cosa mas hermosa de mi vida tu fuiste un motor en este proyecto desde que supimos que venias en camino eso me impulso para echarle todas las ganas del mundo para lograr este trabajo, te amo mi precioso tesoro.*

*A Nancy amiga muchas gracias sin tu apoyo no hubiéramos podido alcanzar esta meta la verdad tu siempre estuviste ahí diciéndome “¿Cuándo vamos a hacer esto?, Ya tenemos que ir a ver a la doctora.” O cosas así, se que muchas de las cosas las hiciste sin mi ayuda pero muchas gracias amiga, se te quiere y sabes que no se acaba aquí esto sino que siempre me tendrás a tu lado para lo que sea.*

*Gracias a todas esas personas que me ayudaron con dudas o simplemente diciéndome ya para cuando esta esa tesis, verdad Mariana, Eli, Pamela, Blanca, Marilú, Daniela, muchas gracias por seguir ahí siempre las quiero muchote.*

*Todos aquellos familiares y amigos que no recordé al momento de escribir esto. Ustedes saben quiénes son. Gracias a todos los que han estado en mi vida porque juntos han hecho algo de bien para mi, mil jiiiiiiiiGRACIAS!!!!!!*

**Itzel.**

## **DEDICATORIAS.**

*Primero quiero agradecerle a **Diosito y la Virgencita** por permitirme llegar hasta el final en este gran sueño, por darme fuerza, paciencia, por darme esos momentos difíciles que me permitieron crecer como persona y por las grandes alegrías.*

*Gracias a **mi mamá y a mi papá** que son las personas que mas admiro por que a pesar de todas las adversidades que hemos pasado como familia lo superamos juntos, me han enseñado a superar los obstáculos mas difíciles y aprender de ellos, a no darme por vencida siendo mejor cada día. Gracias mamá por tu enorme nobleza, por tu cariño, la confianza y por consentirme tanto. Gracias papá por ser tan duro y exigente me hicieron una persona valiente, fuerte, ambiciosa y por tu cariño. Y por darnos todo lo mejor y luchar por nosotros a pesar de las situaciones tan difíciles. A los dos los amo mucho y jamás voy a dejar de agradecerles por cuidarme y enseñarme.*

*Gracias hermanito **Luis** por seguir con nosotros a pesar de todo, te amo mucho y siempre me vas hacer falta y por darme esa hermosa sobrinita que amo tanto, mi **Eimy** que también fuiste mi motor para que me terminará mi tesis.*

***Ericka, Ivan, Beto, Mary y Pepe** mis primos-hermanitos, gracias por escucharme, cuidarme y estar conmigo en momentos tan difíciles los quiero mucho y por los momentos maravillosos llenos de risas. A mi tía-prima **Laura** jajaja, por escucharme y ayudarme cuando más lo he necesitado, te quiero mucho.*

*A mi tíos **Meme, Viole, Beto, Magda, Marcela, Toño**; gracias pro que estuvieron en momentos difíciles, les agradezco por que me cuidaron como si fuesen mis papás, los quiero mucho.*

***Edgar**, gracias por escucharme y aconsejarme por hacerme volver a soñar, a confiar, por tu nobleza y paciencia. Se que ha habido momentos muy difíciles entre los dos, pero quiero seguir teniéndote en mi vida, así que vamos a echarle ganas. Gracias también por ser mi mejor amigo te quiero mucho.*

*A mis grandes amigos **Jorge, Andy, Lupe, Maña, Linda, Pepe, Alondra, Lys, Are, Eli, Pam**; por apoyarme en cada momento, por los momentos de risas, fiestas, por su cariño, por que también ustedes me han enseñado y aconsejado, los quiero mucho, deseo que estén en mi vida para siempre. **Víctor** te agradezco por ser mi profesor, amigo; tus grandes consejos, apoyo y por decirme para cuando la tesis. Al **Ing. Arturo López** gracias por escucharme y por tus grandes consejos.*

***Itzel** gracias amiga por tu gran esfuerzo para nuestro proyecto, por tu creatividad y grandes ideas; se que el camino fue difícil pero gracias a que las dos nos presionábamos una a la otra lo logramos!!! Te quiero mucho.*

*A mis nuevos amigos **Hugo, Eri, Yamilet, Vero, Oli, Nes** les agradezco su apoyo y consejos.*

**Gracias, los quiero mucho**

**Nan.**

## INDICE

Índice de Cuadros.....	IV
Índice de Gráficas.....	IV
Índice de Figuras .....	V
Índice de Diagramas.....	V
RESUMEN.....	VI
INTRODUCCION.....	7

## CAPITULO I. ANTECEDENTES..... 9

1.1. Generalidades de la leche.....	9
1.1.1. Propiedades fisicoquímicas de la leche.....	9
1.1.2. Características organolépticas.....	10
1.1.3. Definición de lactosa y lactasa.....	12
1.1.4. Beneficios de la lactasa.....	13
1.1.5. Vitaminas y minerales de la leche.....	13
1.2. Consumo de leche a nivel mundial.....	14
1.2.1. Producción a nivel nacional de la leche y productos lácteos.....	15
1.3. Obesidad y sobrepeso en México .....	17
1.4. Intolerancia a la lactosa en México.....	19
1.5. Quesos.....	21
1.5.1. Definición tecnológica.....	22
1.5.2. Fabricación de los quesos.....	23
1.5.3. Cambios posteriores después de la fabricación.....	27
1.5.3.1. Sinéresis.....	27
1.5.4. Características organolépticas.....	28
1.5.4.1. Características organolépticas de los quesos sin fase de maduración... ..	29
1.5.5. Clasificación de los quesos.....	31
1.5.6. Definición de queso tipo Petit Suisse.....	34
1.5.7. Textura y reología de quesos tipo Petit Suisse.....	35
1.5.7.1. Definición de textura.....	35
1.5.7.1.1. Características táctiles.....	35
1.5.7.2. Definición de reología.....	37
1.5.7.2.1. Comportamiento reológico de fluidos.....	37
1.6. Envasado.....	39
1.6.1. Envase.....	40
1.6.2. Películas laminadas.....	40

## CAPITULO II. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN EXPERIMENTAL..... 41

2.1. Objetivos.....	41
2.1.1. Objetivo general.....	41
2.1.2. Objetivo particular 1.....	41

2.1.3. Objetivo particular 2.....	41
2.1.4. Objetivos particular 3.....	41
2.2. Justificación de variables.....	41
2.3. Cuadro metodológico.....	42

## **CAPITULO III. DESARROLLO METODOLOGICO..... 43**

3.1. Actividades preliminares.....	43
3.1.1. Análisis químico proximal y fisicoquímico de leche en polvo descremada.....	43
3.1.2. Análisis microbiológico de leche en polvo descremada.....	44
3.2. Actividades del objetivo particular 1.....	44
3.2.1. Proceso de queso tipo Petit Suisse reducido en lactosa, grasa y calorías sabor manzana pera.....	44
3.2.2. Descripción del proceso.....	47
3.2.3 Funcionalidad de los ingredientes.....	47
3.2.4. Diseño factorial 2x2.....	49
3.2.5. Prueba hedónica.....	50
3.2.6 Análisis químico proximal.....	52
3.2.7 Índice de sinéresis.....	53
3.2.8. Análisis de perfil de textura.....	53
3.2.9. Parámetros reologicos.....	54
3.2.10. Análisis microbiológico.....	54
3.3. Actividades del objetivo particular 2.....	55
3.3.1. Evaluación sensorial.....	55

## **Capitulo IV. Resultados y discusión..... 56**

4.1. Análisis químico proximal y fisicoquímico de la leche descremada en polvo.....	56
4.2. Análisis microbiológico de leche descremada en polvo.....	56
4.3. Actividad 1. Planteamiento de formulaciones.....	57
4.4. Actividad 2. Evaluación sensorial.....	57
4.5. Actividad 3. Análisis químico proximal y fisicoquímico.....	58
4.6. Actividad 4. Índice de sinéresis.....	61
4.7. Actividad 5. Perfil de textura.....	62
4.8. Actividad 6. Parámetros reologicos.....	67
4.9. Actividad 7. Análisis microbiológicos.....	71
4.10. Actividad 8. Rendimiento quesero.....	72
4.11. Actividad 9. Diferencia de los parámetros sensoriales del queso tipo Petit Suisse experimental y comercial.....	73
4.12. Actividad 10. Selección y diseño de envase.....	76

## **CONCLUSIONES..... 78**

## **RECOMENDACIONES..... 79**

Anexo 1. Factores de conversión par el cálculo del contenido calórico .....	80
Anexo 2. Gráficas de textura del queso comercial y experimental .....	81
Anexo 3. Ficha técnica del envase.....	83
BIBLIOGRAFÍA.....	84

## **Índice de Cuadros.**

Cuadro 1. Composición química de la leche de vaca .....	9
Cuadro 2. Características fisicoquímicas de la leche .....	10
Cuadro 3. Producción Industrial de leche y derivados lácteos .....	17
Cuadro 4. Técnicas para el análisis químico proximal y fisicoquímico de la leche en polvo.....	43
Cuadro 5. Técnicas para le análisis microbiológico de la leche en polvo. ....	44
Cuadro 6. Técnicas para el análisis químico proximal y fisicoquímico del queso tipo Petit Suisse.....	52
Cuadro 7. Análisis microbiológico del queso tipo Petit Suisse experimental .....	54
Cuadro 8. Resultados del análisis químico proximal y fisicoquímico de la leche en polvo.....	56
Cuadro 9. Resultados del análisis microbiológico de la leche en polvo .....	56
Cuadro 10. Posibles formulaciones del queso tipo Petit Suisse .....	57
Cuadro 11. Estadística del análisis químico proximal del queso tipo Petit Suisse experimental .....	59
Cuadro 12. Comparativo del queso experimental vs queso comercial .....	59
Cuadro 13. Estadístico del índice de sinéresis del queso comercial y el experimental .....	61
Cuadro 14. Estadístico de dureza del queso comercial y experimental.....	63
Cuadro 15. Estadístico de fuerza adhesiva del queso comercial y experimental.....	64
Cuadro 16. Estadístico de adhesividad del queso comercial y experimental.....	65
Cuadro 17. Estadístico de n (índice de comportamiento al flujo) del queso comercial y experimental .....	68
Cuadro 18. Estadístico de k (índice de consistencia) del queso comercial y experimental .....	69
Cuadro 19. Comparativo de los parámetros reologicos de los Quesos .....	70
Cuadro 20. Resultados del análisis microbiológico del queso Petit Suisse experimental .....	71

## **Índice de Gráficas.**

Gráfica 1. Consumo de leche a nivel mundial .....	14
Gráfica 2. Producción de leche periodo 2003-2011.....	16
Gráfica 3 .Producción lechera en 2010 .....	16
Gráfica 4. Representación gráfica del comportamiento de un fluido.....	38
Grafica 5. Resultados del sabor de las 4 formulaciones obtenidas .....	58
Gráfica 6. Grafica de caja del índice de sinéresis del queso comercial y el experimental .....	62

Gráfica 7 Grafica de caja de dureza del queso comercial y el experimental.....	63
Gráfica 8. Gráfica de caja de fuerza adhesiva del queso comercial y el experimental .....	65
Gráfica 9. Grafica de caja de adhesividad del queso comercial y el experimental.....	66
Gráfica 10. Curva de flujo de queso experimental.....	67
Gráfica 11. Curva de flujo de queso comercial.....	67
Grafica 12. Grafica de caja de n (índice de comportamiento al flujo) del queso comercial y el experimental.....	69
Gráfica 13. Gráfica de caja n (índice de consistencia) del queso comercial y el experimental .....	70
Gráfica 14. Resultado de la comparación del sabor del queso comercial vs experimental .....	74
Gráfica 15. Resultados de la comparación del olor del queso comercial vs experimental .....	74
Gráfica 16. Resultado de la comparación del color del queso comercial vs experimental .....	75

### **Índice de Figuras**

Figura 1. Características organolépticas de la leche .....	11
Figura 2. Desdoblamiento de la molécula de lactosa .....	13
Figura 3. Causas de la deficiencia de lactasa .....	20
Figura 4: Enfermedades causadas por la intolerancia a la lactosa.....	20
Figura 5. Características de los quesos de coagulación ácida. ....	30
Figura 6. Características de los quesos de coagulación enzimática.....	30
Figura 7. Características de los quesos de coagulación mixta .....	31
Figura 8. Características táctiles.....	35
Figura 9. Diseño factorial $2^2$ .....	49
Figura 10. Identificación por colores de las diferentes formulaciones.....	50
Figura 11. Formato para la prueba hedónica del queso tipo Petit Suisse.....	51
Figura 12. Formato para la prueba sensorial del queso tipo Petit Suisse .....	55
Figura 13. Capas de la película laminada .....	76
Figura 14. Diseño del envase tipo Sachet .....	77

### **Índice de Diagramas**

Diagrama 1. Cambios en el aroma “a cocido” durante el almacenamiento de la leche UHT .....	12
Diagrama 2. Proceso de elaboración de un queso fresco, condiciones aproximadas	23
Diagrama 3. Propiedades organolépticas del queso .....	28
Diagrama 4. Proceso tradicional del queso tipo “Petit Suisse” .....	45
Diagrama 5. Proceso del queso tipo Petit Suisse reducido en lactosa grasa y calorías sabor manzana-pera.....	46
Diagrama 6. Rendimiento del queso experimental .....	72

### **RESUMEN**

La leche, es un alimento producido por mamíferos hembra, es uno de los alimentos más completos rico en carbohidratos, grasas, proteínas, calcio y minerales, balanceado para la especie para quien esta dirigido. La leche no puede ser digerida por todos los seres humanos, por la falta de lactasa, que puede darse en niños y es común en más del 25% de los Latinoamericanos. La lactosa, azúcar de la leche, es un disacárido, fuente de glucosa y galactosa, esta última ayuda a la síntesis de cerebrósidos compuestos importantes en el desarrollo infantil. Tomando en cuenta que hay un mercado para productos funcionales, se decidió elaborar un queso tipo "Petit Suisse", deslactosado, con características similares a los productos en el mercado, el modelo realizado fue de sabor manzana-pera. Se realizaron 4 formulaciones diferentes, en base a un proceso tradicional, realizando cambios en la formulación del queso tipo "Petit Suisse" como la adición de la enzima lactasa para obtener un producto deslactosado, debido a que la consistencia y sabor de este podrían cambiar, por la modificación realizada, se eligieron como variables independientes la adición de la mezcla de goma guar y xantana en diferentes porcentajes (0.3% y 0.5%) ambas gomas en la misma proporción (50:50); así como la mezcla de edulcorantes (dextrosa, maltodextrina y sucralosa) (0.2% y 0.3%) para así resolver los problemas de consistencia y sabor respectivamente. Las cuatro formulaciones fueron estudiadas por medio de una prueba de preferencia, con un panel de jueces no entrenados de 100 niños con un intervalo de edades de 6 a 12 años de 1ero a 6to año; de una escuela primaria privada ubicada en el municipio de Cuautitlán Izcalli, del análisis de estos resultados, se obtuvo la formulación preferida a la cual se le realizaron pruebas de Análisis Químico Proximal, pruebas microbiológicas aplicando técnicas oficiales y realizando las determinaciones por triplicado. El análisis del producto terminado muestra la siguiente composición: 81.37% de Humedad, 12.05% CHOS, 5.16% de Proteínas, 0.92% de grasas y 0.5% de cenizas. Microbiológicas dentro de normatividad para productos similares NOM-121-SSA1-1994 Bienes y Servicios. Quesos: frescos, madurados y procesados. Especificaciones Sanitarias y de consistencia similares a los productos comerciales. De esta manera se puede concluir que se logró obtener el queso tipo Petit Suisse, el cual tuvo aceptación entre los consumidores potenciales. Un queso tipo "petit suisse" deslactosado bajo en calorías permitirá a las personas intolerantes a la lactosa, reducir los problemas y trastornos intestinales El producto desarrollado y junto con una dieta balanceada puede ayudar a la prevención de la obesidad.

### **INTRODUCCION.**

La leche es la secreción obtenida por hembras de los mamíferos (ganado bovino, ovino, caprino, hombre, entre otras) es uno de los alimentos más completos ya que es rico en carbohidratos, grasas, proteínas, calcio y otros minerales; es balanceado ya que esta destinado a cumplir con los requerimientos nutrimentales de las crías. La producción de esta y sus derivados es importante para la alimentación del ser humano, es un producto básico para el adecuado desarrollo físico y mental del mismo, por lo cual se ha hecho necesario estimular su producción, industrialización y comercialización (Alais, 1985).

La leche no es un producto que puede ser digerido por todos los seres humanos con la misma facilidad, debido a su baja actividad de lactasa intestinal. La lactosa, azúcar que esta presente en la leche de vaca, aunque es consumida como disacárido, no es absorbido como tal para que esto suceda esta debe desdoblarse en glucosa y galactosa, debido a que estos son utilizados como fuente de energía por el organismo; dicha hidrólisis es efectuada por la enzima lactasa, normalmente presente en el intestino delgado, si no ocurre este desdoblamiento conduce a que esta se fermente por la flora bacteriana del intestino produciendo gases y diarreas, (Alais, 1985). El 11% de la población mexicana según Terrez (2002), presentan problemas digestivos al ingerir menos de un vaso de leche, por lo que elimina o disminuye el consumo de ese producto, esto se debe a que no poseen lactasa.

La tendencia en el mercado lácteo es presentar productos de las mismas cualidades, sin modificar su composición pero con un bajo contenido de lactosa. Estos productos son conocidos comúnmente como “deslactosados” o “fácil digestión” (Koushik, 2010). La característica principal de estos alimentos es que una persona intolerante a la lactosa podrá consumirlos sin problema alguno (Rosales, 2005). Así como la intolerancia a la lactosa, la obesidad y el sobrepeso son un gran problema a nivel mundial, estas se definen como una acumulación anormal o excesiva de grasa que puede ser perjudicial para la salud. Un informe de la Organización Mundial de la Salud advierte que en México hay 32 millones de adultos con sobrepeso y obesidad, de los cuales cinco millones están en riesgo de convertirse en pacientes diabéticos en los próximos cinco años. Las causas de mortalidad más frecuentes en México están asociadas directamente al problema de la obesidad o del sobrepeso, especialmente la diabetes, los problemas cardiovasculares e incluso el cáncer. El 25 de enero del 2010, el presidente de México, Felipe Calderón, hizo oficial que México ocupa el primer lugar en obesidad infantil y adulta así como el primer lugar en diabetes infantil (Duran, 2010).

Muchas personas consumen comidas y bebidas bajas en calorías y no necesariamente porque estén a dieta. Un 68 por ciento de los consumidores de productos con menos calorías no hacen dieta. Para estas personas, estar “consientes del contenido de calorías” no significa que deseen controlar el peso o perder peso. Estas personas “sin dieta” usan productos estos como parte de llevar un estilo de vida saludable (Duran, 2010).

La aparición del queso en sociedades industrializadas en un sector de la población consciente de la dieta, ya ha abierto un mercado de diferentes quesos bajos en grasa

(15-18%) de diferentes variedades convencionales, para el mantenimiento de la calidad comestible, el cual es un requisito esencial en el futuro de este mercado (Scott, 1991).

Los quesos tipo Petit-Suisse son un queso fresco obtenido por coagulación de la leche, con consistencia fina y untuosa. Se elaboran con leche descremada pasteurizada, pueden ser naturales o con diferentes sabores, son productos muy nutritivos, por su considerable aportación de hidratos de carbono, calcio, otros minerales y vitaminas (Boletín de Alimentación Sana, 2005).

Un queso tipo “Petit Suisse” deslactosado bajo en calorías permitirá a las personas con intolerancia a la lactosa , reducir los problemas y trastornos intestinales como son la diarrea y flatulencias, así como aprovechar los azúcares resultantes de la hidrólisis de la lactosa. Además de que es un producto que ayuda a la prevención de la obesidad ya que este es un factor que esta afectando a los niños en México (Gomes, 2009).

## CAPITULO I. ANTECEDENTES.

### 1.1. GENERALIDADES DE LA LECHE.

La leche es la secreción obtenida por hembras de los mamíferos (ganado bovino, ovino, caprino, hombre, entre otras) es uno de los alimentos más completos ya que es rico en carbohidratos, grasas, proteínas, calcio y otros minerales; es balanceado ya que esta destinado a cumplir con los requerimientos nutrimentales de las crías. La producción de esta y sus derivados es importante para la alimentación del ser humano, es un producto básico para el adecuado desarrollo físico y mental del mismo, por lo cual se ha hecho necesario estimular su producción, industrialización y comercialización (Alais, 1985).

La leche es un medio multifasico (emulsión): una fase acuosa continua que contiene esencialmente lactosa, minerales y elementos dispersos de naturaleza lipídica (glóbulos grasos) y de naturaleza proteica (micelas de caseínas). Las propiedades nutricionales y tecnológicas dependen de las características fisicoquímicas de cada una de las fases.

Todos los componentes de la leche presentan variaciones en cuanto a composición, siendo las más importantes en la materia grasa, como se muestra en el Cuadro

**Cuadro 1. Composición química de la leche de vaca.**

Componente	Intervalo para las razas occidentales*
Agua	85.4-87.7%
Grasa	3.4-5.1%
Proteína	3.3-3.9%
Lactosa	4.9-5.0%
Cenizas	0.68-0.74%

\*Las razas occidentales incluyen Guernsey, Jersey, Ayshire, Parda suiza, Shorthorn y Holstein. (Fennema, 1993.)

#### 1.1.1. PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS DE LA LECHE.

En el Cuadro 1 se describen las características fisicoquímicas de la leche de vaca entera, descremada, la materia grasa y el agua.

La leche puede considerarse como un líquido newtoniano. Una de las características mas importantes de la leche es el punto de congelación y su medición se utiliza para detectar la adición de agua si el punto de congelación es superior a  $-0.53^{\circ}\text{C}$ . Un valor

de pH más bajo en la leche puede ser debido a contaminación por flora acidificante o la presencia de calostro. Una leche alcalina es una leche patológica (leche obtenida de una vaca con mastitis.).

La acidez titulable, expresada en grados Dornic (°D) con un intervalo de 15 a 18°D indica el contenido de ácido láctico, y puede definirse como de décimas de mililitro de "sonda Dornic", NaOH M/9 (0.11 M), utilizados para valorar 10 mL de leche en presencia de fenolftaleína.

Esta acidez es debida a:

- Las caseínas, por sus grupos ésteres fosfóricos.
- Debida a las sustancias minerales y a los indicios de ácidos orgánicos.
- Por reacciones secundarias debidas a los fosfatos.
- La acidez desarrollada debida al ácido láctico y a otros ácidos procedentes de la degradación microbiana de la lactosa y eventualmente de los lípidos, en la leches en vías de alteración.

Las tres primeras representan la acidez natural de la leche, indirectamente la acidez indica la calidad sanitaria de la leche. (Alais, 1985).

La acidez titulable a un pH dado depende del contenido de proteínas y sales de la leche, las propiedades de la leche entera y descremada se describen en el cuadro 2. (Varnam, 1994).

**Cuadro 2. Características fisicoquímicas de la leche.**

	Densidad a 20°C en kg/m <sup>3</sup>	Viscosidad a 20°C en Pa/s	Punto de congelación	pH	Acidez en °D
<b>Leche entera</b>	1.028-1.034	2.2x10 <sup>-3</sup>	-0.555°C.	6.6- 6.8	<b>15-18</b>
<b>Leche descremada</b>	1.035-1.036	1.9x10 <sup>-3</sup>			

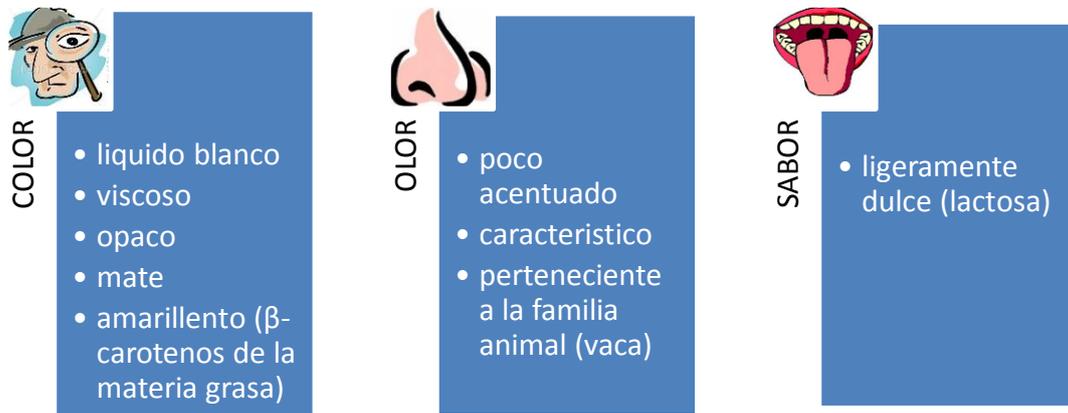
Fuente: (Varnam, 1994).

### 1.1.2. CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS.

La sensación suave que produce la leche en la boca se debe a que es una emulsión, mientras que el sabor ligeramente dulce y salado se debe al balance entre la lactosa y los minerales de la leche, el aroma y el sabor de la leche son consecuencia del equilibrio entre los componentes, que incluyen un gran número de compuestos que contribuyen al aroma y sabor de la leche se derivan de la grasa y de la membrana del

glóbulo graso. Entre los compuestos que determinan el aroma y el sabor se incluyen carbonilos, alcanos, lactonas, ésteres, compuestos sulfurados, compuestos nitrogenados e hidrocarburos tanto alifáticos como aromáticos (Varnam, 1994).

En la Figura 1 se describen las características organolépticas de la leche de vaca:



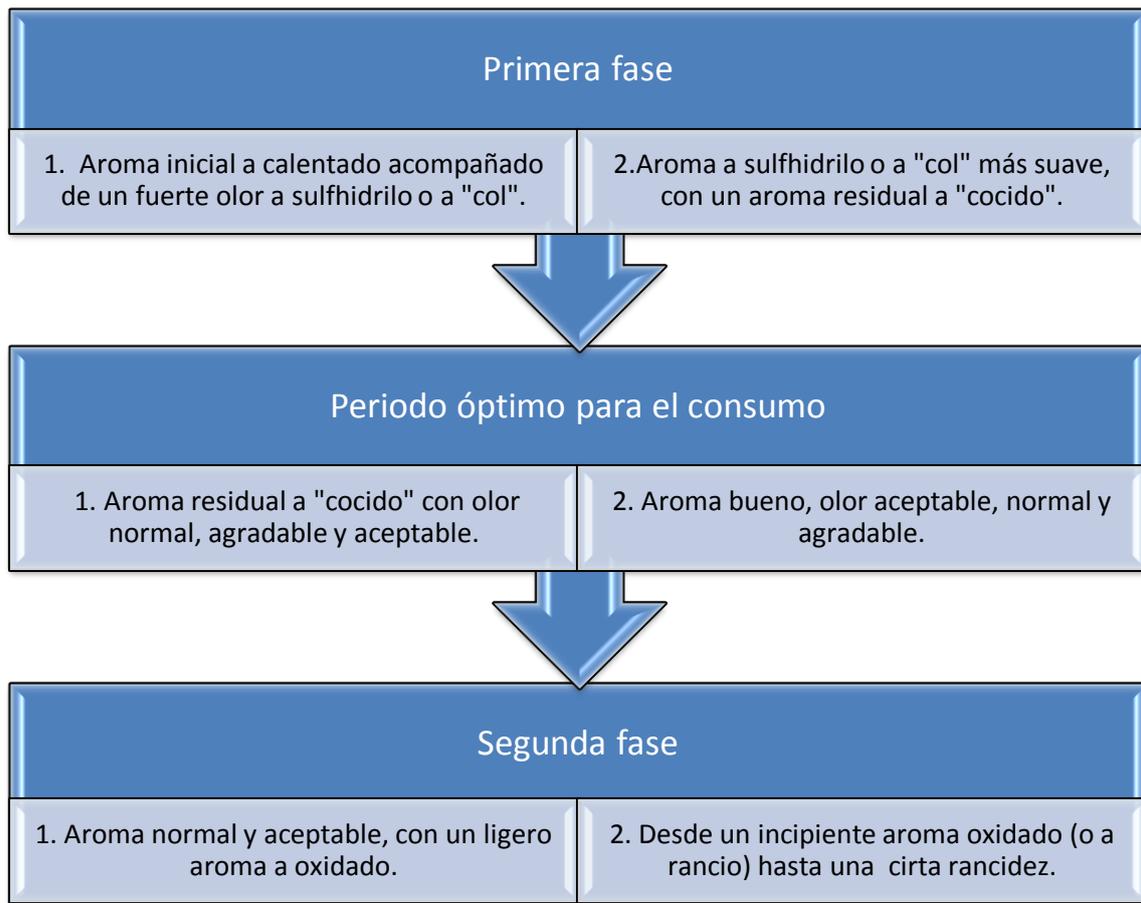
**Figura 1. Características organolépticas de la leche. (Varnam, 1994).**

Ciertos componentes procedentes de la alimentación de las vacas pueden pasar a la leche y dar lugar a la aparición de olores y sabores extraños. Generalmente, los compuestos causantes se encuentran en la fase grasa.

Normalmente la leche no se consume cruda y el consumidor está acostumbrado al sabor de un producto que ha sufrido un tratamiento térmico en el que se han producido algunas modificaciones. Por esta razón, se pueden considerar deseables pequeños cambios resultantes tanto de la oxidación como el tratamiento térmico.

En el caso de la leche UHT, el aroma a “cocido” es un importante defecto de calidad. El defecto puede describirse también en términos de aroma a “col”, “sulfuroso” y “caramelo”. Generalmente, se considera que los responsables de este aroma a “cocido” son los grupos sulfhidrilo, especialmente libres o activados, que se encuentran en las proteínas del suero y que quedan expuestos durante su desnaturalización térmica.

Los “aromas a cocido” son más perceptibles inmediatamente después del tratamiento térmico pero disminuyen con el tiempo hasta que el aroma es normal. Este aroma aceptable es posteriormente sustituido por aromas desagradables a oxidado y a rancio. Se ha comprobado que los cambios en el aroma durante el almacenamiento se producen en dos fases tal como se muestra en el Diagrama 1.

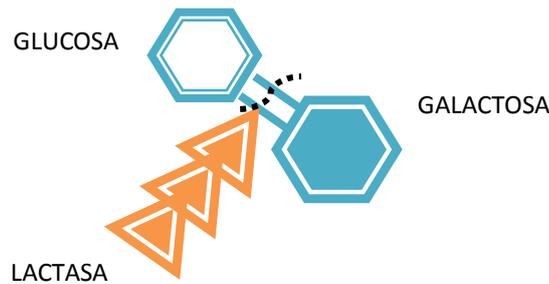


**Diagrama 1. Cambios en el aroma "a cocido" durante el almacenamiento de la leche UHT (Varnam, 1994).**

### 1.1.3. DEFINICIÓN DE LACTOSA Y LACTASA.

La leche contiene muchos nutrientes como grasas (colesterol, triglicéridos), proteínas, vitaminas y minerales como calcio. La leche contiene también azúcares. La lactosa es el azúcar más importante presente en la leche de todos los mamíferos, también por supuesto en la leche humana, de vaca y cabra, que son las leches más consumidas por el ser humano. Este azúcar, lactosa, está compuesto de dos glúcidos unidos entre ellos (disacárido) denominados glucosa y galactosa. La leche de vaca tiene aproximadamente 5 gramos de lactosa por cada 100ml de leche (5g%); es decir, una taza de leche (250ml) contiene 25grs de lactosa. La leche humana es más rica en lactosa y contiene aproximadamente 7g% de lactosa.

La lactasa es un enzima producida en el intestino delgado, que juega un papel vital en el desdoblamiento de la lactosa en sus dos componentes básicos (Figura 2) Si los niveles de lactasa son bajos o ésta no realiza bien su labor desdobladora, aparecen dificultades para digerirla. (Lactosa.org)



**Figura 2. Desdoblamiento de la molécula de lactosa. (Lactosa.org)**

### 1.1.4. BENEFICIOS DE LA LACTASA.

Los productos bajos en lactosa son conocidos por sus cualidades de digestibilidad en casos de intolerancia a la lactosa. Pero la lactasa tiene también otros beneficios. Por ejemplo, un sabor más dulce sin calorías extra. La glucosa, que es uno de los productos derivados de la transformación de la lactosa, es mucho más dulce que la lactosa. Es decir, que los productos bajos en lactosa son también naturalmente más dulces, sin necesidad de añadir azúcar o edulcorantes.

Además, la lactasa tiene otros beneficios, aparte de eliminar la lactosa:

- Evita la cristalización en ciertas aplicaciones
- Sabor más dulce sin calorías adicionales
- Fácil de digerir (dsm.com)

### 1.1.5 VITAMINAS Y MINERALES DE LA LECHE.

#### Minerales

Los minerales más importantes en la leche son los bicarbonatos, cloruros y citratos de calcio, magnesio, potasio y sodio. La leche es una importante fuente de calcio en la dieta y se considera que la asociación con las caseínas puede mejorar la absorción en el tracto gastrointestinal. El calcio es un factor clave para asegurar un buen estado óseo y el desarrollo dental de los jóvenes y es imprescindible una ingesta adecuada. El nivel de calcio también puede influir en la aparición de osteoporosis postmenopáusica en las mujeres y en esta situación se ha recomendado el consumo de leche y productos lácteos, incluidos lácteos enriquecidos en calcio. (Varnam, 1994).

Vitaminas.

La leche es una fuente de vitaminas liposolubles, A (en forma del precursor  $\beta$ -caroteno), D y E y de vitaminas hidrosolubles C, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>6</sub>, B<sub>12</sub>, ácido pantoténico, niacina, biotina y ácido fólico, la leche en la dieta es una fuente importante de vitaminas liposolubles y también es una fuente importante de muchas vitaminas hidrosolubles (Varnam, 1994).

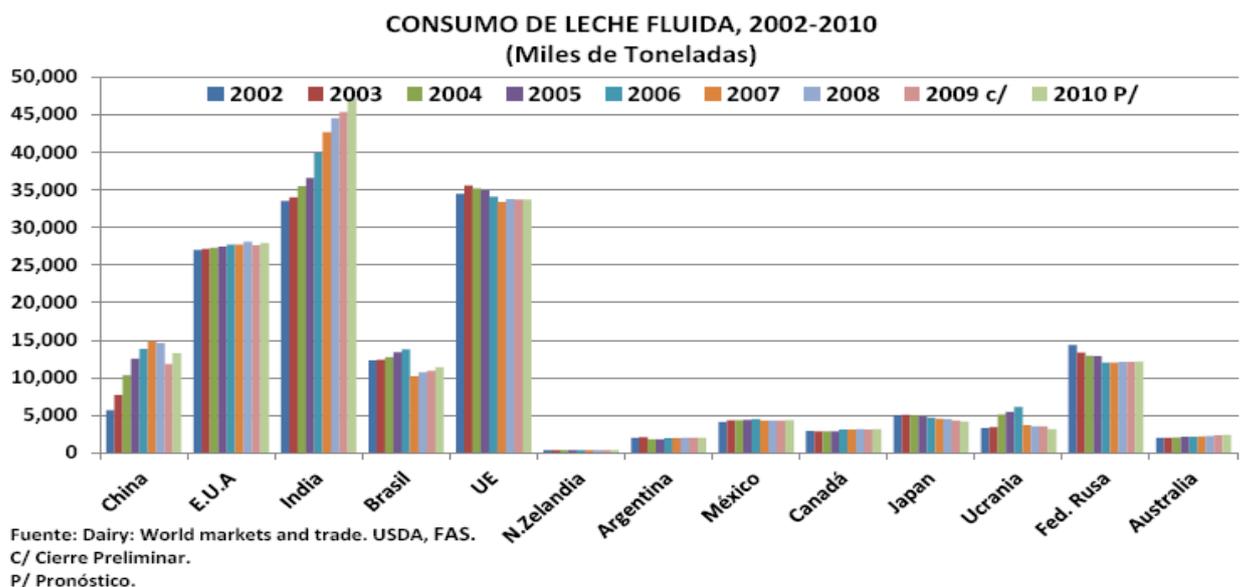
### 1.2. CONSUMO DE LECHE A NIVEL MUNDIAL.

En las últimas décadas el consumo mundial de leche y sus derivados se ha ido incrementando principalmente en los países en desarrollo.

Se estima que la población mundial consume anualmente cerca de 500 millones de toneladas en equivalente leche en diversas presentaciones para alimento humano. El 85% corresponde a leche de vaca y el resto a otras especies (búfala 11%, cabra 2% y otras 2%).

En los últimos diez años, el consumo humano total de leche ha crecido a una tasa media anual del 1.6% observándose dos comportamientos paralelamente, el de los países desarrollados y el de los países en desarrollo, como lo muestra la Gráfica 1.

Gráfica 1. Consumo de leche a nivel mundial.



Fuente: Secretaría de Economía, (2012)

En el marco del día Mundial de la Leche celebrada por la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación), Tetra Pak informa que México es el octavo país en consumo global de leche y otros productos lácteos líquidos, después de India, China, Estados Unidos, Pakistán, Brasil y Rusia.

En el país, el volumen de productos lácteos en 2011 fue de alrededor de 12 mil millones de litros. Estos productos lácteos incluyen leche blanca, leche para bebés, yogurt líquido, leche evaporada, leche saborizada, crema líquida, leche condensada. El consumo per cápita de la leche en México asciende a 66 litros por año en 2011. “En México en el mercado de lácteos existe una penetración del 99% en los hogares, donde los niños son los principales consumidores (Secretaría de Economía, 2012).

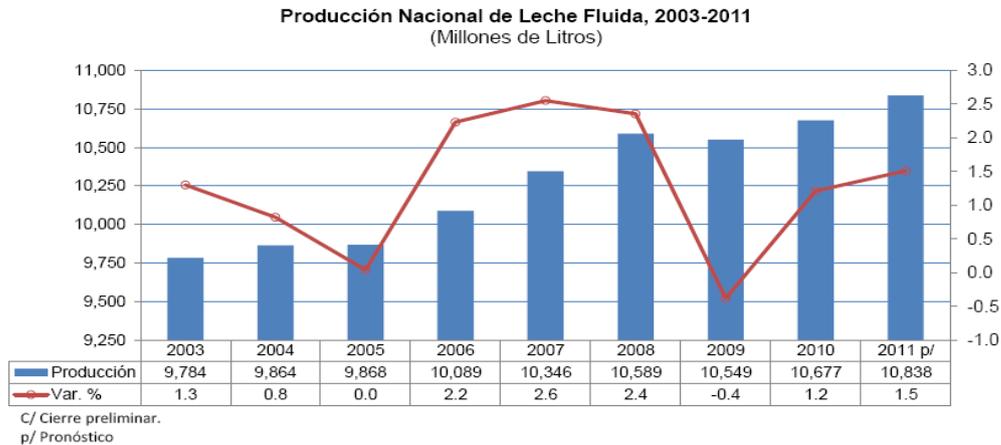
### **1.2.1. PRODUCCION A NIVEL NACIONAL DE LA LECHE Y PRODUCTOS LACTEOS.**

La demanda de leche y derivados viene incorporando un cambio en los hábitos de consumo hacia productos que contribuyan a mejorar las condiciones de salud de la población, no sólo con productos lácteos reducidos en grasa o azúcar, sino con la disponibilidad en la ingesta de componentes como vitaminas, prebióticos y probióticos o fibra, en general con componentes que no proceden directamente de la leche de vaca, pero que adicionados o modificados representan un opción funcional para mejorar la dieta de los consumidores, no sólo por lo que aporta la leche como alimento, sino lo que obtiene en la industrialización y transformación en quesos, yogurts y en leches industrializadas.

En México la producción de leche de bovino es muy heterogénea desde el punto de vista tecnológico, agroecológico y socioeconómico, incluyendo la gran variedad de climas regionales y características de tradiciones y costumbres de las poblaciones. Sin embargo, la industria de productos lácteos es la tercera actividad más importante dentro de la rama de la industria de alimentos en México, y depende de la disponibilidad de la leche nacional su crecimiento.

Según cifras del Servicio de Información Estadística Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), durante el período 2003-2011 la producción nacional de leche de bovino ha tenido una tasa media de crecimiento de 1.3%, tal como se muestra en la Gráfica 2 (Secretaría de Economía, 2012).

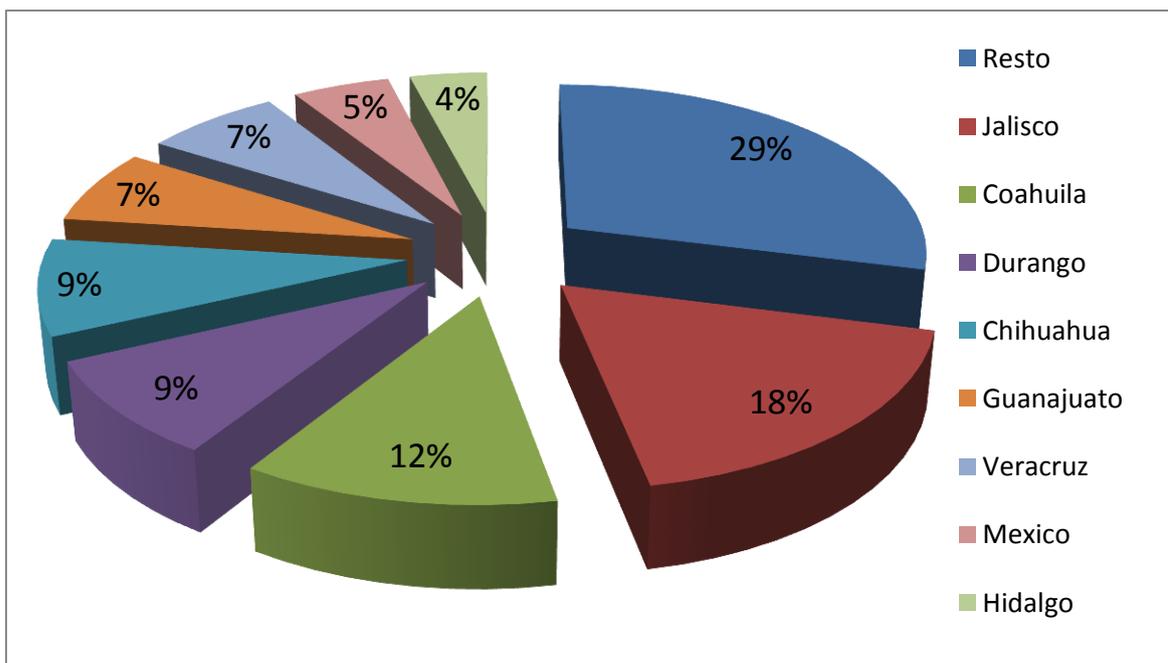
**Gráfica 2. Producción de leche periodo 2003-2011**



Fuente: Secretaría de Economía, (2012)

En México, la producción lechera se desarrolla en todo su territorio, pero durante el periodo de 2005 a 2010 se concentró en cuatro estados, los que contribuyeron conjuntamente con el 45% de la producción nacional en este período (destacándose Jalisco, Coahuila, Durango y Chihuahua). Cabe señalar, que los estados de Coahuila y Durango se encuentran ubicados en la Región Lagunera, que es la más importante cuenca lechera del país, y que ocupa el primer lugar en producción a nivel nacional. Durante el 2010 la participación de los estados dentro de producción nacional se encontraba distribuida de la siguiente manera (Gráfica 3). (Secretaría de Economía, 2012).

**Gráfica 3 .Producción lechera en 2010.**



Fuente: Secretaría de Economía, (2012).

Entre 2005 y 2011, la producción industrial de leche y derivados lácteos registra un comportamiento favorable en la mayor parte de los productos, con base en información del INEGI, destacan la producción de yogurt y quesos, con una tasa de crecimiento promedio de 7.3 y 5.7 por ciento, la leche ultrapasteurizada crece marginalmente, mientras que la leche pasteurizada, reporta un decremento en su producción en el periodo referido, como lo muestra el Cuadro 3. (Secretaría de Economía, 2012).

**Cuadro 3. Producción Industrial de leche y derivados lácteos (toneladas).**

Producto	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
<b>Leche pasteurizada</b>	3,049,707	2,978,866	2,871,632	2,834,948	2,811,882	2,791,100	2,742,719
<b>Ultra pasteurizada</b>	1,448,734	1,512,869	1,601,620	1,746,865	1,790,263	1,650,258	1,482,043
<b>Leche en polvo</b>	207,471	225,580	253,041	247,826	237,311	248,121	239,226
<b>Quesos</b>	187,405	202,593	229,498	239,364	255,670	275,316	275,413
<b>Yogurt</b>	447,689	448,917	637,119	632,741	647,573	706,324	730,925

Fuente: Secretaría de Economía, (2012).

### 1.3. LA OBESIDAD Y SOBREPESO EN MÉXICO.

Las causas de mortalidad más frecuentes en México están asociadas directamente al problema de la obesidad o del sobrepeso, especialmente la diabetes, los problemas cardiovasculares e incluso el cáncer. El 25 de enero del 2010, el presidente de México, Felipe Calderón, hizo oficial que México ocupa el primer lugar en obesidad infantil y adulta así como el primer lugar en diabetes infantil (Duran, 2010).

Muchas personas consumen comidas y bebidas bajas en calorías y no necesariamente porque estén a dieta. Un 68 por ciento de los consumidores de productos con menos calorías no hacen dieta. Para estas personas, estar “consientes del contenido de calorías” no significa que deseen controlar el peso o perder peso. Estas personas “sin dieta” usan productos estos como parte de llevar un estilo de vida saludable (Duran, 2010).

En México se han realizado estudios sobre la incidencia de la obesidad. En el estudio de la SEP se encontró obesidad en 19.7% de los niños que ingresaban al primer grado de primaria, se informa que en los últimos 25 años el sobrepeso ha aumentado de 20

a 27% y es marcada la tendencia en la población hispana, sobre todo en niños de cuatro a cinco años y niños ciudadanos. (González, 2004). Las empresas de alimentos y bebidas, han contribuido al aumento de la obesidad pues con el objeto de que las personas consuman mas, ponen grandes cantidades de carbohidratos en sus productos, que causan elevación de la producción de insulina, esto significa que al poco tiempo de comer papas, quieres mas, y al poco tiempo de ingerir una soda, te vuelve a dar sed. (Vitela, 2004).

Un niño se considera obeso cuando sobrepasa el 20% de su peso ideal esto se puede medir mediante el índice de masa corporal, este muestra la relación entre el peso y la altura, señalando así, si el niño esta ganando mucho peso para su altura, esto se verifica en tablas ya establecidas como la "Tabla de talla y peso del niño mexicano". (González, 2004).

Existen diferentes causas por las que un niño puede llegar a ser obeso, algunas de estas son:

- **Conducta alimentaria:** Tiene que ver tanto con el tipo de alimentos que se les den a los niños, así como la velocidad en que el niño coma, por que cuando se come muy rápido tarda un poco más en llegar la sensación de saciedad y se tiende a comer en exceso.
- **Consumo de Energía:** Cuando se consume más energía que la que se gasta en la actividad diaria o en ejercicio, se produce un exceso de grasa acumulado que produce la obesidad.
- **Factores Hereditarios:** El riesgo de ser obeso cuando los miembros de la familia lo son, es del 27.5% para el varón y del 21.2% para la mujer.
- **Factores Hormonales:** Hay algunas hormonas que influyen en la obesidad como la insulina, la hormona del crecimiento, leptina, hormonas esteroides y las hormonas tiroideas.
- **Sedentarismo infantil:** Aparte del consumo de alimentos con alto contenido en grasas y azúcares, el sedentarismo de muchos niños les hace más obesos. El practicar una actividad física es esencial a su crecimiento y a su salud. El estilo de vida que llevan los niños también ha cambiado mucho. La mayoría de las actividades que realizan se concentran en torno a la televisión, a la computadora y a los videojuegos. Muchas familias, por la falta de tiempo o por comodidad, acaban dejando a los niños delante de la televisión toda una tarde, en lugar de llevarlos al parque o a cualquier otra actividad que les favorezcan más. Los juegos al aire libre, las excursiones, los deportes, etc., son cada día sustituidos por actividades sedentarias. (González, 2004).

### **1.4 INTOLERANCIA A LA LACTOSA EN MÉXICO**

La tendencia en el mercado lácteo es presentar productos de las mismas cualidades, sin modificar su composición pero con un bajo contenido de lactosa. Estos productos son conocidos comúnmente como “deslactosados” o “fácil digestión” (Koushik, 2010). La característica principal de estos alimentos es que una persona intolerante a la lactosa podrá consumirlos sin problema alguno (Rosales, 2005).

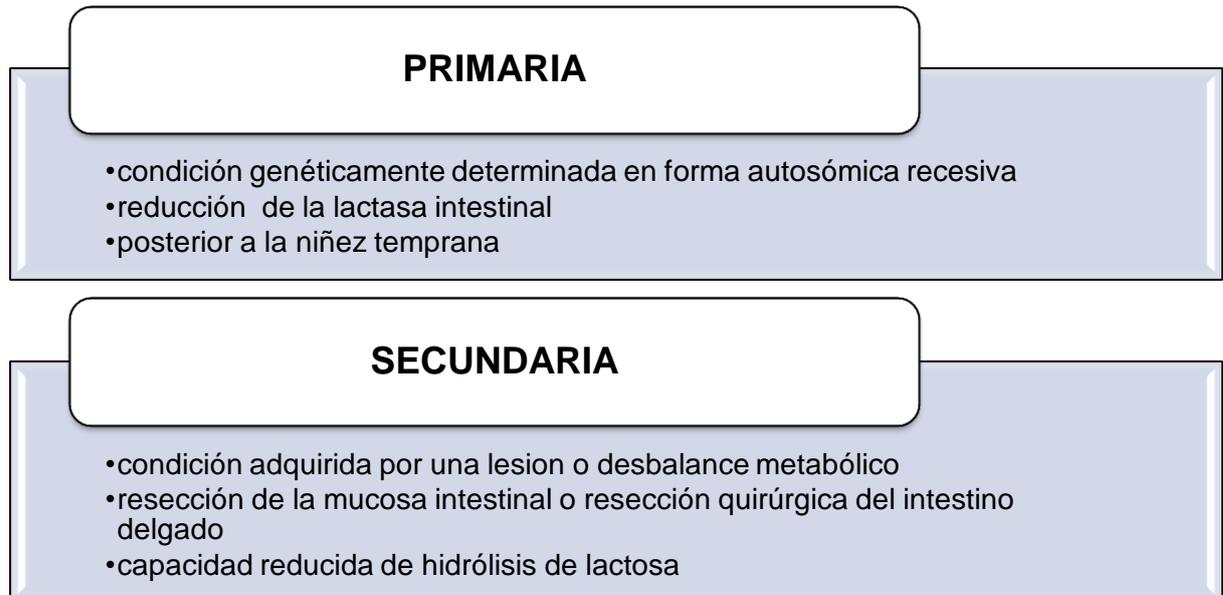
La leche no es un producto que puede ser digerido por todos los seres humanos con la misma facilidad, debido a su baja actividad de lactasa intestinal. La lactosa, azúcar que está presente en la leche de vaca, aunque es consumida como disacárido, no es absorbido como tal, para que esto suceda esta debe desdoblarse en glucosa y galactosa, debido a que estos son utilizados como fuente de energía por el organismo; normalmente está presente en el intestino delgado, si no ocurre este desdoblamiento conduce a que ésta se fermente por la flora bacteriana del intestino produciendo gases y diarreas, (Alais, 1985).

El 11% de la población mexicana según Terrez ( 2002), presentan problemas digestivos al ingerir menos de un vaso de leche, por lo que elimina o disminuye el consumo de ese producto, esto se debe a que no poseen lactasa.

La concentración de lactosa que se encuentra en la leche, varía entre 4.2% y 5%. Para poder transformar la lactosa en energía, el cuerpo debe fraccionarla en porciones más pequeñas que puedan ser absorbidas. El intestino delgado contiene una enzima llamada lactasa, una enzima que fracciona la lactosa (Terrez, 2002).

La intolerancia a la lactosa ocurre cuando el intestino de una persona no produce suficiente lactasa para digerir la lactosa que ingiere. Cuando la lactosa llega al intestino grueso (colon) se transforma en caldo de cultivo para las bacterias que residen normalmente allí. Estas bacterias fraccionan la lactosa, produciendo gas y una pequeña cantidad de ácido. La combinación de gas y ácido puede producir síntomas de dolor, distensión, flatulencia, náusea y diarrea. Estos síntomas pueden comenzar poco después de una comida o varias horas después (Terrez, 2002).

La deficiencia de lactasa puede ser de 2 tipos, tal como se muestra en el Figura 3.

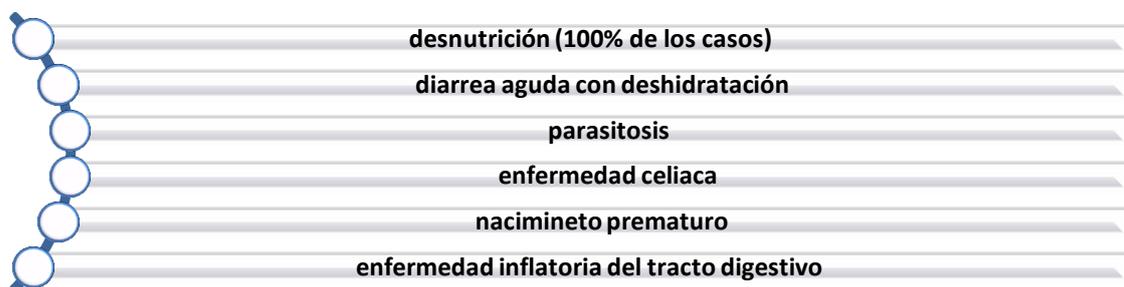


**Figura 3: Causas de la deficiencia de lactasa.**

En México, la mayoría de los autores coinciden en que la prevalencia de intolerancia a la leche aumenta paralelamente con la edad es decir a mayor edad menor tolerancia (Terrez, 2002).

En general se ha encontrado que en promedio 11% de la población mexicana presenta problemas digestivos al ingerir menos de un vaso de leche, por lo que elimina o disminuye el consumo de este producto en su dieta, aunque se reporta que un 25% de la población latinoamericana es intolerante a la lactosa (Terrez, 2002).

Algunas de las enfermedades que pueden producir intolerancia a la lactosa secundaria son las que se muestran en el Figura 4:



**Figura 4: Enfermedades causadas por la intolerancia a la lactosa.**

La intolerancia a la lactosa se desarrolla espontáneamente a lo largo del tiempo. Cuando los niños alcanzan de 3 a 6 años de edad, sus cuerpos pasan naturalmente a producir menores cantidades de lactasa que las producidas en el primero o segundo año de vida. En algunos niños, la producción continúa reduciéndose o incluso se

detiene totalmente. Frecuentemente, los síntomas de intolerancia a la lactosa aparecen en la adolescencia o adultez temprana. (Terrez, 2002)

Un queso tipo “petit suisse” deslactosado bajo en calorías permitirá a las personas con intolerancia a la lactosa, reducir los problemas y trastornos intestinales como son la diarrea y flatulencias, así como aprovechar los azúcares resultantes de la hidrólisis de la lactosa. Además de que es un producto que ayuda a la prevención de la obesidad ya que éste es un factor que está afectando a los niños en México. (Gomes, 2009)

### 1.5. QUESOS

La fabricación de queso es el mecanismo ideado por el hombre para aumentar el período de tiempo en que es posible aprovechar buena parte de los compuestos nutritivos presentes en un producto muy perecedero: la leche. El origen del queso se sitúa en los países cálidos del Mediterráneo oriental, datando posiblemente de varios siglos antes de Cristo. Las tribus nómadas de estos países transportaban la leche en recipientes fabricados con piel de animales, estómagos, vejigas, etc. A temperatura ambiente, la leche se acidificaba rápidamente, separándose en cuajada y suero mediante este *cortado* espontáneo. El suero proporcionaba una bebida refrescante, mientras que la cuajada constituía una masa firme que podía consumirse directamente o conservarse durante períodos más largos. (Chamorro, 2002)

Probablemente esta fermentación natural de la leche evolucionó en dos sentidos: de un lado, hacia la producción de las leches fermentadas líquidas, como el yogur, y, de otro, mediante el desuerado a través de paños o de recipientes perforados, hacia cuajadas sólidas que podían salarse y mantenerse períodos más prolongados. De esta forma se conservaba gran parte del valor nutritivo de la leche, permitiendo su utilización en épocas de escasez de leche líquida. (Chamorro, 2002)

Con el tiempo se comprobó que la secreción del estómago de rumiantes jóvenes tenía la capacidad de coagular la leche, conduciendo este hecho a la posterior utilización del cuajo para elaborar el queso (Chamorro, 2002).

Las referencias escritas sobre el queso son escasas hasta los tiempos de griegos y romanos, en que se reconoce su valor nutritivo y su variabilidad, atribuida a los distintos climas, tipos de leche y prácticas de elaboración. Dichas prácticas fueron extendiéndose con los movimientos de las poblaciones. De esta forma se originó un alimento universal que se produce prácticamente todo el mundo a partir de la leche de diversas especies de mamíferos. El queso se encuentra entre los mejores alimentos

del hombre no sólo por su alto valor nutritivo, sino también por sus cualidades organolépticas (Chamorro, 2002).

La gran variedad existente de quesos se explica fundamentalmente por dos hechos:

1. La naturaleza de la leche, ya que no sólo influyen las diferencias entre leches de distintas especies o razas, sino que incluso pequeñas diferencias en la composición tienen efecto en las propiedades del queso.
2. Las formas de preparación, que presentan una gran diversidad. Antes venían determinadas por condiciones geográficas, climatológicas, económicas e históricas, pero actualmente estas condiciones se han modificado debido al progreso técnico y al desarrollo de los medios de comunicación. Aun así, muchos tipos de queso permanecen ligados a una región y no se fabrican en otros lugares (Chamorro, 2002).

Las características de cada tipo de queso son el resultado de numerosos factores interdependientes, como son, además de la composición de la leche, factores microbianos (composición de la flora microbiana presente en la leche cruda y de la añadida), bioquímicos (concentración y propiedades de los enzimas presentes), físicos y fisicoquímicos (temperatura, pH), químicos (proporción de calcio en la cuajada, agua, etc.) y mecánicos (corte, removido). Se trata, por tanto, de un sistema muy complejo que no es del todo conocido por el hombre (Chamorro, 2002).

### **1.5.1. DEFINICIÓN TECNOLÓGICA.**

Queso es el producto fresco o maduro, sólido o semisólido, que resulta de la coagulación de la leche natural (entera), de la desnatada total o parcialmente, de la nata, del suero de mantequilla, o de una mezcla de todos estos productos, por la acción del cuajo u otros coagulantes apropiados, con o sin hidrólisis previa de la lactosa, seguida del desuerado del coágulo obtenido. Este coágulo, llamado cuajada, está esencialmente constituido de un gel de caseína que retiene la materia grasa y una parte más o menos importante de la parte acuosa de la leche, el lactosuero y en el que la relación entre la caseína y las proteínas del suero sea igual o superior a la de la leche (Chamorro, 2002).

La cuajada puede ser consumida como tal, bajo la categoría de queso fresco o sufrir una maduración que le llevará a una serie de transformaciones especialmente enzimáticas, que le hacen adquirir caracteres organolépticos específicos, constituyendo el queso maduro (Chamorro, 2002).

### 1.5.2. FABRICACIÓN DE LOS QUESOS.

Principales etapas para la elaboración de queso:

En el Diagrama 2 se describe el proceso de elaboración de un queso fresco.

Los quesos frescos son el resultado de una coagulación lenta por acción de la acidificación combinada o no con la acción de una pequeña cantidad de cuajo, caracteriza a los quesos por:

- Una cuajada no prensada y con un elevado contenido en agua.
- Una débil sensación ácida.
- Una corta conservación.
- Un producto que se consume sin período de **maduración** (Mahaut, 2003).

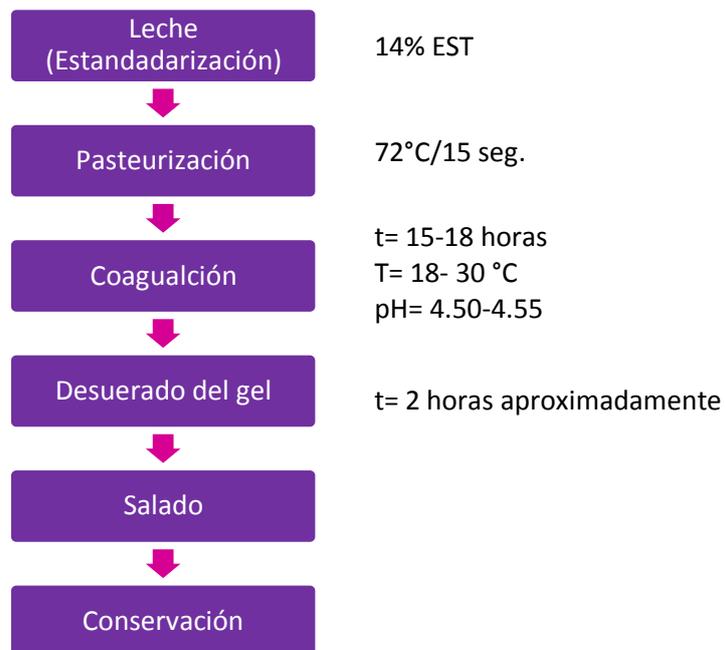


Diagrama 2. Proceso de elaboración de un queso fresco, condiciones aproximadas (Mahaut, 2003).

#### Descripción del proceso:

##### ➤ La estandarización

La calidad de la leche de quesería puede definirse como la aptitud para producir un buen queso en condiciones normales de trabajo con un rendimiento satisfactorio.

No todas las leches tienen la misma aptitud para la transformación quesera, puesto que presentan características diferentes y una historia que le son propias, como son la

riqueza y composición en caseínas, los equilibrios salinos, el contenido en lactosa, la calidad higiénica y la historia térmica, etc. (Mahaut, 2003).

Con el fin de desaparecer las variaciones en el contenido proteico de las leches y de mejorar la aptitud para la coagulación, que tienen una influencia en el rendimiento quesero y la calidad de los quesos, las industrias regulan la tasa de proteínas en las leches entre 35 y 40g/l por medio de diferentes técnicas: eliminación del agua por evaporación u osmosis inversa, concentración por nanofiltración, por ultrafiltración, microfiltración o por enriquecimiento en caseinatos (Mahaut, 2003).

Las industrias estandarizan la leche empleada en materia grasa teniendo en cuenta la composición proteica de la leche y los coeficientes de recuperación de la materia grasa y las materias nitrogenadas proteicas en el queso (Mahaut, 2003).

Se debe tener en cuenta el tipo de queso que se va a fabricar y la tecnología que se va a seguir se prepara la leche, estandarizando todo, o algunos de los siguientes parámetros:

- El color.
- El contenido en grasa.
- El diámetro de los glóbulos de la materia grasa.
- La materia proteica.
- La lactosa (hidrólisis enzimática).
- El contenido en materia mineral.
- El pH.
- El extracto seco. (Mahaut, 2003)

### ➤ **Pasteurización de la leche.**

La leche descremada o estandarizada en materia grasa sufre un tratamiento térmico intenso (72°C/15 seg) con el fin de eliminar toda la flora y favorecer la creación de factores de crecimiento (ácido fórmico) para las bacterias lácticas mesófilas o termófilas que serán añadidas en una cantidad del 1 al 3% a 20°C. El tratamiento térmico permite, además, ganar rendimiento (Mahaut, 2003).

### ➤ **Coagulación.**

La acidificación tiene lugar en un tiempo de 15 a 18 horas a una temperatura de 18 a 30 °C para alcanzar un pH de 4.50-4.55.

Cambio del estado físico de la leche con formación de un gel. Éste poseerá diferentes características en base a la forma en que se obtuvo: coagulación enzimática (por acción de un enzima proteolítico), coagulación ácida (por acidificación hasta pH 4.6) o mixta (debida a la acción conjunta de la enzima y del ácido. (Chamorro, 2002).

### ➤ **Desuerado**

Consiste en la eliminación, del lactosuero atrapado entre las mallas del gel formado por la vía ácida y/o enzimática. Esta eliminación del lactosuero será más o menos rápida según la formación del coágulo. El desuerado comienza en las cubas de coagulación, prosigue en los moldes y posteriormente en el secado (Mahaut, 2003).

#### ❖ Desuerado del gel láctico.

El desuerado natural de un gel láctico es lento y da lugar a una cuajada heterogénea, que presenta contenidos en materia seca poco elevados, teniendo en cuenta que se produce un desuerado escaso debido a una estructura desmineralizada (Mahaut, 2003).

#### ❖ Desuerado del gel enzimático y del gel mixto.

El gel enzimático presenta una cohesión, una elasticidad y una porosidad fuerte pero una escasa permeabilidad. Con la finalidad de obtener una cuajada con un elevado contenido en materia seca, es necesario realizar diversas operaciones, como el corte, la agitación, el calentamiento, el prensado, el salado y el secado (Mahaut, 2003).

Las fases del desuerado y de la acidificación ocupan un lugar importante en el modo de obtención de las cuajadas láctica y enzimática, puesto que regulan dos factores importantes como son la humedad del queso sin grasa y el pH (Mahaut, 2003).

Estos dos factores juegan un papel en la orientación del crecimiento microbiano y en el desarrollo de las reacciones enzimáticas y bioquímicas en el transcurso del afinado de las cuajadas. Según el modo de acidificación y de desuerado de las cuajadas, se distinguen cuatro tipos de queso.

- Las cuajadas lácticas que permanecen muy húmedas (pasta fresca).
- Las cuajadas mixtas con predominio láctico (pasta blanda).
- Las cuajadas mixtas con predominio enzimático (pasta prensada no cocida)
- Las cuajadas enzimáticas de tipo pasta dura y pasta prensada cocida (Mahaut, 2003).

### ➤ **Salado**

El objetivo es completar el desuerado del queso, favoreciendo el drenado de la fase acuosa libre de la cuajada; modificar la hidratación de las proteínas; intervenir en la formación de la corteza; actuar sobre el desarrollo de los microorganismos y la actividad enzimática y dar sabor salado y enmascarar el que aportan otras sustancias a lo largo de la maduración del queso (Chamorro, 2002).

El salado puede realizarse directamente en la leche, en la cuajada, en la superficie del queso o por inmersión en una salmuera.

En los quesos frescos el tipo de salazón es breve o nulo, por lo que tras ser obtenidos se envasan y se almacenan, listos para la distribución (Chamorro, 2002).

### ➤ **Afinado o maduración.**

Tras la separación de las fases (desuerado), la cuajada sufre o no un afinado específico para cada tipo de queso (Mahaut, 2003).

El afinado corresponde a una fase de digestión enzimática de los constituyentes de la cuajada. Se trata de un proceso bioquímico complejo debido a:

- La matriz procedente de la coagulación y del desuerado de la leche presenta una gran heterogeneidad fisicoquímica.
- Las enzimas que intervienen en el afinado tienen distintos orígenes. (Mahaut, 2003).

Pueden estar presentes desde el principio en la leche (plasmina, lipasa), ser añadidas a la leche (enzimas coagulantes, microorganismos), o producidas durante el afinado por síntesis microbianas (bacterias, levaduras y mohos).

El afinado consta de tres fenómenos bioquímicos: la fermentación de la lactosa, la hidrólisis de la materia grasa y la degradación de las proteínas.

Las transformaciones confieren a la pasta del queso nuevas características, modifican su aspecto, su composición, su consistencia. Al mismo tiempo, se desarrollan el sabor, el aroma y la textura (Mahaut, 2003).}

### ❖ **Agentes de maduración.**

Las enzimas responsables del afinado tienen diversos orígenes (la leche, el agente coagulante y los microorganismos que se multiplican en las pastas):

Enzimas de la leche:

- Plasmina: proteasa termorresistente, interviene en los quesos de pasta prensada cocida y no cocida de maduración lenta.
- Fosfatasa alcalina: destruida por la pasteurización, tendría un papel despreciable en los quesos elaborados con leche pasteurizada.
- Lipasa: enzima termolábil, interviene eventualmente en los quesos de leche cruda. Hidroliza principalmente los ácidos grasos de cadena corta. Su acción es más marcada en las leches de oveja y de cabra, puesto que los glóbulos de grasa son más pequeños que los de la leche de vaca y produce quesos más característicos (Mahaut, 2003).

### **Influencia de la maduración en el sabor de los quesos.**

Los compuestos responsables en el desarrollo del sabor y aroma de los quesos son numerosos y pertenecen a distintos tipos (ácidos, alcoholes, ésteres, productos azufrados, etc). La mayor parte de estos compuestos se encuentran en todos los quesos, pero en cantidades y proporciones variables:

- En los quesos de tipo pasta fresca, el aroma y sabor se desarrollan gracias a la acidez y al acetaldehído que contribuyen al carácter fresco del queso.
- En los quesos de tipo pasta blanda y corteza enmohecida (Camembert), entre los principales compuestos son el 1-octeno-3-ol, las metilcetonas, los alcoholes secundarios, compuestos cíclicos (feniletanol y sus ésteres), así como diversos compuestos azufrados volátiles de olor a ajo.
- En los quesos de pasta azul se observa una gran proporción de ácidos grasos libres, metilcetona y alcoholes secundarios.
- En los quesos de pasta prensada (Cheddar), los ácidos grasos de C2 a C6, contribuyen al aroma y también las metilcetonas y alcoholes.
- En los quesos de pasta prensada cocida, donde la proteólisis es importante, el aroma se produce gracias a los aminoácidos, el ácido acético, el ácido propiónico, los alcoholes, los ésteres y los productos azufrados (Mahaut, 2003).

### **1.5.3. CAMBIOS POSTERIORES DESPUÉS DE LA FABRICACIÓN.**

#### **1.5.3.1 SINÉRESIS.**

Durante el corte de la cuajada los geles enzimáticos se contraen mucho, lo que origina la salida de agua desde el interior de la cuajada. El grado de sinéresis depende de numerosos factores entre los que se encuentran:

- ✓ El valor de pH
- ✓ Temperatura de calentamiento
- ✓ Baja acidez
- ✓ Contenido total de sólidos.
- ✓ Temperatura de incubación del producto

Durante el almacenamiento de los productos lácteos fermentados, la sinéresis se observara coma la expulsión gradual del suero causada por la inestabilidad y la contracción de la red del gel. La sinéresis puede influir en la calidad del final del producto y la aceptabilidad de los consumidores (Prudencio, 2008).

## 1.5.4 CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS DEL QUESO.

Es muy amplia la relación de características organolépticas al describir el queso, todo su conjunto se puede dividir en tres grupos:

- ✓ Características de apariencia
- ✓ Características de consistencia o textura.
- ✓ Características olfato-gustativas.

Para describir la apariencia, textura y el conjunto olfato-gustativo del queso se describe en la Diagrama 3:

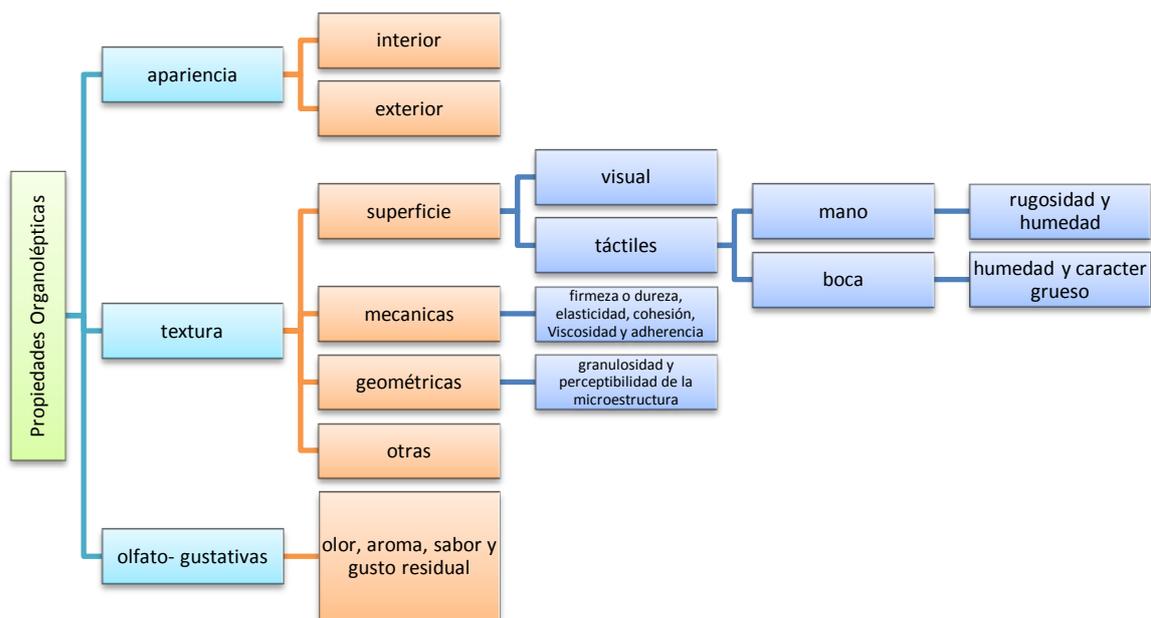


Diagrama 3. Propiedades organolépticas del queso (Chamorro, 2002).

La descripción de las características organolépticas debe seguir un orden; en primer lugar es la vista la que apreciará los atributos que definen la apariencia, tanto externa como interna del queso.

También es la vista la que nos muestra las características de superficie de la textura en su fase visual. Posteriormente es el sentido del tacto que es la que nos dirá las características (rugosidad, humedad).

Así mismo la mano y en particular los dedos son los que ayudan a comprobar la elasticidad del queso, dentro de las propiedades mecánicas de textura.

Antes de acercar la muestra del queso a la boca, el sentido del olfato denotará las primeras sensaciones olfativas.

El resto de las propiedades de la textura, tanto mecánicas como geométricas y las de superficie, se perciben en el interior de la boca (lengua y dientes) al introducir la muestra en ella.

Las características sensoriales de los quesos son por una parte, consecuencia de la aplicación de diversas tecnologías, que determinan su apariencia y textura y por otra se deben al gran número de sustancias química, en diferentes proporciones que constituyen su conjunto olfato-gustativo. Algunas de estas sustancias son propias de la leche de que se partió, mientras que otras se generan durante la elaboración.

El queso tendrá olor láctico y sabor ácido en los quesos de coagulación ácida, o un olor suave y ligeramente ácido y algo salado en los de coagulación mixta o un sabor dulce (a leche) en los de coagulación enzimática.

La consistencia del queso recién obtenido también será diferente: los lácticos presentarán unas características de textura homogénea, untuosa, suave y cremosa. En los de coagulación enzimática la consistencia será mayor: puede ser gelatinosa mas o menos correosa e incluso gomosa. Los de coagulación mixta presentarán características lácticas o enzimáticas, dependiendo del grado de participación que tenga la coagulación ácida o la enzimática en el proceso.

### **1.5.4.1 CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS DE LOS QUESOS SIN FASE DE MADURACIÓN.**

Los quesos sin maduración o frescos, independiente de cómo haya sido su coagulación (ácida o enzimática), el tipo de leche empleado, si es desnatada, entera o enriquecida, presentarán características organolépticas muy parecidas en apariencia pero en textura y en las características olfato-gustativas habrá diferencias.

Las características de los quesos de coagulación ácida se muestran en la Figura 5.

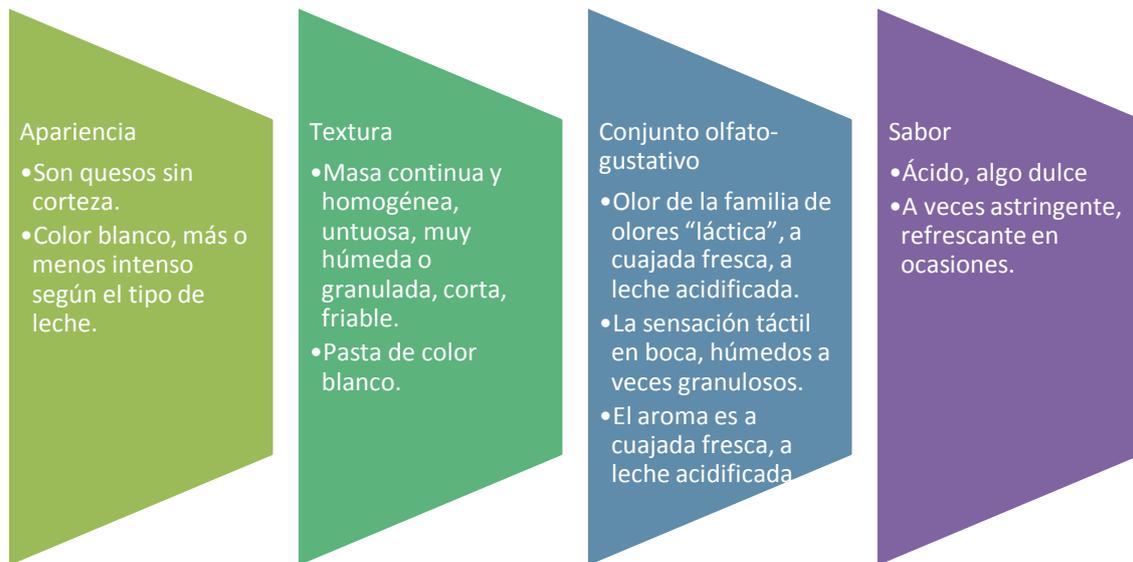


Figura 5. Características de los quesos de coagulación ácida.

Las características de los quesos de coagulación enzimática se muestran en la Figura 6.



Figura 6. Características de los quesos de coagulación enzimática.

Las características de los quesos de coagulación mixta se describen en la Figura 7.



**Figura 7. Características de los quesos de coagulación mixta.**

### 1.5.5. CLASIFICACIÓN DE LOS QUESOS.

Para que un queso pueda llamarse queso no podrán utilizarse en su fabricación grasas vegetales, almidones ni harinas. En la etiqueta debe indicarse el contenido mínimo de proteína y grasa, así como el máximo de humedad.

Las características de cada queso vienen definidas por su tamaño, forma, peso, color y aspecto externo, así como algunos datos analíticos, como son: su porcentaje en grasa, en sal, en humedad, en extracto seco magro (Chamorro, 2002).

Las características de aroma y bouquet son más difíciles de establecer, ya que están determinadas en parte por el tipo de leche (vaca, oveja, cabra o búfala), que puede además emplearse sola o mezclada para la fabricación del queso. (Chamorro, 2002).

Existe una gran variedad de quesos; se pueden clasificar de acuerdo a su composición, su tecnología, al tipo de maduración, al método de coagulación, textura por lo que hace difícil su clasificación, para facilitar nuestra investigación se presentan 3 clasificaciones:

➤ Clasificación de acuerdo a su tipo:

Fresco: Se caracteriza por su elevado contenido de humedad, sabor suave y un periodo de vida de anaquel corto, por lo que debe estar refrigerado.

Son el resultado de una coagulación lenta de la leche por acción de la acidificación combinada o no con la acción de una pequeña cantidad de cuajo.

Los quesos frescos presentan una gran diversidad según el grado de desuerado del coágulo y contenido en materia grasa de la leche empleada. (Chamorro, 2002).

Se consideran como quesos frescos: Canasto, Panela, Fresco, Ranchero, Sierra, Blanco, Enchilado, Adobado, Oaxaca, Asadero, Mozzarella, Morral, Adobera, Cottage, Crema, Doble Crema, Petit Suisse (Chamorro, 2002).

Madurado: Estos son los quesos de pasta más dura, semidura o blanda, sometidos a un proceso de maduración mediante la adición de microorganismos, mohos o bacterias bajo condiciones controladas de tiempo, temperatura y humedad para provocar en ellos cambios bioquímicos y físicos, que les confieren la consistencia y el sabor característicos. Aquí se encuentran los quesos: Cheddar, Chester, Chihuahua, Manchego, Brick, Edam, Gouda, Gruyere, Emmental, Cheshire, Holandés, Amsterdam, Butterkase, Cabrales, Camembert, Roquefort y Danablu, entre otros (Chamorro, 2002).

Procesado: Resultado de la mezcla de quesos madurados fundidos, a los que se les pueden agregar ingredientes y especias; dentro de esta clasificación están los quesos fundidos y para untar, como el queso amarillo y la mayoría de los que se venden en rebanadas cuadradas (Chamorro, 2002).

➤ Clasificación según su tecnología.

Se distinguen tres tipos de quesos.

- Quesos frescos.

Son los que están dispuestos para el consumo al finalizar el proceso de fabricación. Se obtiene al coagular la leche, previamente pasteurizada. Estos pueden elaborarse con leche entera, desnatada y con entera enriquecida con nata. (Chamorro, 2002).

Estos quesos tienen un alto contenido en humedad (>67%) y no tienen un proceso de maduración, por lo que suelen tener características gustativas similares a la leche fresca o leche acidificada.

El sabor predominante es dulce en los de coagulación enzimática y ligeramente ácido en los de coagulación mixta y ácida. Tiene un punto salado, lechoso, húmedo, graso. La textura en boca está entre gomosa, gelatinosa (sensación bucal como la que produce la gelatina) y fundente (que se solubiliza fácilmente con la temperatura de la boca antes de deglutirlo) (Chamorro, 2002).

- De pasta blanda.

Son aquellos que, tras el proceso de elaboración, requieren mantenerse cierto tiempo en condiciones de temperatura y humedad determinadas para que se produzcan cambios físicos y químicos que les den unas características típicas para cada tipo de queso, tiene una alta humedad (>67%).

En algunos de ellos, la maduración se produce como consecuencia del desarrollo de ciertos microorganismos en su superficie y /o en su interior, desarrollando olores y sensaciones gustativas muy características (Chamorro, 2002).

La pasta puede ser de mayor o menor consistencia, en algunos casos hasta semilíquida muy viscosa. Los caracteres olfato-gustativos estarán muy influenciados por el tipo de leche de que se parte; pero en común siempre van a presentar un sabor ácido entre suave y fuerte, nada salado, mantecoso al paladar, fundente y en los muy maduros puede darse un retrogusto (sensación que aparece en la boca después de haberlo ingerido), a fermentado, ligeramente amargo (Chamorro, 2002).

- De pasta prensada

Dentro de este grupo se incluyen quesos que, por su consistencia, pueden clasificarse como extraduros, cuando su humedad en el queso descremado es menor del 51% y quesos que tienen una alta humedad del 67%.

El proceso de elaboración es común a los otros tipos de quesos. En este tipo de quesos la coagulación de la leche tiene lugar tras una ligera acidificación de la leche, llevada a cabo por los microorganismos de la leche o bien por los microorganismos de los cultivos añadidos y por una dosis mayor de enzima coagulante. Por esto la coagulación se realiza en menos tiempo, de 30-45 minutos, en la mayoría de los casos (Chamorro, 2002).

### ➤ Clasificación según su coagulación.

- Coagulación ácida.

Consiste en la precipitación de las caseínas en su punto isoelectrico (pH=4.6) por acidificación biológica con la ayuda de fermentos lácticos que transforman la lactosa en ácido láctico o por acidificación química (inyección de CO<sub>2</sub>) o adición de GDL (gluconodelta lactona), o incluso añadiendo proteínas séricas a pH ácido.

La coagulación en este caso se produce porque la mayor acidez provoca que las micelas de caseína se desmineralizan, pierden su estructura y a pH 4.6 (punto isoelectrico de las caseínas), las caseínas dispersas y desmineralizadas se agrupan (precipitan, se hacen insolubles), formando una red de disposición laminar.

El retículo formado encierra en sus mallas la totalidad de la fase acuosa. Los enlaces intermoleculares que forman el retículo tiene naturaleza hidrofóbica y electrostática, por lo que el coágulo será frágil, no tendrá ni rigidez será friable, poroso, poco contráctil y por todo ello no admite tratamientos mecánicos (Chamorro, 2002).

- Coagulación por vía enzimática.

Consiste en transformar la leche del estado líquido al estado de gel por la acción de enzimas proteolíticas, casi siempre de origen animal.

El coágulo que se obtiene es el resultado de la acción de una enzima proteolítica, por ejemplo la quimosina que actúa sobre la caseína  $\kappa$ , escindiéndola en dos partes:

- El caseinomacropéptido (al ser muy hidrófilo, pasará a la fase hídrica).
- La paracaseína (es hidrófoba, insoluble y permanece en la micela)

También pueden utilizarse otros coagulantes como la pepsina o una mezcla de quimosina y pepsina (cuajo) u otros enzimas coagulantes atípicos.

La micela así modificada (micela de paracaseína) sí podrá establecer uniones con otras micelas de paracaseína; ya no se repelen y se agrupan en forma de fibrillas que, a su vez, establecen un retículo tridimensional mineralizado, que aprisiona en su interior todos los demás componentes de la leche (Chamorro, 2002).

- Coagulación mixta.

La coagulación mixta es debida a la acción de la enzima proteolítica (cuajo), pero en presencia de una determinada acidez. La incidencia de un tipo de coagulación u otro (cantidad de enzima/cantidad de ácido) será lo que dé al coágulo y posteriormente al queso determinadas características, que pertenecerán a las del gel enzimático o a las del gel ácido en tanto en cuanto predomine más uno que otro (Chamorro, 2002).

### **1.5.6. DEFINICIÓN DE QUESO TIPO PETIT-SUISSE.**

El "Suisse" o "Petit suisse" es un queso blando de coagulación mixta y de origen francés. Dentro del Petit Suisse hay dos variedades principales, por una parte se comercializa el Petit Suisse tradicional, aunque poco a poco esta variedad está siendo desplazada por la variedad denominada ligera, que se caracteriza por tener un contenido en materia grasa menor.

Dentro de cada una de estas variedades se puede encontrar el Petit Suisse natural (generalmente azucarado) y el Suisse de sabores (con adición de aromas de frutas o trozos de estas (Instituto de investigación y análisis de los alimentos, 2006).

### 1.5.7. TEXTURA Y REOLOGÍA DE QUESOS TIPO *PETIT SUISSE*.

#### 1.5.7.1. DEFINICIÓN DE TEXTURA.

La textura es una mezcla de los elementos relativos a la estructura del alimento y la manera por la cual están relacionados con sentidos fisiológicos.

La textura de los alimentos no tiene una definición exacta y precisa, sin embargo, se puede decir que posee ciertas características:

- Se trata de un grupo de propiedades físicas que derivan de la estructura de un alimento.
- Están relacionadas con la mecánica y la reología.
- No se trata de una propiedad sino de un conjunto de propiedades.
- No está directamente relacionada con el olor o el gusto (Roudot, 2004).

#### 1.5.7.1.1. CARACTERÍSTICAS TÁCTILES.

Son las sensaciones bucales táctiles percibidas en el interior de la boca, incluyendo la lengua y los dientes. Los principales caracteres táctiles se pueden distribuir en cuatro grupos como se muestra en el Figura 8.

Propiedades mecánicas	• Firmeza o dureza, cohesión, viscosidad y adherencia
Propiedades geométricas	• Granulosidad y perceptibilidad.
Propiedades de superficie	• Impresión de humedad (en boca) y carácter graso.
Otras propiedades de la textura	• Solubilidad y cremosidad.

Figura 8. Características táctiles.

Definiciones físicas y sensoriales de atributos de textura.

#### a) Dureza

Física: Para Demonte (1995), la dureza es la fuerza máxima obtenida durante el primer ciclo de compresión. La dureza es una propiedad mecánica de la textura relativa a la fuerza requerida para deformar el queso o para hacer penetrar un objeto (cuchillo) en él.

Sensorial: En la boca se percibe al comprimir los productos sólidos entre los dientes o los semisólidos entre la lengua y el paladar.

Los descriptores más utilizados para definir la dureza son:

- ✓ Blando: queso que ofrece muy poca resistencia a la deformación como el queso untable.

- ✓ Firme: queso que presenta resistencia a la ruptura ante un pequeño desplazamiento de las mandíbulas como una aceituna.
- ✓ Duro: queso que presenta mucha resistencia a la ruptura ante un pequeño desplazamiento de las mandíbulas como un caramelo duro (Chamorro, 2002).

b) Cohesividad.

Física: Propiedad mecánica de la textura relativa al grado de deformación del queso antes de romperse. Es decir mide la fuerza de los enlaces internos del producto, es medida como la relación del área bajo la curva del segundo ciclo y el área bajo el primer ciclo. El queso con cohesión presenta aptitud para mantener unidos sus elementos. Esta propiedad esta relacionada con la fragilidad, masticabilidad y gomosidad (Chamorro, 2002).

Sensorial: Grado hasta el que se comprime una sustancia entre los dientes antes de romperse (Surmacka, 2001).

c) Adhesividad.

Física: Trabajo necesario para vencer las fuerzas de atracción entre la superficie del alimento y la superficie de los otros materiales con los que el alimentos entra en contacto (Chamorro, 2002).

Sensorial: Esfuerzo requerido para separar la superficie del queso de otra superficie (lengua, dientes, paladar (Surmacka, 2001).

El vocabulario más utilizado para describir esta propiedad y sus referencias más naturales más aceptadas son:

- ✓ Sin adherencia: referente natural, clara de huevo cocido.
- ✓ Adherente: referencia natural, yema de huevo cocido.
- ✓ Elevada adherencia: referencia natural, queso fundido.

d) Fuerza adhesiva

Es la energía que ejerce el material para el regreso del sensor, al despejarse de la muestra, es la fuerza negativa máxima en el primer ciclo de compresión.

### 1.5.7.2. DEFINICIÓN DE REOLOGÍA.

Es la ciencia de la deformación y el flujo de la materia, se ocupa de la deformación de los cuerpos aparentemente continuos y uniformes (Muller, 1978).

#### Definición física y sensorial de la viscosidad.

Física: Es la resistencia que opone un líquido a fluir cuando es sometido a un esfuerzo de cizallamiento.

Sensorial: Es la fuerza requerida para pasar un líquido de la cuchara a la boca para tragarlo o extenderlo sobre un soporte.

### 1.5.7.2.1. COMPORTAMIENTO REOLÓGICO DE FLUIDOS.

#### *Fluidos Newtonianos:*

Los fluidos newtonianos son aquellos para los cuales la relación entre el esfuerzo de cizallamiento y la velocidad de cizallamiento es una constante (Martínez et al, 2001).

$$\sigma = \eta \gamma$$

$\sigma$  = Esfuerzo de corte (Pa).

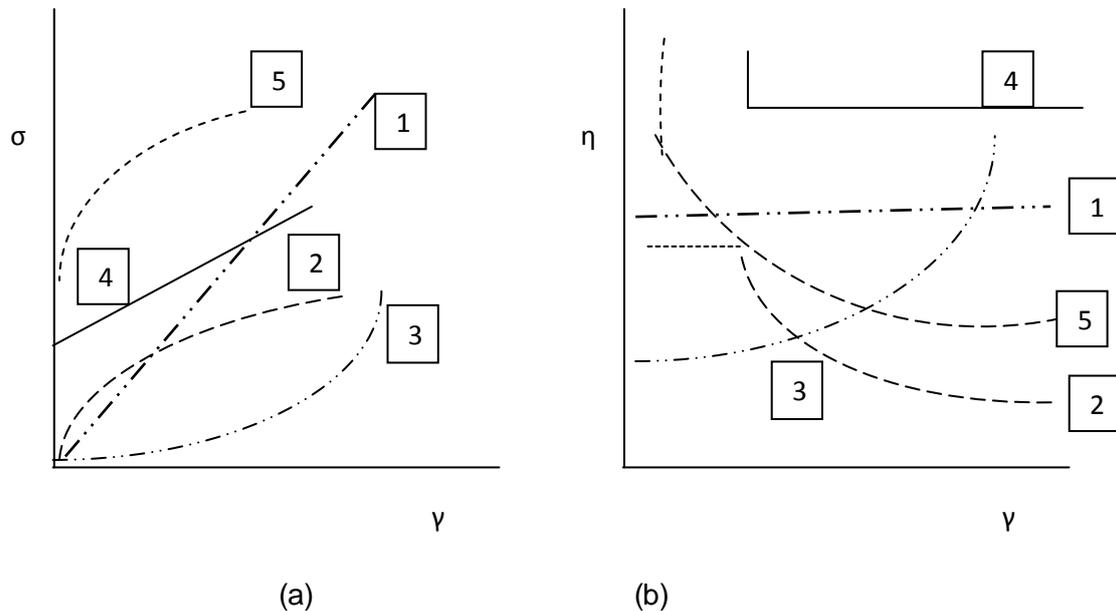
$\eta$  = Viscosidad (Pa\*s)

$\gamma$  = Velocidad de corte (1/s).

#### *Fluido no Newtoniano:*

Todos los fluidos que no presentan el comportamiento newtoniano ideal se conocen como no newtonianos. Aquellos cuya viscosidad es independiente del tiempo se conocen como no newtonianos independientes del tiempo de cizallamiento. La relación que presentan el esfuerzo y la velocidad de cizallamiento puede ser representada por diferentes modelos ya sean matemáticos o reológicos (Martínez et al, 2001).

Gráfica 4. Representación gráfica de el comportamiento de un fluido (Martínez, 2001).



Nota: La grafica (a) representa la curva de flujo y la grafica (b) representa la curva de viscosidad.

1. Newtoniano
2. Pseudoplástico o adelgazante a la cizalla.
3. Dilatante o espesante a la cizalla.
4. Plástico de Bingham.
5. Plástico adelgazante al corte (Herschel Bulkley).

✓ Fluidos pseudoplásticos.

En estos materiales la viscosidad disminuye a medida que se someten a velocidades de cizallamiento mayores como lo muestra la Gráfica 4 en la línea con el número 2.

Aunque muchos de ellos parecen homogéneos a simple vista, en realidad la mayoría son compuestos formados por más de una fase conteniendo partículas. Aunque muchos de ellos parecen homogéneos a simple vista, en realidad la mayoría son compuestos formados por más de una fase conteniendo partículas de forma irregular, gotas pequeñas en otro líquido, soluciones poliméricas con agregados grandes de cadenas moleculares enrolladas. En reposo, estos materiales mantienen un orden interno y son caracterizados por una resistencia interna a fluir llamada viscosidad. A medida que aumenta la velocidad de cizallamiento, las partículas dispersas se reorientan, desagregan deforman, estiran, en dirección del flujo, oponiendo en consecuencia menor resistencia a fluir. El efecto del adelgazamiento al corte es reversible, y al cesar el cizallamiento, las moléculas vuelven a su situación original y el material recupera su viscosidad inicial.

- ✓ Fluidos dilatantes.

En estos materiales el aumento de la velocidad de cizallamiento ocasiona un aumento en la viscosidad inicial tal como se muestra en la Gráfica 4 en la línea con el número 3.

- ✓ Modelo de la ley de la potencia.

Las curvas de esfuerzo cortante ( $\sigma$ ) contra velocidad de corte ( $\gamma$ ) para materiales pseudoplásticos y dilatantes se describen utilizando un modelo de ley de la potencia (Martínez et. al., 2001).

$$\sigma = k\gamma^n$$

Donde:

- n es el índice de comportamiento al flujo
- n < 1 = fluido adelgazante a la cizalla
- n > 1 = fluido espesante a la cizalla
- K es el índice de consistencia (Pas<sup>n</sup>).

- ✓ Plástico de Bingham

Este material no fluye hasta que el esfuerzo de cizallamiento alcanza cierto valor conocido como ESFUERZO INICIAL ( $\sigma_0$ ). Se considera que el esfuerzo inicial es un valor límite del esfuerzo de cizallamiento, por debajo del cual el material se comporta como sólido. Al vencer este valor, el comportamiento sólido desaparece y el material se comporta como fluido. El fluido Bingham, una vez que empieza a fluir se comporta como newtoniano (Martínez et. al., 2001).

$$\sigma = \sigma_0 + \eta_p \gamma$$

Donde:

- $\sigma_0$  = Esfuerzo inicial.
- $\eta_p$  = Viscosidad plástica.

- ✓ Plástico adelgazante al corte (Herschel Bulkley).

El fluido Herschel Bulkley se comporta como un fluido Pseudoplástico con esfuerzo inicial, k y n son las constantes del modelo de la potencial.

$$\sigma = \sigma_0 + k\gamma$$

### 1.6. ENVASADO.

El envasado trata de proteger a los alimentos frente a la alteración y la contaminación y de alargar su vida útil, calidad, seguridad, frescura, información (gráficos, etiquetas) y facilidad de uso o comodidad (Vaclavik, 1998).

### **1.6.1. ENVASE.**

Envase. Es cualquier recipiente adecuado que está en contacto directo o indirecto con el producto, para protegerlo y conservarlo, facilitando su manejo, transportación, almacenamiento y distribución (Rodríguez, 2007).

Envase primario. Es el recipiente, que esta directamente en contacto con la superficie del alimento (Vaclavik, 1998).

Envase secundario. Es el recipiente que contiene al envase primario (como cajas de fibra aglomerada) y no tienen contacto directo con el alimento (Vaclavik, 1998).

Las funciones del envasado son numerosas e incluyen fines como la protección de alimentos crudos o procesados frente a la alteración y contaminación por numerosos riesgos externos. Las funciones del envase son las siguientes:

- Protege frente a la alteración del color, olor, textura y otras características de los alimentos.
- Evita la contaminación por agentes físicos, químicos y biológicos.
- Controla la absorción y pérdidas de O<sub>2</sub> y vapor de agua.
- Facilita el uso del Producto que contiene.
- Ofrece un almacenamiento adecuado antes del uso, como la posibilidad de apilado, de volver a cerrar de verter fácilmente.
- Información referente a ingredientes, datos nutricionales, nombre y dirección del fabricante, peso, código de barras, etc.

### **1.6.2. PELÍCULAS LAMINADAS.**

Son multicapas de aluminio, papel o plásticos que se pueden usar selectivamente de acuerdo con las necesidades específicas de los alimentos envasados. Diversas láminas, en combinación pueden proporcionar más fuerza y protección que las películas de materiales individuales. Los laminados son barreras útiles para:

- Controlar el O<sub>2</sub>,
- El vapor de agua,
- Y la transmisión de luz
- Además de que proporcionan buena resistencia al estallido, pueden resistir pinchazos y roturas por flexión (Vaclavick, 1998).

## CAPÍTULO II. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN EXPERIMENTAL.

### 2.1. OBJETIVOS.

#### 2.1.1. OBJETIVO GENERAL.

Desarrollar un queso tipo *Petit-suisse* reducido en lactosa, grasa y calorías sabor manzana-pera, mediante una leche, inoculada y desuerada para obtener un producto que pueda ser consumido sin problemas por personas intolerantes a la lactosa y que deseen un estilo de vida saludable.

#### 2.1.2. OBJETIVO PARTICULAR 1

Establecer la formulación para elaborar un queso tipo *Petit-suisse* reducido en lactosa, grasa y calorías mediante un análisis sensorial de preferencia y realizar análisis químico proximal, reológico, textural, microbiológico e índice de sinéresis para obtener un producto con las características deseadas y diferenciarlo con el producto comercial.

#### 2.1.3. OBJETIVO PARTICULAR 2

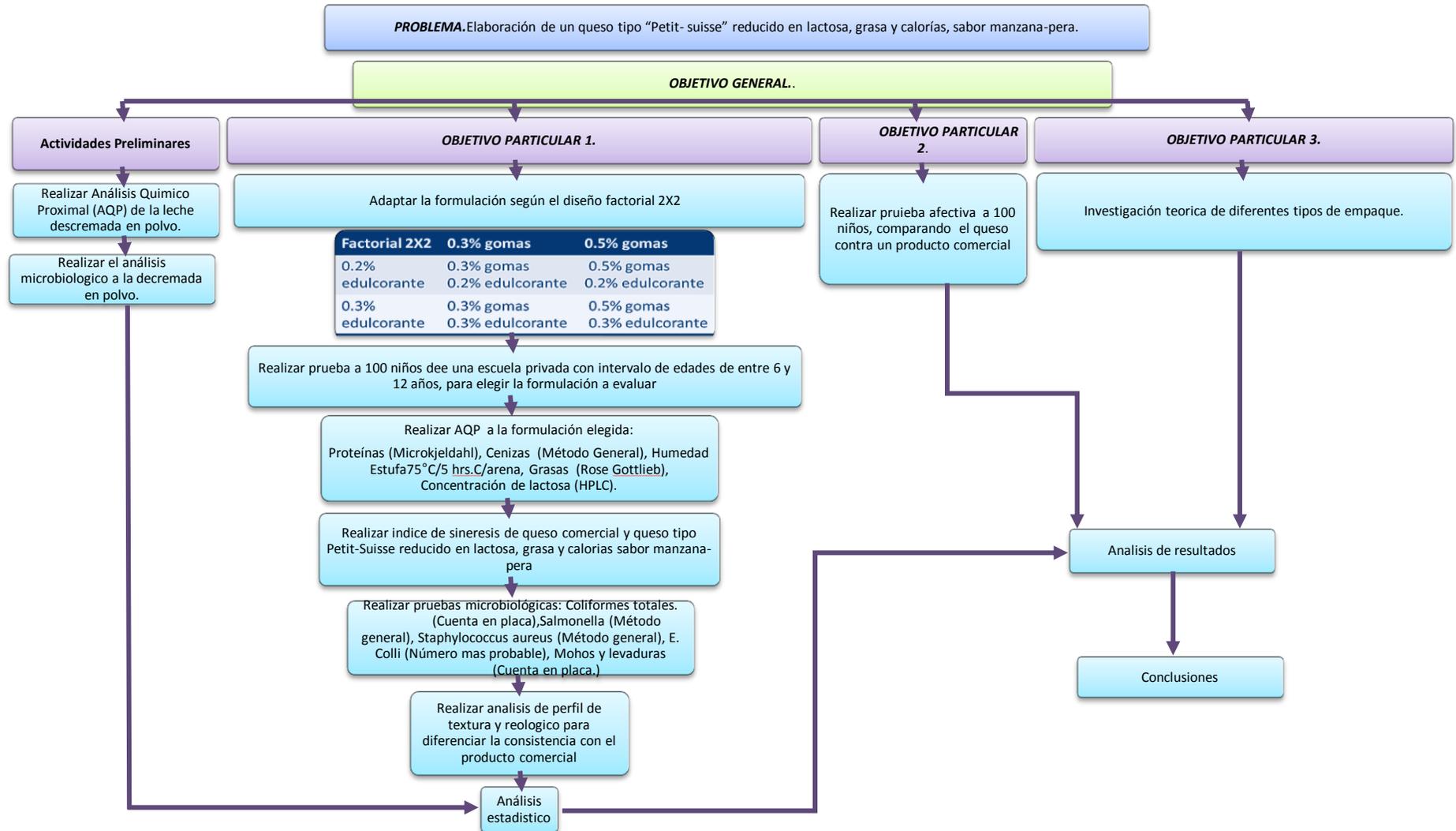
Evaluar sensorialmente el queso tipo *Petit-suisse* reducido en lactosa, grasa y calorías mediante una prueba afectiva para determinar el grado de aceptación y preferencia en comparación al comercial.

#### 2.1.4. OBJETIVO PARTICULAR 3

Definir un envase adecuado mediante la investigación teórica a un queso tipo *Petit-Suisse* reducido en lactosa, grasa y calorías, sabor manzana-pera, para que sea mas atractivo y novedoso al consumidor final (niños).

**2.2. JUSTIFICACIÓN DE VARIABLES:** Debido a que se realizarán cambios en la formulación del queso tipo "petit suisse" como la adición de la enzima lactasa para obtener un producto reducido en lactosa, la consistencia y sabor de este podrían cambiar por eso se han elegido como variables independientes la adición de goma guar y xantana en diferentes porcentajes (0.3% y 0.5%) ambas gomas en la misma proporción; así como la combinación de edulcorantes (dextrosa, sucralosa y maltodextrina) (0.2% y 0.3%) para resolver los problemas de consistencia y sabor con la ayuda de un diseño factorial 2<sup>2</sup>.

## 2.3. CUADRO METODOLÓGICO



### CAPITULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO

#### 3.1. ACTIVIDADES PRELIMINARES

##### 3.1.1. ANALISIS QUIMICO PROXIMAL (AQP) Y FISICOQUIMICO DE LA LECHE DESCREMADA EN POLVO:

De acuerdo a lo planteado en las actividades de este trabajo, en el Cuadro 4 se muestra el tipo de determinación y el método a seguir para realizar el AQP y fisicoquímico de la leche en polvo, con tres repeticiones para cada determinación.

**Cuadro 4: Técnicas para el análisis químico proximal y fisicoquímico de la leche en polvo.**

Determinación	Método
<b>pH</b>	Norma Mexicana: NMX-F-317-S-1978. Determinación de pH en alimentos. Determination of pH in foods. Normas mexicanas. Dirección general de normas.
<b>acidez</b>	Norma Oficial Mexicana: Determinación de la acidez (°D). NOM-155-SCFI-2003, leche, formula láctea y producto lácteo combinado-Denominaciones, especificaciones fisicoquímicas, información comercial y métodos de prueba. Inciso 8.3.
<b>Humedad</b>	Norma Oficial Mexicana: Determinación de Humedad. NOM-116-SSA1-1994, bienes y servicios. Determinación de humedad en alimentos por tratamiento térmico. Método por arena o gasa.
<b>Grasa</b>	Norma Oficial Mexicana Determinación de grasa. NOM-155-SCFI-2003, leche, formula láctea y producto lácteo combinado-Denominaciones, especificaciones fisicoquímicas, información comercial y métodos de prueba. Inciso 8.10
<b>Proteína</b>	Norma Oficial Mexicana: Determinación de proteínas por micro Kjeldahl. Norma Oficial Mexicana NOM-155-SCFI-2003, leche, formula láctea y producto lácteo combinado-Denominaciones, especificaciones fisicoquímicas, información comercial y métodos de prueba. Inciso 8.5.

<b>Cenizas</b>	Norma Mexicana: Determinación de cenizas. NMX-F-066-S-1978. Determinación de cenizas en alimentos.
<b>Carbohidratos</b>	Norma Oficial Mexicana Determinación de carbohidratos. NOM-155-SCFI-2003, leche, formula láctea y producto lácteo combinado-Denominaciones, especificaciones fisicoquímicas, información comercial y métodos de prueba. Inciso 8.11

### 3.1.2. ANALISIS MICROBIOLÓGICO A LA LECHE EN POLVO DESCREMADA.

Se realizó el análisis microbiológico a la leche descremada en polvo; los diferentes análisis se llevaron a cabo en base a las normas mencionadas en el Cuadro 5, con una sola repetición, para cada determinación.

**Cuadro 5: Técnicas para le análisis microbiológico de la leche en polvo.**

<b>Determinación</b>	<b>Método</b>
<b>Hongos y Levaduras</b>	Norma Oficial Mexicana NOM-111-SSA1-1994, bienes y servicios. Método para la cuenta de mohos y levaduras en alimentos.
<b>Mesófilos aerobios</b>	Norma Oficial Mexicana NOM-092-SSA1-1994, Bienes y servicios. Método para la cuenta de bacterias aerobias en placa.
<b>Coliformes</b>	Norma Oficial Mexicana NOM-113-SSA1-1994, Bienes y servicios. Método para la cuenta de microorganismos coliformes totales en placa.

### 3.2. ACTIVIDADES DEL OBJETIVO PARTICULAR 1.

#### 3.2.1. PROCESO DE QUESO TIPO *PETIT SUISSE* REDUCIDO EN LACTOSA, GRASA Y CALORIAS.

El queso que se elaboró en este trabajo fue en base a un proceso tradicional como se muestra en el Diagrama 4, a dicho diagrama se le hicieron ciertas modificaciones para

poder obtener un queso tipo Petit- Suisse reducido en lactosa, grasa y calorías sabor manzana pera, en este proceso se consideró la importancia de los parámetros como temperatura, pH y tiempo. En el Diagrama 5, se muestran las modificaciones realizadas.

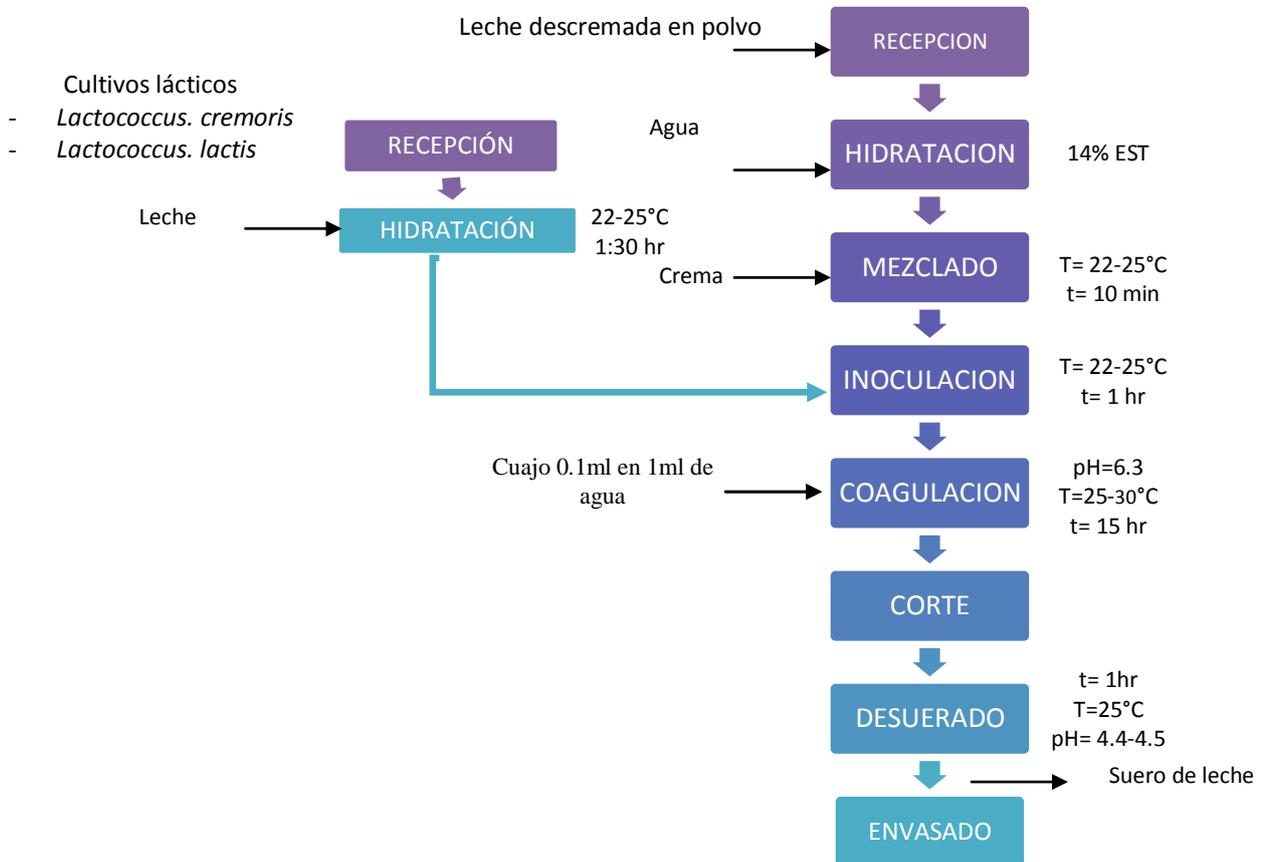


Diagrama 4. Diagrama de proceso tradicional del queso tipo "Petit Suisse"

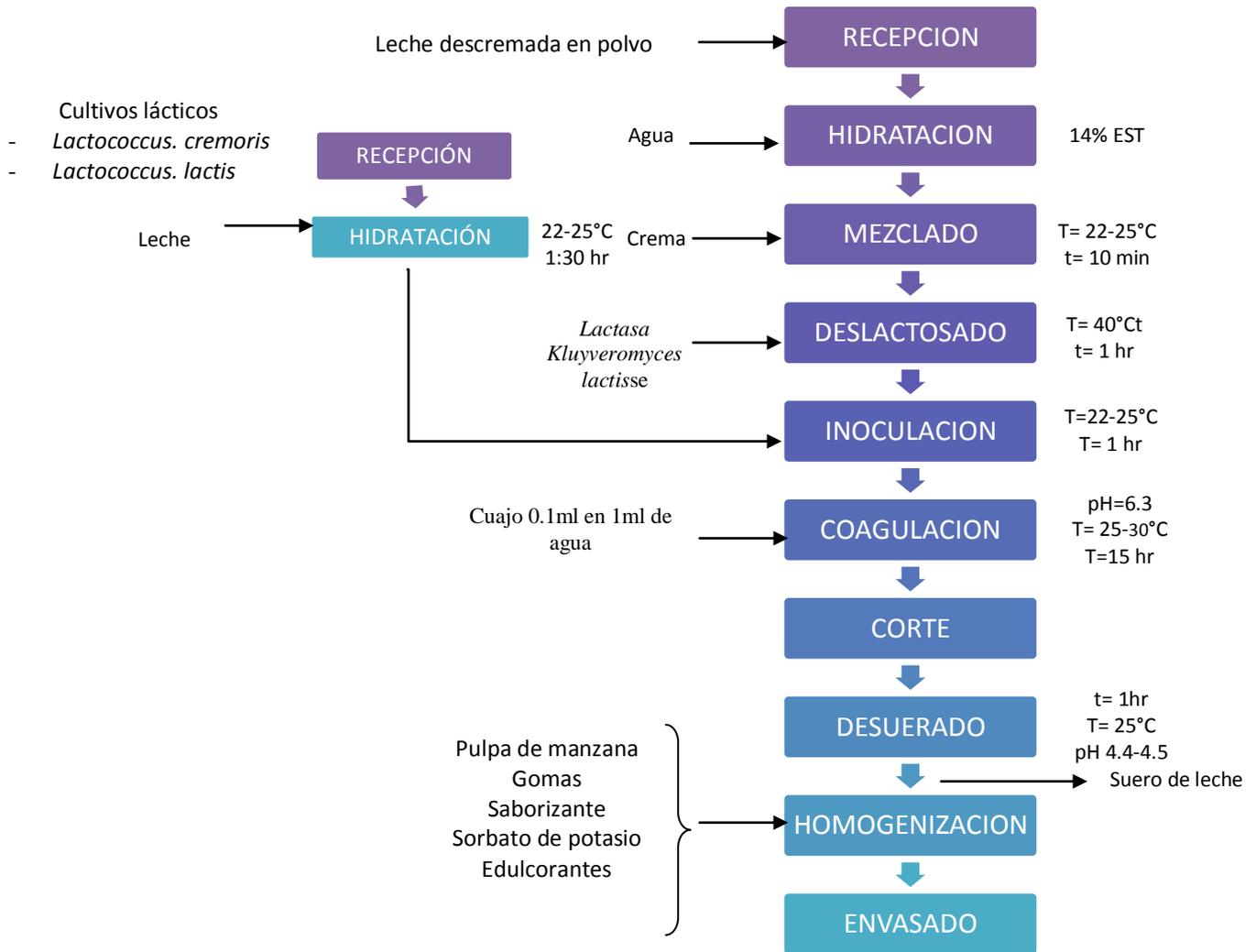


Diagrama 5. Diagrama de proceso del queso tipo “Petit Suisse” reducido en lactosa, grasa y calorías, sabor manzana-pera.

### 3.2.2. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

A continuación se describe brevemente el proceso de obtención del queso tipo *Petit Suisse*

Para la realización del queso tipo *Petit Suisse* fue necesario realizar las siguientes acciones previas: Los cultivos liofilizados (*Lactococcus lactis* y *Lactococcus cremoris*) de la marca Danisco se hidrataron una hora y media antes de su adición siguiendo las indicaciones del fabricante. Posteriormente se recibió la leche en polvo descremada de la marca Dilac y se hidrató hasta tener 14 % Extracto Seco Total (EST), se le adicionó la media crema de la marca Great Value y se mezcló durante 10 min. a temperatura ambiente (22-25°C), se adicionó 0.45 ml/L de la lactasa (*Kluyveromyces lactis*) de la marca Maxilact LG 2000 proporcionada por DSM Dairy ingredients,, a una temperatura de 40°C y se dejó reposar durante una hora para llegar a una temperatura 22-25°C, se le agregó el cultivo se agitó y se dejó reposar durante otra hora.

Transcurrido el tiempo de la inoculación se adicionó 0.1ml del cuajo marca Reninmex disueltos en 1 ml de agua, éste se llevó a cabo a una temperatura de 22-25°C y se dejó reposar durante 15 horas. Es muy importante no mover el recipiente ya que se puede romper la cuajada así como no rebasar las 15 horas de coagulación ya que si se sobrepasan aumenta la acidez del queso, haciéndose grumoso y se obtendría un queso muy ácido; transcurridas las 15 horas se cortó la cuajada en cubos de 1 cm ya que esto facilita el desuerado. Se vació la cuajada en tela de organza y se dejó reposar durante 1 hora a temperatura ambiente (22-25°C).

Después de esta etapa se le adicionó el resto de los ingredientes, la goma xantana y guar proporcionadas por la empresa Brenntag, la pulpa de manzana proporcionada por la empresa Alpura, el saborizante de manzana y pera proporcionados por Sensient Flavors, dextrosa, maltodextrina y sucralosa proporcionadas por Ingredion antes CPIngredientes, sorbato de potasio que proporcionó la empresa La Florida; se procedió a homogeneizarlo con una licuadora y después a envasar el queso *Petit Suisse* en moldes 150 gramos.

### 3.2.3. FUNCIONALIDAD DE LOS INGREDIENTES.

A continuación se describe la materia prima y su funcionalidad utilizadas en la elaboración del queso tipo *Petit Suisse*.

➤ **Leche descremada en polvo (Dilac).**

Los sólidos de leche (como la leche en polvo) se agregan para dar mayor consistencia al queso así como para alcanzar el EST requerido en la formulación.

➤ **Cuajo. (Reninmex).**

El cuajo es un enzima proteolítico que actúa desestabilizando a la caseína, lo que da lugar a la formación de un «gel» o coágulo que engloba al suero y los glóbulos grasos en su interior.

### ➤ **Cultivo (Danisco).**

*Lactobacillus cremoris* y *L. lactis*. La función principal de estas bacterias es la producción de ácido láctico mediante la fermentación de la lactosa. El ácido láctico promueve la formación y desuerado de la cuajada, evita que crezcan en ésta microorganismos patógenos debido a que disminuye el pH a valores de 5,0-5,2 y le confiere un sabor ácido. Además estas bacterias dan lugar a sustancias responsables del aroma y contribuyen a la maduración mediante la proteólisis (ruptura de las proteínas) y la lipólisis (ruptura de las grasas).

### ➤ **Media crema. (Great Value).**

La Media Crema le proporciona al queso la consistencia cremosa y firmeza del queso tipo "Petit Suisse".

### ➤ **Lactasa. Maxilact LG 2000 (DSM).**

Es una preparación de lactasa en forma líquida proveniente de una cepa de levadura denominada *Kluyveromyces lactis*, es una enzima que hidroliza la lactosa.

### ➤ **Pulpa de manzana (Alpura).**

La base de fruta para yogurt es una conserva preparada para uso industrial, a base de fruta en trozo o puré, acidulantes, edulcorantes y agentes gelificantes utilizada como puré de fruta para la fabricación de yogurt, líquido o cremoso.

Sus ingredientes son: Fruta en trozo, azúcar, almidón modificado, pectina, ácido cítrico y benzoato de sodio como conservador, con o sin color y sabor su apariencia es de gel suave y brillante.

### ➤ **Saborizantes de manzana y pera (Sensient Flavors).**

Son preparados de sustancias que contienen los principios sávido-aromáticos, extraídos de la naturaleza o sustancias artificiales, de uso permitido en términos legales, capaces de actuar sobre los sentidos del gusto y del olfato, pero no exclusivamente, ya sea para reforzar el propio (inherente del alimento) o transmitiéndole un sabor y/o aroma determinado, con el fin de hacerlo más apetitoso pero no necesariamente con este fin.

### ➤ **Goma Guar (Brenntag)**

Se utiliza como agente de viscosidad, imparte cuerpo y palatabilidad. Suspende sólidos y es retenedor de agua. En los productos lácteos se usa principalmente en cremas para dar textura y consistencia, en cremas reducidas en grasa puede ser utilizada para mejorar la consistencia, en quesos frescos incrementa el rendimiento y reduce el desuerado, en yogurt y helados bloquea sinéresis y mejora la consistencia.

### ➤ **Goma Xantana (Brenntag).**

Evita separación de fases en emulsiones lácteas, brinda estabilidad a bebidas lácteas acidificadas (combinación leche y jugo) protegiendo las proteínas de la desnaturalización. En cremas ácidas imparte cuerpo y estabilidad, en cremas para

batir ayuda a la estabilidad y brinda cuerpo, en yogurt contribuye a la estabilidad al pH ácido y proporciona textura.

### ➤ **Dextrosa, Maltodextrina y Sucralosa (Ingredion antes CPIngredientes)**

Proporcionan sabor dulce al producto.

Sorbato de potasio (La Florida)

Funciona como conservador para evitar el desarrollo de mohos ya que el producto no es sometido a ningún proceso de conservación

### 3.2.4. DISEÑO FACTORIAL 2<sup>2</sup>.

A continuación se describe el diseño estadístico utilizado para la elaboración del queso *Petit Suisse*.

Se adaptó la formulación según el diseño factorial 2<sup>2</sup>.

Para esta actividad se realizaron 4 formulaciones diferentes, obteniendo el queso aplicando un proceso tradicional, realizando cambios en la formulación del queso tipo "Petit Suisse" como la adición de la enzima lactasa (*Kluyveromyces lactis*) para obtener un producto deslactosado, debido a que la consistencia y sabor de este podrían cambiar, por la modificación realizada, se establecieron como variables independientes la adición de la mezcla de goma guar y xantana en diferentes porcentajes (0.3% y 0.5%) ambas gomas en la misma proporción (50:50); así como la mezcla de edulcorantes (dextrosa, maltodextrina y Sucralosa (0.2% y 0.3%) para así resolver los problemas de consistencia y sabor respectivamente.

#### ❖ Formulaciones

En la Figura 9 se muestra la combinación del dulzor y la consistencia en las 4 formulaciones de acuerdo a los porcentajes de gomas y edulcorante.

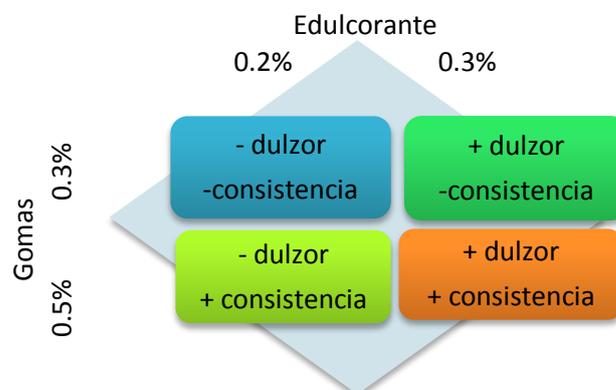


Figura 9. Diseño factorial 2<sup>2</sup>

### 3.2.5. PRUEBA HEDÓNICA.

Se llevó a cabo prueba sensorial para elegir la formulación a evaluar.

Las formulaciones fueron estudiadas por medio de una prueba de preferencia, con un panel de jueces no entrenados de 100 niños de una escuela privada con edades de entre 6 y 12 años.

En la Figura 11 se presenta el formato que se realizó dicha para prueba, en la que los niños calificaban al producto en el sabor, cada vaso que contenía el producto así como las hojas de prueba estaban identificados por colores de la manera siguiente:

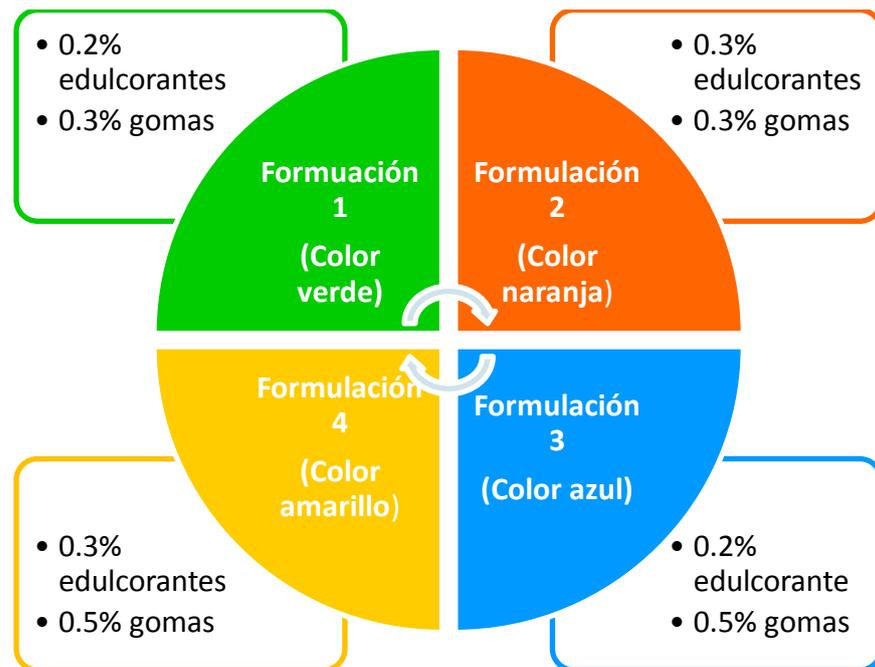


Figura 10. Identificación por colores de las diferentes formulaciones.

Fecha: \_\_\_\_\_ Grado: \_\_\_\_\_ Edad: \_\_\_\_\_ Yo soy niño ( ) niña ( )

INSTRUCCIONES: Frente a ti tienes cuatro muestras marcadas con diferentes colores, elige la hoja del mismo color, pruébala y contesta.

SABOR:

		
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ME GUSTA MUCHISIMO	ME DA IGUAL	NO ME GUSTA

---

10 0

**¡¡¡GRACIAS!!!**

Figura 11. Formato para la prueba hedónica del queso tipo Petit Suisse

**3.2.6. ANALISIS QUIMICO PROXIMAL.**

De acuerdo a lo planteado en este trabajo se llevó a cabo el análisis químico proximal y fisicoquímico al queso tipo “Petit Suisse” deslactosado bajo en grasa y calorías, con tres repeticiones para cada determinación, mediante los métodos descritos en el Cuadro 6.

**Cuadro 6: Técnicas para el análisis químico proximal y fisicoquímico del queso *Petit Suisse*.**

<b>Determinación</b>	<b>Método</b>
<b>pH</b>	Norma Mexicana: NMX-F-317-S-1978. Determinación de pH en alimentos. Determination of pH in foods. Normas mexicanas. Dirección general de normas..
<b>Acidez.</b>	Norma Oficial Mexica: Determinación de la acidez (°D). NOM-155-SCFI-2003, leche, formula láctea y producto lácteo combinado-Denominaciones, especificaciones fisicoquímicas, información comercial y métodos de prueba. Inciso 8.3.
<b>Humedad</b>	Norma Oficial Mexicana: Determinación de Humedad. NOM-116-SSA1-1994, bienes y servicios. Determinación de humedad en alimentos por tratamiento térmico. Método por arena o gasa.
<b>Grasa</b>	Röse-Gottlieb (Hart, 1984; Matissek, 1998).
<b>Proteína</b>	Norma Oficial Mexicana: Determinación de proteínas por micro Kjeldahl. Norma Oficial Mexicana NOM-155-SCFI-2003, leche, formula láctea y producto lácteo combinado-Denominaciones, especificaciones fisicoquímicas, información comercial y métodos de prueba. Inciso 8.5.
<b>Cenizas</b>	Norma Mexicana: Determinación de cenizas. NMX-F-066-S-1978. Determinación de cenizas en alimentos.

<b>Carbohidratos</b>	Para la determinación de carbohidratos se realizo por diferencia de porcentajes.
<b>Lactosa</b>	HPLC (Lactosa) AOAC, 2002, (Capitulo 32 Método 982.14 ed. 17).

### 3.2.7. INDICE DE SINÉRESIS.

La determinación del índice de sinéresis, se realizó al queso comercial y experimental, de acuerdo al método descrito por (Aichinger, 2003) a:

- 5700 G
- T=6°C
- T= 3 minutos
- 2 corridas con 12 muestras cada corrida.

$$\text{Cálculo: } \%I.S = \frac{P_{\text{sobrenadante}}}{P_{\text{muestra}}} \times 100$$

Donde:

P. sobrenadante: Peso del sobrenadante.

P. muestra: Peso de muestra sin sobrenadante.

### 3.2.8. ANALISIS DE PERFIL DE TEXTURA.

Se procedió el análisis de perfil de textura (TPA), para el queso comercial y el experimental, con 3 muestra y a cada una, una repetición.

Equipo:

- Texturómetro LLOYD TA500.

Condiciones de la prueba:

- La muestra debe estar a una temperatura de 25 °C
- Celda de carga: 10 N
- Velocidad del dispositivo: 1.70 mm/seg.
- Distancia: 5 mm
- Tiempo: 10 segundos

Materiales

- Cajas petri con un diámetro de 5.1 cm, altura 1.7 cm
- Punta de prueba: cilindro de plástico de ¼ in.

### **3.2.9. PARÁMETROS REOLÓGICOS.**

Se procedió al análisis reológico, para el queso comercial y el experimental, con 3 muestra y a cada una, una repetición.

Equipo:

- Viscosímetro de cilindros concéntricos SVDIN HAAKE VT550.

Condiciones de la prueba:

- Velocidad de cizalla= de 1 a 300 s<sup>-1</sup>
- Tiempo=180s.
- Número de puntos=30
- Temperatura ambiente=25°C

### **3.2.10. ANALISIS MICROBIOLÓGICO.**

Se efectuó el análisis microbiológico al queso “Petit Suisse” reducida en lactosa, grasa y calorías, se realizo una repetición para cada determinación.

Para realizar el análisis microbiológico se hizo de acuerdo a las siguientes normas como se describen en el Cuadro 7:

**Cuadro 7: Análisis microbiológico del queso tipo Petit Suisse experimental.**

<b>Determinación</b>	<b>Método</b>
<b>Hongos y Levaduras</b>	Norma Oficial Mexicana NOM-111-SSA1-1994, bienes y servicios. Método para la cuenta de mohos y levaduras en alimentos.
<b>Salmonella</b>	Norma Oficial Mexicana nom-114-SSA1-1994, bienes y servicios. Método para la determinación de salmonella en alimentos.
<b>Coliformes</b>	Norma Oficial Mexicana NOM-113-SSA1-1994, Bienes y servicios. Método para la cuenta de microorganismos coliformes totales en placa.

3.3. ACTIVIDADES OBJETIVO PARTICULAR 2.

3.3.1. EVALUACION SENSORIAL.

Se realizó una prueba hedónica a 100 niños entre 6 y 12 años en la cual se calificaron los parámetros del olor, color y sabor, tanto al queso comercial como al queso tipo Petit-Suisse reducido en lactosa, grasas y calorías, la cual se muestra en la Figura 12 para así conocer cual de los dos quesos es el de su preferencia,

Fecha: \_\_\_\_\_ Grado: \_\_\_\_\_ Edad: \_\_\_\_\_ Yo soy niño ( ) niña ( )

INSTRUCCIONES: Frente a ti tienes dos vasos marcados con diferente color, elige la hoja correspondiente al color del vaso y contesta,

10 0

COLOR:

ME GUSTA MUCHISIMO ME DA IGUAL NO ME GUSTA

10 0

SABOR:

ME GUSTA MUCHISIMO ME DA IGUAL NO ME GUSTA

10 0

¡!!!!GRACIAS!!!!!!

Figura 12. Formato para la prueba sensorial del queso Petit Suisse

## CAPITULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. ANÁLISIS QUÍMICO PROXIMAL Y FISICOQUÍMICO DE LA LECHE DESCREMADA EN POLVO.

De acuerdo a la metodología planteada se obtuvieron los siguientes resultados en el AQP y fisicoquímico de la leche descremada en polvo los cuales se muestran en el Cuadro 8.

**Cuadro 8. Resultados del análisis químico proximal y fisicoquímico de la leche en polvo**

<b>Características Fisicoquímicas</b>	<b>Proveedor</b>	<b>Determinación</b>
<b>pH</b>	6.4 – 6.6	6.5
<b>Acidez (°D)</b>	13 -16	15°D
<b>% Humedad</b>	3 -4	3.1
<b>% Grasa</b>	0.5 – 1	0.7
<b>% Proteínas</b>	34 -36	35
<b>% Cenizas</b>	6 – 7	6.5
<b>% Carbohidratos</b>	55 - 58	55
<b>TOTAL</b>		100.3 % ≈100%

A la leche empleada como materia prima principal para la elaboración de queso se le realizaron los análisis ya mencionados para corroborar que las especificaciones marcadas por el fabricante se cumplieran. Esto era necesario para obtener un producto adecuado; los resultados que se obtuvieron mostraron que la leche analizada cumplía con dichas especificaciones por lo cual es aceptable para la realización del producto.

### 4.2. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO A LA LECHE DECREMADA EN POLVO.

De acuerdo a la metodología planteada en el Cuadro 9 se presentan los resultados del análisis microbiológico obtenido de la leche en polvo.

**Cuadro 9. Resultados análisis microbiológicos de la leche en polvo.**

<b>Bacterias</b>	<b>Especificaciones</b>	<b>Resultados</b>
<b>Hongos y Levaduras</b>	<100	60UFC/g
<b>Mesófilos</b>		100UFC/g
<b>Coliformes</b>	<10	<1UFC/g

Los resultados del análisis microbiológico de la leche para la elaboración de queso tipo *Petit Suisse* se realizaron para corroborar el cumplimiento con la normatividad de este ingrediente, marcado en la Norma Oficial Mexicana NOM-184-SSA1-2002, Productos y servicios. Leche, fórmula láctea y producto lácteo combinado. Especificaciones sanitarias, por parte del fabricante para obtener un producto; los resultados obtenidos mostraron que el producto está dentro de dichas especificaciones por lo cual es aceptable para la realización del producto.

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN DEL OBJETIVO PARTICULAR 1.

#### 4.3. ACTIVIDAD 1. PLANTEAMIENTO DE FORMULACIONES

En el Cuadro 10 se muestran las formulaciones para elaborar un queso tipo *Petit-Suisse* reducido en lactosa, grasa y calorías mediante un diseño factorial 2x2.

**Cuadro 10. Posibles formulaciones del queso tipo “Petit Suisse”.**

MATERIA PRIMA	FORMULACION	FORMULACION	FORMULACION	FORMULACION
	1	2	3	4
	%	%	%	%
AGUA	69.25	69.15	69.05	68.95
LECHE EN POLVO	8.9	8.9	8.9	8.9
CREMA	13.7	13.7	13.7	13.7
SABORIZANTE	0.12	0.12	0.12	0.12
EDULCORANTE	0.2	0.3	0.2	0.3
PULPA	7.1	7.1	7.1	7.1
GOMAS	0.3	0.3	0.5	0.5
SORBATO	0.4	0.4	0.4	0.4
CULTIVO	$1.1 \times 10^{-3}$	$1.1 \times 10^{-3}$	$1.1 \times 10^{-3}$	$1.1 \times 10^{-3}$
CUAJO	$5 \times 10^{-3}$	$5 \times 10^{-3}$	$5 \times 10^{-3}$	$5 \times 10^{-3}$
LACTASA	$25 \times 10^{-3}$	$25 \times 10^{-3}$	$25 \times 10^{-3}$	$25 \times 10^{-3}$
	100	100	100	100

#### 4.4. ACTIVIDAD 2. EVALUACIÓN SENSORIAL.

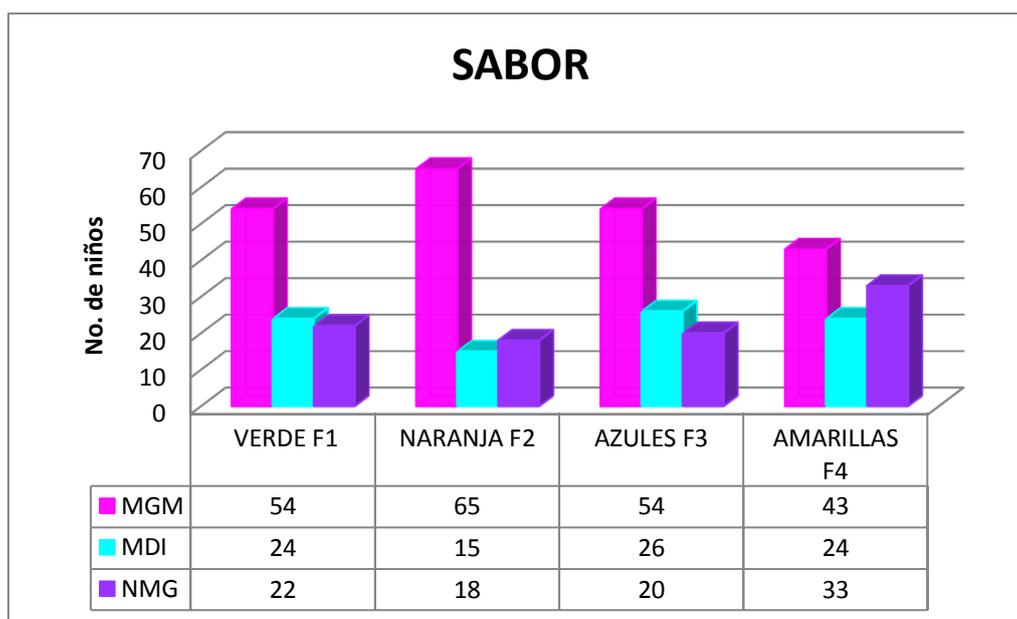
Se realizó la prueba sensorial para elegir la formulación a evaluar.

A continuación se muestran los resultados obtenidos en la prueba sensorial de las diferentes formulaciones descritas anteriormente.

- **SABOR:**

Como ya se había mencionado anteriormente el sabor es una de las propiedades mas importantes ya que determina la aceptación de un nuevo producto y como se muestra en la Gráfica 5 de las 4 formulaciones establecidas la que obtuvo mayor preferencia fue la formulación 2 (0.3% edulcorante y 0.3% de gomas).

**Gráfica 5. Resultados del sabor de las 4 formulaciones obtenidas.**



\*Nota: MGM= me gusta mucho, MDI= me da igual y NMG= no me gusta

El parámetro mas importantes para la elección de la formulación del queso tipo *Petit Suisse* fue el sabor es así como se eligió la formulación número 2 que es la que contiene 0,3% de edulcorante y 0,3% de gomas ya que de los 100 niños que fueron encuestados 65 eligieron éste como el queso de mejor sabor.

Los sentidos clásicos son el olfato, gusto, vista y tacto. Son diversos los criterios reportados en la literatura con relación al peso e importancia de cada una de las propiedades sensoriales en la calidad y aceptación de un producto. En este sentido hay que considerar que la evaluación sensorial está dada por la integración de los valores particulares de cada uno de los atributos sensoriales de un alimento, por lo tanto no debe absolutizarse que una propiedad en particular es la que define la calidad de un producto dado; sino que existe una interrelación entre ellas, que no permite por tanto menos preciar el papel de ninguna de éstas (Espinosa, 2007).

#### **4.5. ACTIVIDAD 3. ANÁLISIS QUÍMICO PROXIMAL Y FÍSICOQUÍMICO DEL QUESO TIPO PETIT SUISSE, REDUCIDO EN LACTOSA, CALORÍAS Y GRASA.**

Para poder comparar el valor nutricional del queso tipo “Petit- Suisse” experimental con el comercial fue importante realizar un análisis químico proximal y fisicoquímico, en el Cuadro 11 muestra el análisis estadístico de dicho queso se observa que la

desviación estándar y el coeficiente de variación no son elevados lo que indica que los valores son homogéneos y confiables. En el Cuadro 12 se muestra una comparación entre el análisis químico proximal del queso experimental contra el queso comercial así como la diferencia que existe en ellos en cuanto a la reducción de calorías, carbohidratos y grasas.

**Cuadro 11. Estadística del análisis químico proximal y fisicoquímico del queso tipo Petit Suisse experimental.**

	Promedio	Ds	Cv
pH	4.57	0.01	0.002
Acidez	0.41	0.03	0.070
% Humedad	81.37	0.11	0.001
%Grasa	0.92	0.03	0.038
%Proteínas	5.16	0.03	0.005
%Cenizas	0.52	0.04	0.073
%Carbohidratos	12.03	0.16	0.014

Nota: Para todas las determinaciones del análisis químico proximal se hicieron por triplicado

**Cuadro 12. Comparativo del queso experimental vs. Queso comercial.**

Determinación	Queso experimental	Queso comercial	Porcentaje reducido
<b>Valor energético(kcal)</b>	77.12	115	<b>32.93%</b>
<b>Humedad</b>	81.37%	74%	-
<b>Carbohidratos</b>	12.05%	16.2%	<b>25.61%</b>
<b>Proteínas</b>	5.16%	5.8%	-
<b>Grasas</b>	0.92%	3%	<b>69.33%</b>
<b>Cenizas</b>	0.50%	1%	-

\*Nota: No se le realizó análisis químico proximal al queso comercial y solo se tomaron los datos de la etiqueta de este.

Como se puede observar en la Cuadro 12 existe una gran diferencia en el porcentaje de carbohidratos con un valor de 12.05% y un 16.2%, la grasa 0.92% y 3% y las calorías 77.1249 kcal y 115 kcal, las cuales se calcularon con los factores de conversión,(ANEXO 1) en el queso experimental y el queso comercial

respectivamente, entonces se puede decir que es un producto reducido en grasas, carbohidratos y calorías ya que se disminuye como mínimo un 25% (de acuerdo a los establecido en la NOM-086-SSA-1994 bienes y servicios. Alimentos y bebidas no alcohólicas con modificaciones en su composición. Especificaciones nutrimentales) en comparación con el queso comercial, cabe resaltar que el porcentaje de proteínas no disminuye por lo tanto sigue siendo un producto nutritivo para el consumo de los niños.

Las leches bajas en grasa y sin grasa, y sus derivados, incluidos los yogures líquidos bajos en grasa, pueden contribuir a una dieta sana, pero no son indispensables.

Los lácteos fermentados contienen una menor cantidad de lactosa que la leche y pueden ser una mejor opción para los sujetos que tienen baja tolerancia a la lactosa. En general, los productos lácteos bajos en grasa y la leche de soya fortificada son una importante fuente de proteína, calcio y otros micronutrientes.

El papel del consumo de la leche en el control del peso se ha explorado en varios estudios. En un estudio longitudinal, que incluyó a varios miles de adolescentes, el consumo de leche baja en grasa se vinculó en grado positivo con el aumento del índice de masa corporal, algo atribuido a una ingestión mayor de energía entre los que consumían más leche (Rivera, et. al., 2008).

La leche es una fuente importante de calcio y la fuente clave de la vitamina D (debido a la fortificación), en particular para las edades de 6 a 18 años, cuando los requerimientos de calcio son más elevados. Los productos lácteos también contribuyen de forma notoria al consumo de nutrientes esenciales en la dieta de niños y adolescentes (Rivera, et. al., 2008)

- Determinación de lactosa

Esta prueba se realizó en un laboratorio externo, debido a que no se tiene el equipo para su determinación de la misma.

La determinación de lactosa fue realizada por HPLC método AOAC, 2002, (Capítulo 32 Método 982.14 ed. 17).

Los resultados fueron los siguientes:

- Queso Petit Suisse comercial: 4.6% de lactosa.
- Queso Petit Suisse reducido en lactosa (experimental): 1.66%

Por lo que el porcentaje del queso Petit Suisse experimental fue de un 76.96% menos contenido de lactosa, que el comercial.

Uno de los factores más importantes, que limita el rendimiento de la  $\beta$ -galactosidasa, es la inhibición competitiva que ejercen los productos de reacción, glucosa y galactosa (Boon, 2000; Zanin, 2003).

Durante el proceso de fermentación, los productos glucosa y galactosa, en especial esta última, van incrementando, mientras que el sustrato lactosa va decreciendo, lo que no sólo favorecería sino que acentuaría el efecto inhibitorio citado.

Entre los monosacáridos, la galactosa es el inhibidor más importante para la  $\beta$ -galactosidasa (Deschavanne, et. al., 1978), aunque la fuerza del poder inhibitorio depende del origen de la enzima.

#### 4.6. ACTIVIDAD 4. INDICE DE SINÉRESIS.

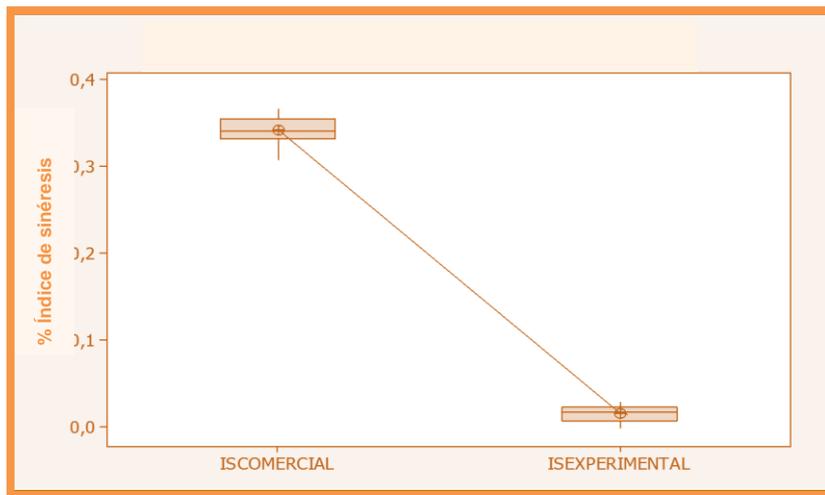
Como ya se había mencionado, el índice de sinéresis es un factor importante en la calidad y aceptabilidad del producto; un queso con un alto porcentaje de sinéresis provocará en el producto un rechazo del consumidor, por la apariencia desagradable que da al ver el suero separado. En Cuadro 13 se muestran los resultados del índice de sinéresis del queso comercial y experimental.

**Cuadro 13. Estadístico del índice de sinéresis del queso comercial y el experimental.**

	No. De repeticiones	media	Desviación estándar	Error
<b>COMERCIAL</b>	12	0,3415	0,0167	0,0048
<b>EXPERIMENTAL</b>	12	0,01684	0,00943	0,0027
<b>DIFERENCIA</b>	= $\mu$ (COMERCIAL) - $\mu$ (EXPERIMENTAL)			
ESTIMADO DE LA DIFERENCIA	0,32462			
<b>IC 95%</b>	(0,31295; 0,33628)			

Realizando un prueba de muestras apareadas, utilizando un programa estadístico Minitab se obtuvo que la prueba de diferencia = 0 vs diferente, se obtiene un Valor T = 58,72 y un Valor P = 0,000 lo que indica que de acuerdo al nivel de significancia ( $\alpha = 0.05$ ), existe diferencia significativa entre el índice de sinéresis del queso comercial y el queso experimental, lo que además se corrobora en la Gráfica 6 que se presenta a continuación.

Gráfica 6. Gráfica de caja del índice de sinéresis del queso comercial y el experimental.



En el queso experimental se utilizó la combinación de la goma guar y xantana en las mismas proporciones lo cual dio lugar a que existiera un mayor sinergismo comparado con los quesos comerciales que utilizan almidones modificados o goma xantana, haciendo que la red del gel se rompa con mayor facilidad ocasionando una mayor sinéresis.

Una de las propiedades mas importantes en la fabricación de los quesos es el índice de sinéresis ya que no es agradable que un queso tenga presencia de suero; un índice bajo de sinéresis indica que la formación del gel con una gran capacidad de retener el agua, esto hace que la calidad y la homogeneidad aumenten (Castilho et. al., 2006). Otro factor dominante es la fracción de caseína de las proteínas de la leche ya que afectan la firmeza de la cuajada y la velocidad de sinéresis. (Zeng et. al., 2007).

### 4.7. ACTIVIDAD 5. PERFIL DE TEXTURA.

Para la comparación adecuada del queso tipo "Petit.-Suisse" experimental con el comercial fue necesario realizar un análisis de perfil de textura (TPA), se obtuvieron 3 parámetros: dureza, adhesividad y fuerza adhesiva; en el (ANEXO 2), se muestran los resultados del TPA del queso comercial y experimental. En el Cuadro 14 se presentan los resultados estadísticos de la dureza en el queso experimental y queso comercial.

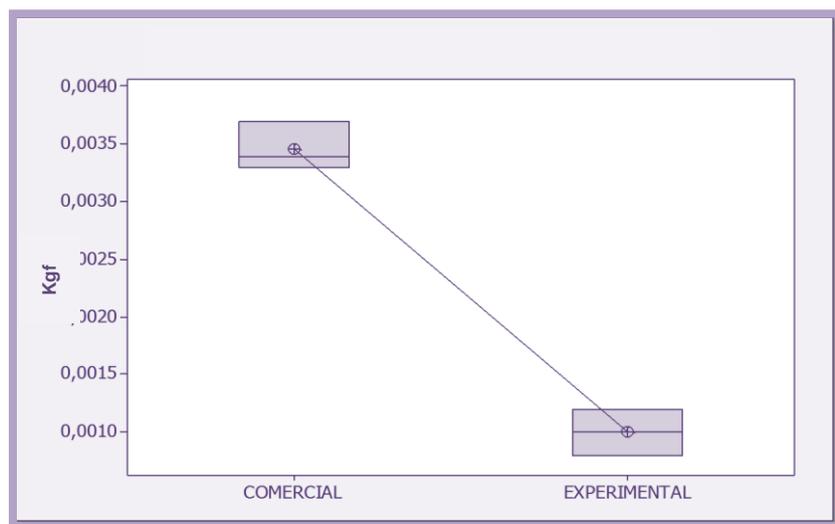
❖ **Dureza**

**Cuadro 14. Estadístico de dureza (Kgf) del queso comercial y el experimental.**

	No. De repeticiones	Media	Desviación estándar	Error
<b>COMERCIAL</b>	3	0,003467	0,000208	0,00012
<b>EXPERIMENTAL</b>	3	0,001000	0,000200	0,00012
<b>DIFERENCIA</b>	$= \mu (\text{COMERCIAL}) - \mu (\text{EXPERIMENTAL})$			
<b>ESTIMADO DE LA DIFERENCIA</b>	0,002467			
<b>IC 95%</b>	(0,001936;0.002997)			

Realizando un prueba de muestras apareadas, utilizando un programa estadístico Minitab se obtuvo que la prueba de diferencia = 0 vs diferente, se obtiene un Valor T = 14,80 y un Valor P = 0,001 lo que indica que de acuerdo al nivel de significancia ( $\alpha = 0.05$ ), existe diferencia significativa entre la dureza del queso comercial y el queso experimental, lo que además se corrobora en la Gráfica 7 que se presenta a continuación.

**Gráfica 7. Gráfica de caja de dureza (Kgf) del queso comercial y el experimental.**



Como lo muestra la Gráfica 7 el valor de la dureza es mayor en el queso comercial, esto quiere decir que ejerce una mayor resistencia para ser deformado en comparación con el queso experimental, ya que el queso experimental tiene un bajo contenido en grasa y azúcar, y estás tiene la propiedad de hacer un producto con mayor dureza.

### ❖ Fuerza adhesiva

A continuación en el Cuadro 15 se presentan los resultados estadísticos de la dureza en el queso experimental y queso comercial.

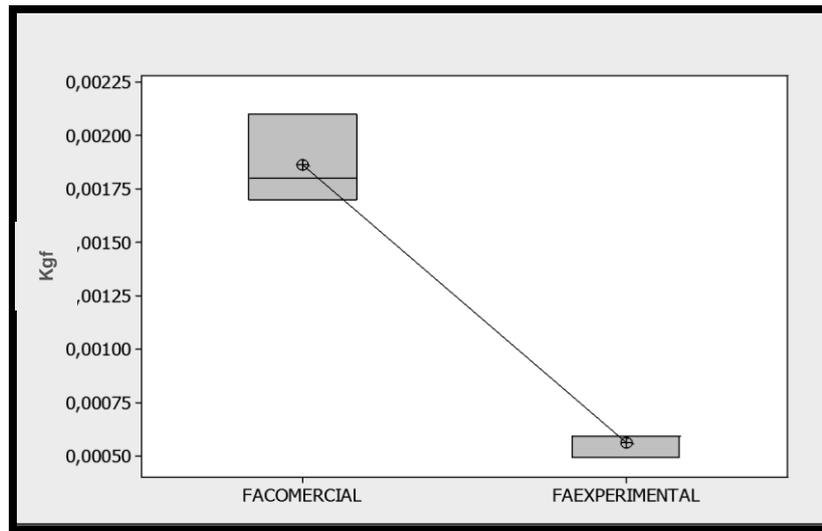
**Cuadro 15. Estadístico de fuerza adhesiva del queso comercial y el experimental.**

	No. De repeticiones	media	Desviación estándar	Error
<b>COMERCIAL</b>	3	0,001867	0,000208	0,00012
<b>EXPERIMENTAL</b>	3	0,0005667	0,0000577	0,000033
<b>DIFERENCIA</b>	= $\mu$ (COMERCIAL) - $\mu$ (EXPERIMENTAL)			
ESTIMADO DE LA DIFERENCIA	0,001300			
<b>IC 95%</b>	(0,000763; 0,001837)			

\*Nota: Para el análisis de perfil de textura se hicieron por triplicado.

Realizando un prueba de muestras apareadas, utilizando un programa estadístico Minitab se obtuvo que la prueba de diferencia = 0 vs diferente, se obtiene un Valor T = 10,42 y un Valor P = 0,009 lo que indica que de acuerdo al nivel de significancia ( $\alpha = 0.05$ ), existe diferencia significativa entre la fuerza adhesiva del queso comercial y el queso experimental, lo que además se corrobora en la Gráfica 8 que se presenta a continuación.

Gráfica 8. Grafica de caja de fuerza adhesiva del queso comercial y el experimental.



Como ya se había citado la fuerza adhesiva es la energía que ejerce el sensor para despegarse de la muestra, es decir la energía que se necesita para despegar la cuchara del queso; como lo muestra la Gráfica 8 el valor de la fuerza adhesiva es mayor en el queso comercial, esto indica que el sensor tuvo que aplicar mayor energía para poder despegar el sensor de dicho queso.

❖ Adhesividad

A continuación en el Cuadro 16 se presentan los resultados estadísticos de la adhesividad en el queso experimental y queso comercial.

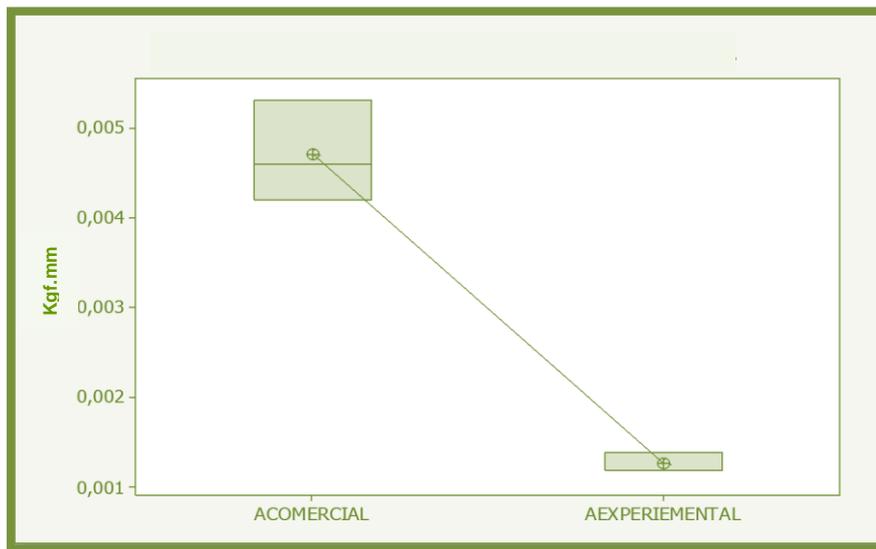
Cuadro 16. Estadístico de adhesividad del queso comercial y el experimental.

	No. De repeticiones	media	Desviación estándar	Error
<b>COMERCIAL</b>	3	0,004700	0,000557	0,00032
<b>EXPERIMENTAL</b>	3	0,001267	0,000115	0,000067
<b>DIFERENCIA</b>	$= \mu (\text{COMERCIAL}) - \mu (\text{EXPERIMENTAL})$			
ESTIMADO DE LA DIFERENCIA	0,003433			
<b>IC 95%</b>	(0,002021; 0,004846)			

\*Nota: Para el análisis de perfil de textura se hicieron por triplicado.

Realizando un prueba de muestras apareadas, utilizando un programa estadístico Minitab se obtuvo que la prueba de diferencia = 0 vs diferente, se obtiene un Valor T = 10,46 y un Valor P = 0,009 lo que indica que de acuerdo al nivel de significancia ( $\alpha = 0.05$ ), existe diferencia significativa entre la adhesividad del queso comercial y el queso experimental, lo que además se corrobora en la Gráfica 9 que se presenta a continuación.

**Gráfica 9. Grafica de caja de adhesividad del queso comercial y el experimental.**



Como lo muestra la Gráfica 9 el valor de la adhesividad es mayor en el queso comercial, esto quiere decir que se requiere un mayor trabajo para vencer la fuerza de atracción de la superficie del alimento con la superficie con la que entra en contacto, en comparación con el queso experimental, ya que éste, tiene un bajo contenido en grasa, por lo tanto se tiene un producto que tiene la propiedad de baja adherencia.

La textura es un parámetro importante en la evaluación de la calidad de los quesos durante su almacenamiento, ésta es afectada por la composición (grasa, proteínas y humedad), pH, temperatura, y el grado de rompimiento de la estructura (lipólisis y proteólisis) en la cuajada durante la coagulación y las etapas de la fermentación (Prudencio, 2008).

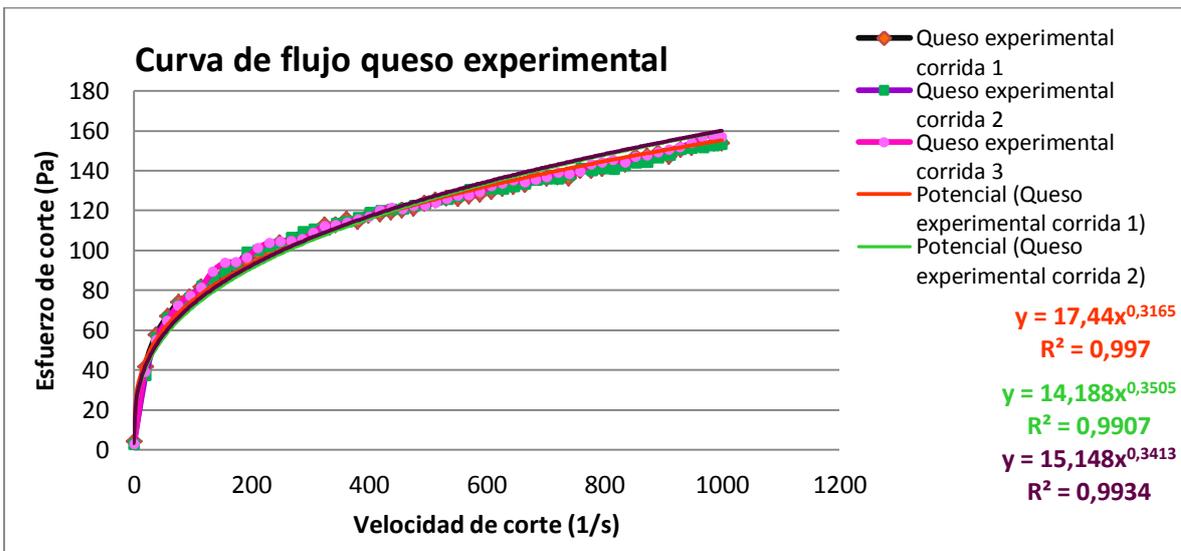
El uso de polisacáridos en todos los quesos puede formar geles mas estables (Prudencio, 2008), recuperando su estructura inicial durante la compresión. El uso de goma xantana y goma guar en este proyecto para la elaboración de queso tipo Petit-Suisse, contribuyeron en las propiedades del queso que fueron: índice de sinéresis, textura y reología que sean diferentes al queso comercial, ya que éste utiliza almidón modificado como polisacárido, además de que el queso experimental tuvo modificaciones en su composición, como bajo contenido en grasa y azúcares.

Esto dio como resultado que el queso experimental presentara valores bajos de dureza, adhesividad y fuerza adhesiva muy por debajo de los resultados obtenidos en el queso comercial, como se puede observar en el ANEXO 2, además de que en la gráfica de dicho anexo se vieron reflejadas ciertas variaciones ya que resultó un producto poco consistente a diferencia con el queso comercial.

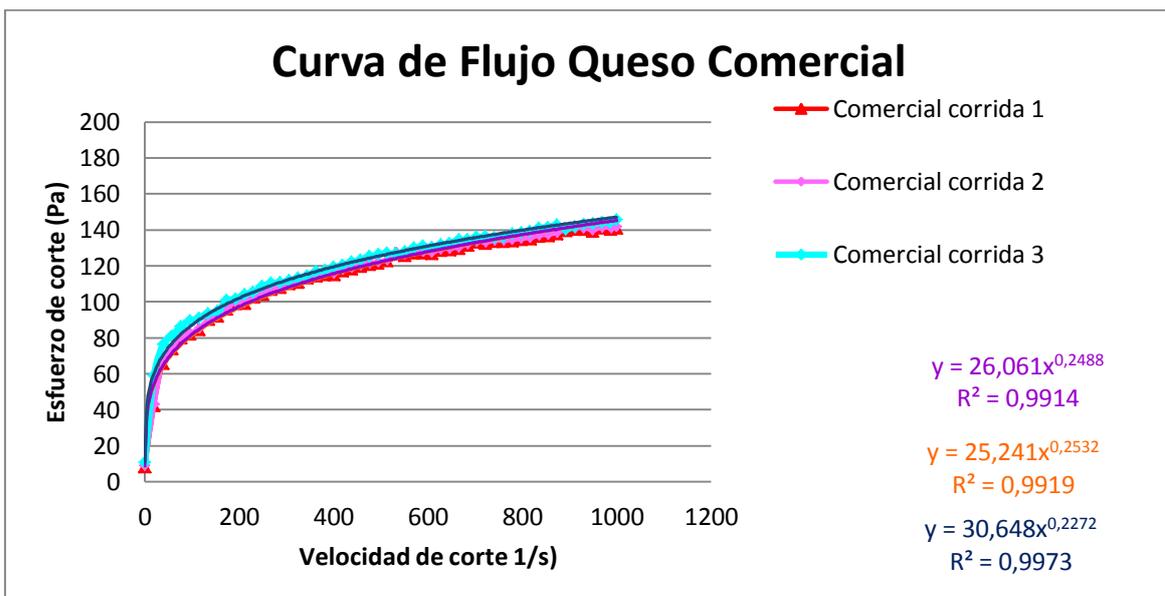
4.8. ACTIVIDAD 6. PARÁMETROS REOLÓGICOS.

Las pruebas reológicas, aplicadas al queso Petit-Suisse se realizaron a 25°C empleando un viscosímetro HAAKE VT550 de cilindros concéntricos SVDIN. Los datos obtenidos se ajustaron al modelo de la ley de la potencia para calcular el índice de comportamiento al flujo (n) y el índice de consistencia (K), a continuación en las Gráfica 10 y 11 se muestran los resultados de los parámetros reológicos del queso comercial y experimental.

Gráfica 10. Curva de flujo del queso experimental.



Grafica 11. Curva de flujo del queso comercial.



Como se muestran en las Gráfica 10 y 11 los fluidos se ajustan a un modelo de la potencia debido a que no necesitan de un esfuerzo inicial para que comiencen a fluir. La ecuación que representa a este modelo es:

$$\sigma = k\gamma^n$$

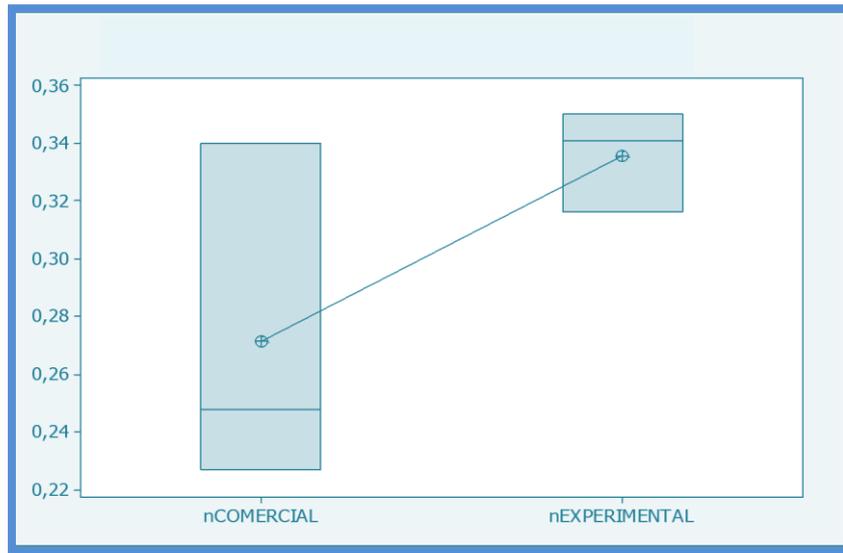
La determinación de los parámetros reológicos  $n$  y  $K$  se hicieron por triplicado. En el Cuadro 17 se muestran los resultados del índice de comportamiento al flujo.

**Cuadro 17. Estadístico de  $n$  (índice de comportamiento al flujo) del queso comercial y el experimental.**

	No. De repeticiones	media	Desviación estándar	Error
<b>COMERCIAL</b>	3	0,2717	0,0601	0,035
<b>EXPERIMENTAL</b>	3	0,3357	0,0176	0,010
<b>DIFERENCIA</b>	= $\mu$ (COMERCIAL) - $\mu$ (EXPERIMENTAL)			
ESTIMADO DE LA DIFERENCIA	-0,0640			
<b>IC 95%</b>	(-0,2196; 0,0916)			

Realizando un prueba de muestras apareadas, utilizando un programa estadístico Minitab, en el Cuadro 18 se observa que la prueba de diferencia = 0 vs diferente se obtiene un Valor T = -1,77 y un Valor P = 0,219 lo que indica que de acuerdo al nivel de significancia ( $\alpha = 0.05$ ), existe diferencia significativa entre el índice de comportamiento al flujo  $n$  del queso comercial y el queso experimental, lo que además se corrobora en la Gráfica 12 que se presenta a continuación.

**Gráfica 12. Grafica de caja de n (índice de comportamiento al flujo) del queso comercial y el experimental.**



❖ **K (índice de consistencia)**

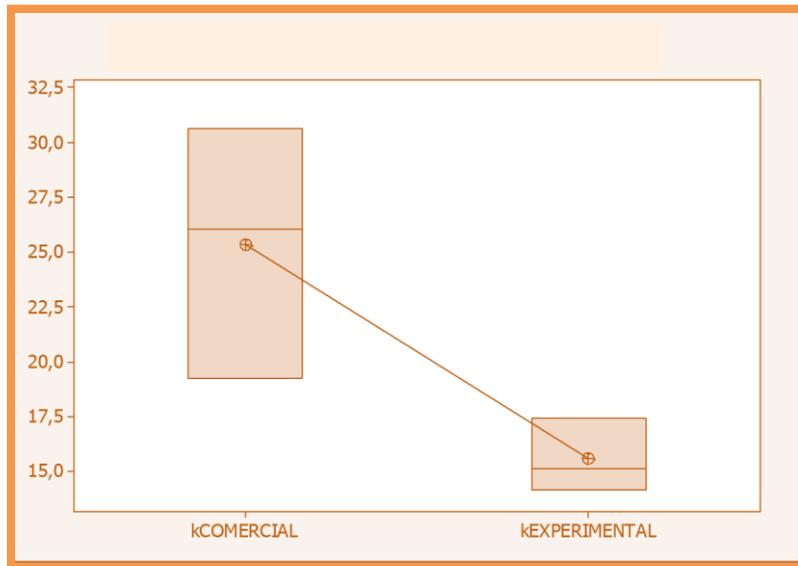
En el Cuadro 18 se muestran los resultados del índice de comportamiento al flujo.

**Cuadro 18. Estadístico de k (índice de consistencia) del queso comercial y el experimental.**

	No. De repeticiones	media	Desviación estándar	Error
<b>COMERCIAL</b>	3	25,34	5,70	3,3
<b>EXPERIMENTAL</b>	3	15,597	1,68	0,97
<b>DIFERENCIA</b>	$= \mu (\text{COMERCIAL}) - \mu (\text{EXPERIMENTAL})$			
ESTIMADO DE LA DIFERENCIA	9,75			
<b>IC 95%</b>	(-5,01; 24,51)			

Realizando un prueba de muestras apareadas, utilizando un programa estadístico Minitab se obtuvo que la prueba de diferencia = 0 vs diferente, se obtiene un Valor T = 2,84 y un Valor P = 0,105 lo que indica que de acuerdo al nivel de significancia ( $\alpha = 0.05$ ), existe diferencia significativa entre la adhesividad del queso comercial y el queso experimental, lo que además se corrobora en la Gráfica 13.

**Grafica 13. Grafica de caja de k (índice de consistencia) del queso comercial y el experimental.**



En el Cuadro 19 se presentan los resultados de los parámetros reológicos del queso comercial y del experimental.

**Cuadro 19: Comparativo de los parámetros reológicos de los Quesos.**

Quesos Petit Suisse	n	k (Pa)	r
<b>Comercial</b>	0.2717	25.34	0,9935
<b>Experimental</b>	0.3357	15.597	0,9958

\*r= coeficiente de correlación promedio obtenido de las graficas 10 y 11.

Como se observa en las Gráficas 10 y 11 se afirma que los fluidos se ajustan a un modelo de la potencia (Modelo Oswal de Waele) debido a que no necesitan de un esfuerzo inicial para que comiencen a fluir. El queso comercial tiene una consistencia mayor comparado con el queso experimental debido a que contiene un porcentaje mayor de grasa, por el contrario el queso comercial tiene un contenido menor de grasa, esto hace que tenga menor consistencia por lo tanto es más adelgazante a la cizalla.

Al desarrollar un nuevo producto con diferencias significativas tales como la consistencia y textura, mercado se debe tomar en cuenta que ciertas propiedades pueden cambiar y por ello se deben de estudiar para mejorar o igualar la apariencia del producto.

La reología es uno de los parámetros más importantes ya que con él se puede observar el comportamiento de los fluidos y su estabilidad, la cual es también indispensable si se requiere industrializar el producto, con ésta se determina el equipamiento de la planta, donde  $k$  (índice de consistencia) es el esfuerzo que se tendría que aplicar para mover al fluido y  $n$  (índice de comportamiento al flujo) constituye una medida del grado de desviación del comportamiento newtoniano y ayuda a describir convenientemente los comportamientos si  $n=1$  es newtoniano; si es menor a 1 es adelgazante a la cizalla (pseudoplástico) (Rao,1999).

### 4.9. ACTIVIDAD 7. ANALISIS MICROBIOLÓGICO.

La higiene de los alimentos comprende el conjunto de condiciones y medidas necesarias para garantizar la seguridad y salubridad de los productos alimentarios, incluida la manipulación por el consumidor desde el momento en que adquiere el alimento en un punto de venta hasta que lo prepara y consume. Los alimentos pueden contaminarse con diferentes tipos de agentes que pueden alterar o no sus características y en dependencia del agente contaminante se distinguen la contaminación física, la química y la biológica (FAO,1997) (CESU, 2001) A continuación en el Cuadro 20 se presentan los resultados del análisis microbiológico del queso experimental.

**Cuadro 20. Resultados del análisis microbiológico del queso Petit Suisse experimental NOM-121-SSA1-1994 Bienes y servicios. Quesos: frescos, madurados y procesados.**

Bacterias	Especificaciones	Resultados
<b>Hongos y Levaduras</b>	500 UFC/g	60UFC/g
Salmonella en 25 g	Ausente	Ausente
<b>Coliformes</b>	100 NMP/g	<1NMP/g

Una carga microbiana elevada puede afectar a la calidad del producto, ya que la presencia de estos microorganismos se asocia con el deterioro de los quesos o con fermentaciones anormales, además de ser indicadores de falta de buenas prácticas de manufactura en el proceso de producción.

Al realizar el análisis microbiológico del queso experimental se observa que los resultados en hongos y levaduras se encuentran dentro de las especificaciones esta presencia de microorganismos en el queso indica que debe de ponerse atención en el manejo de las materias primas y en el proceso. Como se observa el contenido de Salmonella y Coliformes cumplen lo que establece la NOM-121-SSA1-1994 Bienes y servicios. Quesos: frescos, madurados y procesados, la leche constituye un excelente sustrato para la proliferación de microorganismos debido a su alto contenido de nutrientes. Por ello, es de importancia fundamental determinar la calidad higiénica y

sanitaria de la leche y sus derivados, entre ellos el queso por ser uno de los de mayor consumo popular (Cristóbal, et. al., 2003).

Los quesos hechos con leche sin pasteurizar parecen estar asociados con brotes de intoxicaciones alimentarias (ETA's) con mayor frecuencia que los fabricados a partir de leche pasteurizada, aunque estos también pueden ocasionar toxiinfecciones por una inadecuada pasteurización de la leche o porque el queso hecho de leche pasteurizada se contamina posteriormente con microorganismos patógenos (Cristóbal, et. al., 2003).

La presencia de patógenos en el queso puede reducirse considerablemente mediante una adecuada higiene y buenas prácticas de manufactura. Es reconocido que el sistema Análisis de Peligro y Puntos Críticos de Control (HACCP) puede ser una herramienta eficaz para aumentar la seguridad de los alimentos (Cristóbal, et. al., 2003).

### 4.10. ACTIVIDAD 8. RENDIMIENTO QUESERO.

El rendimiento obtenido al elaborar el queso tipo Petit Suisse deslactosado se muestra en el Diagrama 6.

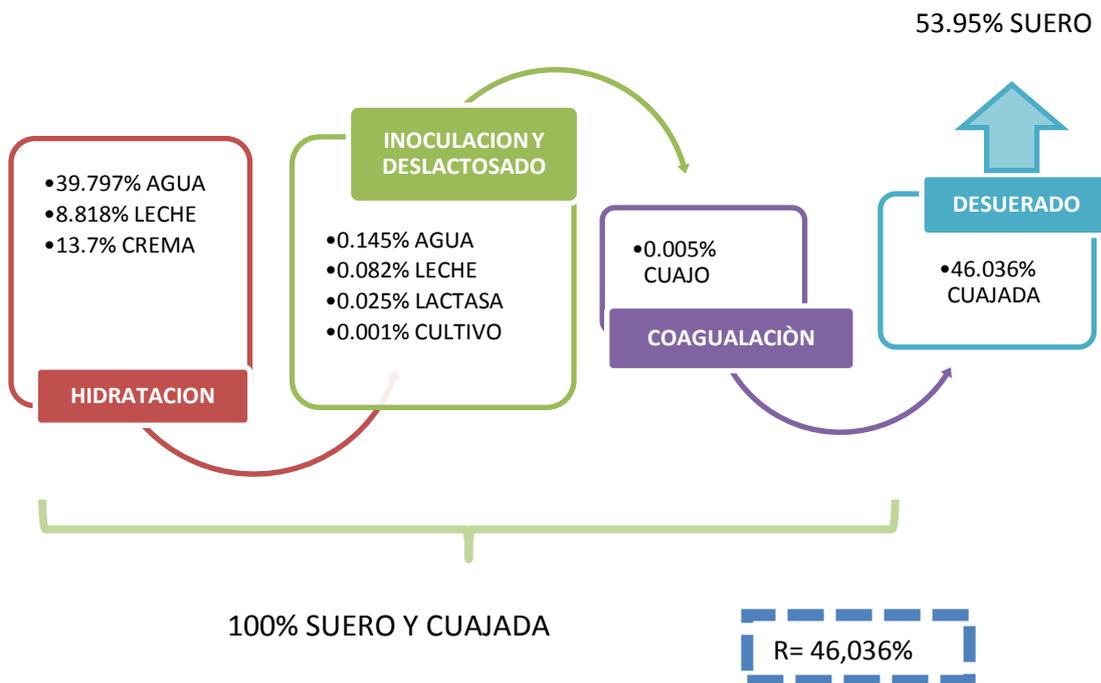


Diagrama 6. Rendimiento del queso experimental.

Es muy importante conocer el rendimiento para la industria quesera además de la calidad de éste; la literatura cita varias fórmulas para calcular el rendimiento quesero utilizando como factores el contenido de grasa, caseína y sólidos no grasos en base al volumen de leche procesada. En promedio el rendimiento quesero debe de ser del

10%, es decir que por cada 10 litros de leche se obtiene 1kg de queso fresco (Galván, 2005).

El rendimiento obtenido fue muy alto ya que el queso tipo Petit- Suisse se obtiene de una coagulación mixta con predominancia a la ácida; en un gel ácido no se realizan las operaciones que favorecen el desuerado, no admite el trabajo mecánico, debido principalmente: a la gran dispersión de los agregados de moléculas de caseína desmineralizada y a que la contractibilidad es pequeña. Por ello el desuere es difícil, los enlaces que unen la red, que forman los agregados de caseínas son débiles y no se produce la sinéresis. Como consecuencia de lo anterior el gel tiene características porosas por lo que el desuere se producirá espontáneamente, por la acción de la gravedad, la intensidad del desuerado será pequeña, y siempre quedará una cuajada muy húmeda (Chamorro, 2002).

Por el contrario en el coágulo enzimático, durante la etapa del desuere, las uniones entre la red de paracaseínas se siguen produciendo, por lo que los espacios que ocupa el lactosuero se hacen mas pequeños (la cuajada se contrae), y el lactosuero tendera a salir (sinéresis) (Chamorro, 2002).

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN DEL OBJETIVO PARTICULAR 2.**

### **4.11. ACTIVIDAD 9. DIFERENCIA DE LOS PARAMETROS SENSORIALES DEL QUESO PETIT SUISSE EXPERIMENTAL Y EL COMERCIAL.**

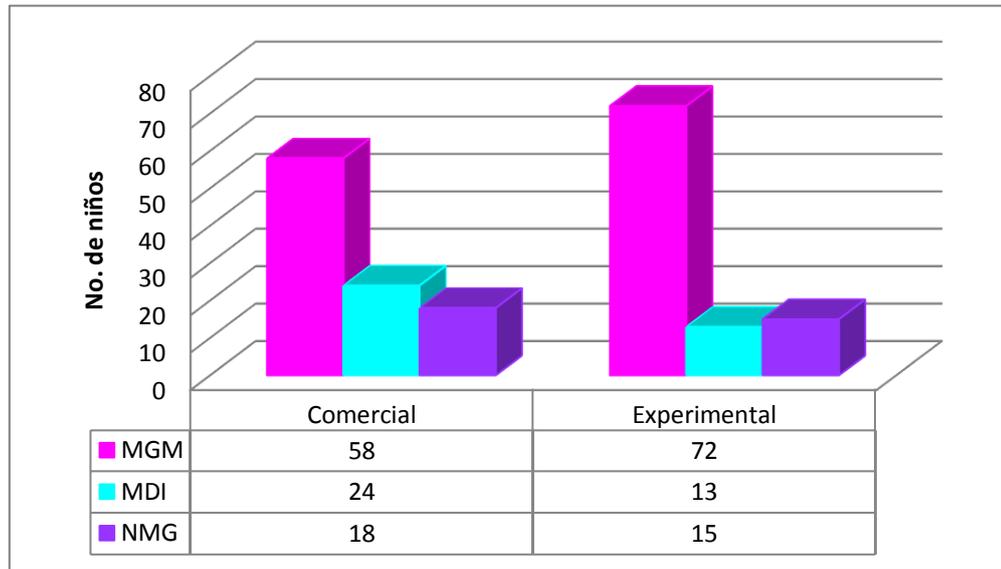
Se realizó una prueba efectiva de preferencia a 100 niños de una escuela privada de entre 6 y 12 años en la cual se estudiaron los parámetros de color, olor y sabor para así conocer cual es la aceptación que tiene el queso experimental con respecto al comercial,

Los resultados de dicha prueba fueron los siguientes:

#### **SABOR:**

En la Gráfica 14 se observa que porcentaje más alto en el atributo de sabor fue para el queso experimental.

**Gráfica 14. Resultado de la comparación del sabor del queso comercial vs. El queso experimental.**

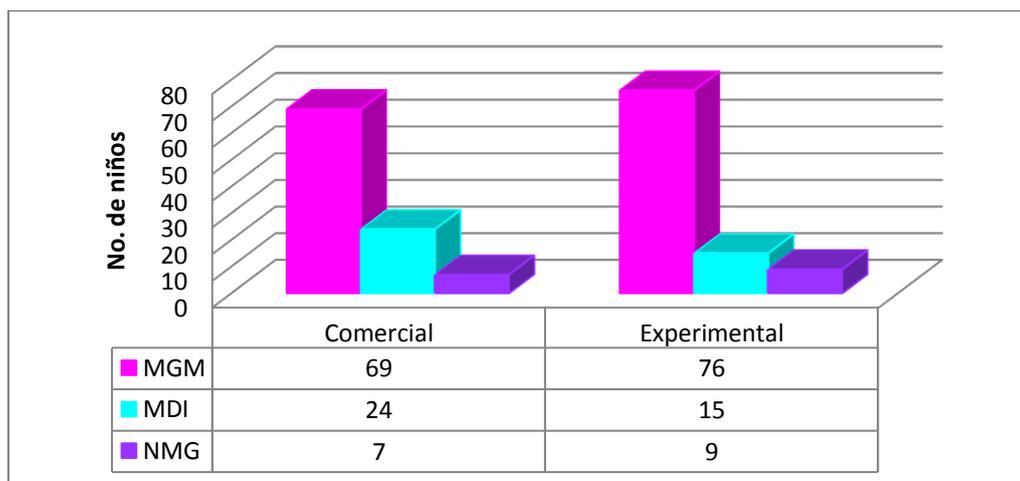


\*Nota: MGM= me gusta mucho, MDI= me da igual y NMG= no me gusta

### OLOR:

Como se observa en la Gráfica 15 al igual que el atributo de sabor, el queso experimental tuvo mayor porcentaje de aceptación entre los consumidores.

**Gráfica 15. Resultado de la comparación del olor del queso comercial vs. El queso experimental.**

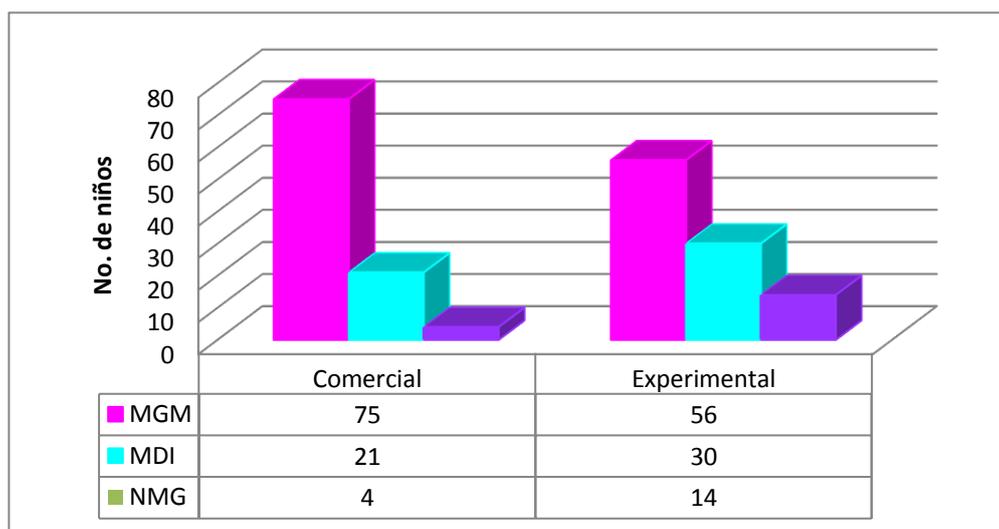


\*Nota: MGM= me gusta mucho, MDI= me da igual y NMG= no me gusta

### COLOR:

En la Gráfica 17 se muestran los resultados de la prueba sensorial de color, en este atributo el que tuvo mayor porcentaje fue el queso comercial, la diferencia esta en que el comercial si presenta un color verde lo que llamo la atención de los niños y el experimental no tiene color, este es un problema que puede solucionarle adicionando colorantes para asi poder llamar mas la atención a los niños.

**Grafica 16. Resultado de la comparación del color del queso comercial vs. El queso experimental.**



\*Nota: MGM= me gusta mucho, MDI= me da igual y NMG= no me gusta

El 72% de los niños encuestados prefirieron el sabor del queso tipo Petit Suisse reducido en lactosa, grasa y calorías sabor manzana-pera, y el 76% prefirió el olor del queso experimental, se puede asegurar que el queso experimental tuvo una mejor aceptación en los niños con respecto al queso comercial; en cuanto al color se puede decir que los niños tuvieron una mayor preferencia por el queso comercial con un 75%, ya que a este se le adicionan colorantes y esto lo hace mas vistoso para un niño.

La opinión de los consumidores es de gran importancia cuando se desea desarrollar un nuevo producto, el gusto del consumidor es la llave que ubica al producto en el mercado de una manera satisfactoria (BOLENZ, S., et al, 2003), El nivel de aceptación de los consumidores es frecuentemente evaluada preguntando a los consumidores que tanto les gusta el producto (POPPER, R., et al., 2004). Se sabe que las pruebas afectivas (pruebas de aceptabilidad), hacen que un producto sea potencialmente comercial, especialmente cuando los consumidores son usados como panelistas (HAISSA, R., et al, 2007). Es por ello que para la aceptabilidad del queso experimental se utilizaron como panelistas a 100 niños entre 6 y 12 años, ya que para este rango de edad va dirigido el producto.

### 4.12 ACTIVIDAD 10. SELECCIÓN Y DISEÑO DEL ENVASE.

Como ya se había mencionado en el capítulo 2, el envase tiene que cubrir características tales como: controlar el O<sub>2</sub>, el vapor de agua y la transmisión de luz. Debido a sus características el queso podría presentar los siguientes deterioros si no se elige un envase adecuado: crecimiento de bacterias aeróbicas, rancidez de las grasas, transferencia de aromas externos.

Debido a esto, se requiere una película multicapas, donde una de ellas contenga barrera al oxígeno, considerado como un agente del cual aislar el queso tipo Petit Suisse.

Las condiciones de envasado serían en caliente a una temperatura máxima de 96°C para mantener una condición segura durante el envasado y aprovechar la mejor condición de flujo del producto, se realiza el sellado de las bolsas y posteriormente se lleva a enfriamiento ya sea por inmersión en agua o por flujo de aire.

El envase sugerido es de la marca Criovac Código H7325B.- Es una película Barrera al Oxígeno por tener la resina llamada Etil Vinil Alcohol (EVOH), para productos que se oxidan o por alguna forma tengan deterioro en presencia de Oxígeno. El sellante a prueba de contaminación Incluso grasa. En la Figura 13 se muestra las capas del laminado del envase:

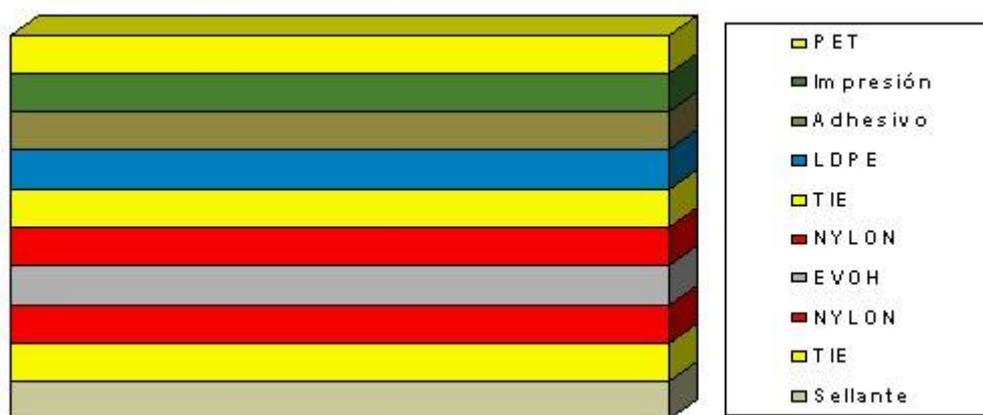


Figura 13. Capas de la película laminada.

PET: Tereftalato de Polietileno

LDPE: Polietileno de baja densidad

EVOH: Etil Vinil Alcohol

TIE: resina plástica que tiene características polares que son afines al componente nylon que esta orientado al centro de la estructura.

En la Figura 14 se muestra la propuesta del diseño de envase.



**Figura 14. Diseño de envase tipo "Sachet"**

En el ANEXO 3 se muestra la hoja de especificaciones del material de empaque.

Otro parámetro para que el producto sea atractivo para los niños es el diseño del envase, es por eso que se propone un envase tipo "Sachet", este tipo de envasado permite al comprador consumirlo de diferentes formas ya sea congelado o simplemente frío y sin necesidad de algún utensilio y de fácil transportación; ya que en el mercado este tipo de productos se encuentran envasados en moldes generalmente pequeños en los cuales es necesario un utensilio para poder consumirlo.

### CONCLUSIONES

1. Los resultados del análisis químico proximal y microbiológico de la leche en polvo están dentro de los parámetros de calidad para obtener un producto inocuo, por lo tanto se puede trabajar con esta materia prima ya que es primordial para la elaboración del queso.
2. Con los resultados obtenidos en el análisis químico proximal se puede afirmar que el queso experimental de la formulación 2 (0.3% de edulcorante y 0.3% de gomas) es un producto reducido en grasas, carbohidratos y calorías ya que se disminuye como mínimo un 25%. Se concluye que al adicionar la enzima lactasa *Kluyveromyces lactise*, se pudo reducir un 76.96%.
3. La sinéresis es una propiedad importante en la aceptabilidad de un queso; los resultados muestran que el queso experimental con la concentración 0.3% edulcorante y 0.3% gomas (mezcla de Guar y Xantana), tiene un índice de sinéresis menor al queso comercial por lo tanto el queso experimental es mas agradable al consumidor.
4. La textura y la reología son propiedades muy importantes en la calidad de los quesos durante su almacenamiento; el uso de goma Guar y goma Xantana en este proyecto contribuyó a que el queso experimental tuviera una buena estabilidad.
5. La microbiología es muy importante en la inocuidad de los alimentos desde la manipulación de las materias hasta llegar al consumidor final, los resultados arrojados reflejan que se debe tener un control mas estricto en la proceso de dicho productoo.
6. El promedio del rendimiento quesero debe de ser el 10%. En el caso del queso Petit Suisse se obtuvo un porcentaje mucho mayor del que reporta la literatura, con un 46.036% de cuajada, con la formulación 2 (0.3% edulcorante y 0.3% gomas); el alto rendimiento que se alcanzó está relacionado con el alto cometido de proteínas de la leche en polvo, así como también la adición de crema por el contenido de grasas y el uso principalmente de la goma guar.
7. Al realizar la prueba de aceptación entre niños de 6 a 12 años para el queso experimental vs el queso comercial, se confirma que el primero tuvo una mayor aceptación en su sabor y olor, en el color los niños prefirieron el queso comercial ya que a éste último se le adicionan colorantes lo que lo hace mas atractivo para un niño.
8. Debido a que el producto va dirigido a niños de entre 6 y 12 años, el envase así como el producto deben de ser atractivos es por esto que se eligió un envase innovador que permita comerse congelado o sin congelar y que pueda ser transportado fácilmente en las loncheras de los niños.

### **RECOMENDACIONES**

La reología al igual que la textura es muy importante si se quiere llevar a escalas más grandes el producto desarrollado ya que nos indican el comportamiento del producto en este caso el queso experimental y su estabilidad. Así mismo cuando se desarrolla un nuevo producto o se le realizan mejoras a este, se debe tomar en cuenta que en el proceso se encontrarán diferencias significativas en el comportamiento de los fluidos estudiados en dicho trabajo por lo que se le debe prestar atención en este parámetro.

Someter a un tratamiento térmico a la leche para tener un mejor control de dicha material prima para evitar resultados microbiológicos fuera de los parámetros establecidos.

Para que sea más atractivo el producto desarrollado, adicionar un colorante para tener más aceptabilidad en este sector.

### ANEXO 1. FACTORES DE CONVERSIÓN PARA EL CALCULO DEL CONTENIDO CALORICO,

El valor energético proporciona una medida de cuanta energía usted obtiene al consumir una porción de ese alimento.

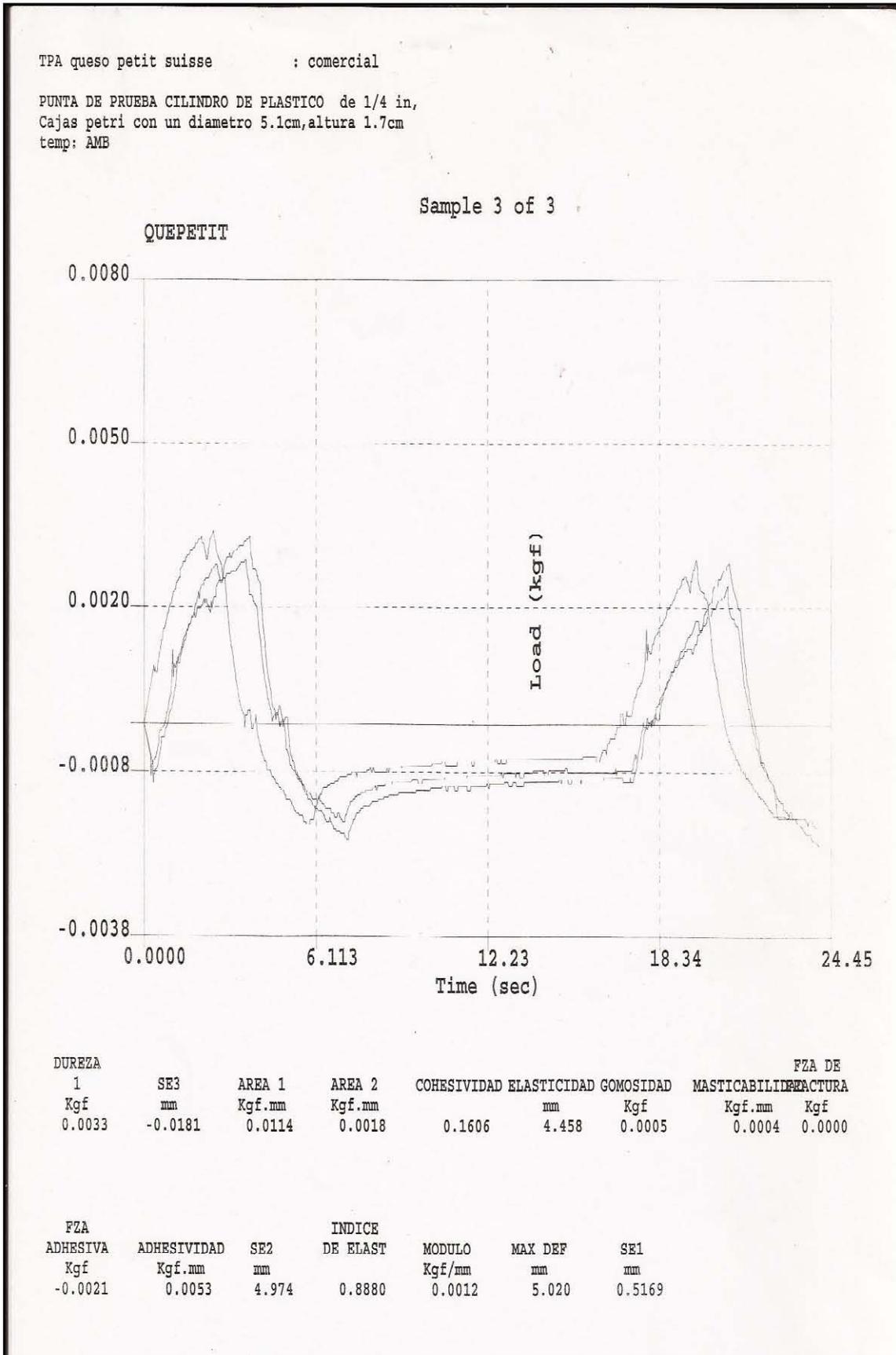
Se calcula a partir de la suma de la energía aportada por los carbohidratos, proteínas, grasas y alcoholes.

Los polialcoholes y la povidexrosa son carbohidratos especiales que no se metabolizan completamente, Por este motivo aportan menos energía que los otros carbohidratos.

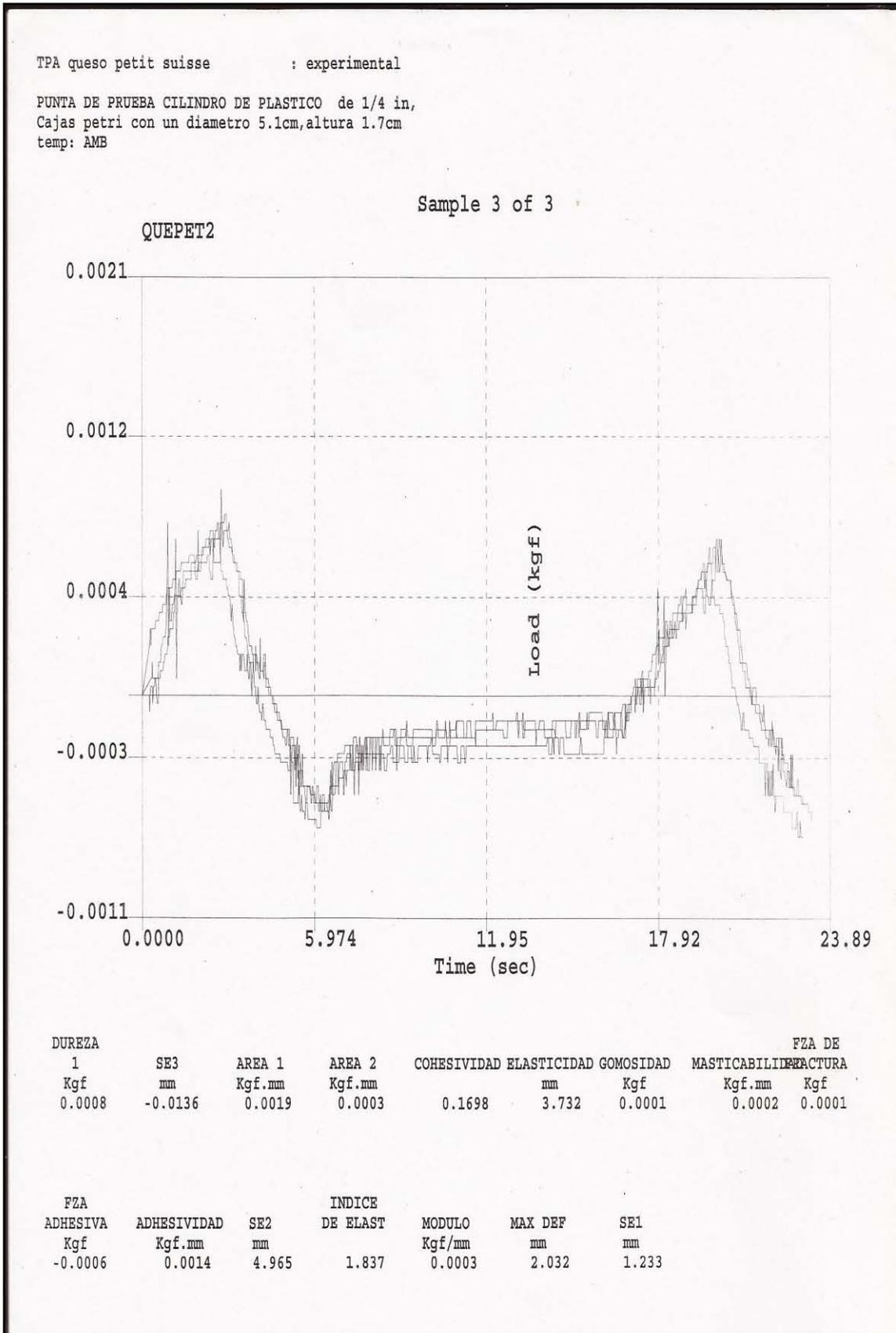
Se expresa en Kilocalorías o Kilojoule: 1 Kcal= 4.18 KJ.

FACTORES DE CONVERSIÓN	
1 g de proteínas aporta	4 Kcal = 17 kJ
1 g de carbohidratos aporta	4 Kcal = 17 kJ
1 g de grasa aporta	9 Kcal = 37 kJ
1 g de alcohol aporta	7 Kcal = 29 kJ
1 g de ácido orgánico aporta	3 Kcal = 12 kJ
1 g de polialcoholes aporta	2.4 Kcal = 10 kJ
1 g de povidexrosa aporta	1 Kcal = 4 kJ

ANEXO 2. GRAFICAS DE TEXTURA DE QUESO COMERCIAL



GRAFICAS DE TEXTURA DE QUESO PETIT SUISSE EXPERIMENTAL.



## ANEXO 3. FICHA TECNICA DEL ENVASE.



Food Packaging Systems

Page 1 of 1

## ESPECIFICACIONES

H7325B

ROLLOS LAMINADOS

**1. DESCRIPCION DEL MATERIAL**  
Película laminada no termoformable, transparente, con alto brillo, con excelente barrera al oxígeno, con sellante a base de polietileno modificado. La temperatura de sellado recomendada para este material es de 130° a 150°C.

**2. ANCHO DEL ROLLO**  
El ancho ordenado por el cliente con una tolerancia de [-0 a +2 mm]

**3. REPETICION (milímetros) (Solo materiales impresos)**  
Aplicar la siguiente regla general: Tomar tantas repeticiones individuales como sea necesario para tener un tramo de longitud lo más cercano a 1000 mm y a la distancia total restarle los valores del RANGO'

**EJEMPLO:**  
Para una repetición de 300 mm se toman 3 repeticiones de esta medida que equivalen a 900 mm.  
El RANGO es [-2] a [-7]

- La especificación máxima será: 900 – 2 = 898 mm
- La especificación mínima será: 900 – 7 = 893 mm

**4. ESPESOR (milésimas de pulgada)**

ESPESOR NOMINAL	TOLERANCIAS	
	MINIMO	MAXIMO
2.50	2.12	2.87

Lecturas válidas para lecturas Individuales. Tomar 10 lecturas a lo ancho del material.

**5. PROPIEDADES FÍSICAS**

**5.1 DEL ROLLO**

A) TIPO DE IMPRESIÓN	Atrapada
B) ALINEACION DEL ROLLO	Cualquier orilla que se salga no debe exceder de 2 mm
C) UNIONES POR ROLLO.	3 Máximo

**5.2 DEL MATERIAL**

A) TRANSMISION DE OXIGENO	0.3 cm <sup>3</sup> / 100 in <sup>2</sup> / día a 23°C y 0% HR.
B) TRANSMISION DE VAPOR DE AGUA	0.5 gr /100 in <sup>2</sup> / día a 38°C y 100% HR.
C) RESISTENCIA DEL SELLO	8 lb/in mínimo

**6. CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO**  
Se recomienda no almacenar el material a la intemperie o a temperaturas superiores a 30°C. En estas condiciones, el tiempo de vida útil del material es de 18 meses.

---

Este material cumple con las regulaciones sanitarias de la Federal Food, Drug and Cosmetic Act para el empaque de alimentos con excepción de productos con alto contenido alcohólico a temperaturas de 65°C y menores. Este NOTA no debe ser interpretada como una garantía, si la requiere contacte con nuestros representantes de ventas para que le sea extendida una carta oficial de garantía.

EDICION 03	FECHA 15/02/07
---------------	-------------------

ELABORADO POR:  
ASEGUARAMIENTO DE CALIDAD

### BIBLIOGRAFÍA

- 1) AICHINGER, P.A., 2003. *Fermentation of skim milk concentrate Streptococcus thermophilus and chymosin: structure, viscoelasticity and syneresis of gels*. Colloids and Surf. B: Biointerfaces 31:243.
- 2) ALAIS, C., 1985. *Ciencia de la Leche*. 4ª. Reverte, Barcelona España.
- 3) BOLENZ, S., Thiessenhusen, T., Schäpe, R., 2003. *Influence of milk components on properties and consumer acceptance of milk chocolate*. European Food Research Technology, 216, 28–33.
- 4) BOON, M. A., Janssen, A. E. M., Van't Riet, K., 2000. *Effect of temperature and enzyme origin on the enzymatic synthesis of oligosaccharides*. Enzyme and Microbial Technology. 26,271-281.
- 5) CASTILHO M., Lucey J.A., Wang T., Payne F.A., 2006. *Effect of temperature and inoculum concentration on gel microstructure permeability and syneresis kinetics. Cottage cheese-type gels*. Int. Dairy J. 16:131.
- 6) CHAMORRO, C. M., 2002. *El Análisis Sensorial de los Quesos*, Mundi-Prensa, Madrid España.
- 7) Confederación de Consumidores y Usuarios. Seguridad alimentaria. Madrid: CESU; 2001. Disponible en: [http://www.seguridadalimentaria.org/alimentos/html/010403\\_04.htm](http://www.seguridadalimentaria.org/alimentos/html/010403_04.htm); 2001. Acceso el 20 de Junio de 2011
- 8) CRISTOBAL, D., R., Murtua, T.D.J., 2003. *Evaluación bacteriológica de quesos frescos artesanales comercializado en Lima, Perú, y la supuesta acción de lactobacilos SPP*, Panam Salud Publica, 14:3.
- 9) DAVALOS, G.G., 1999. *Envases en skin pack y película termoencogible*. México, Facultad de Química UNAM tesis
- 10) DEMONTE, P. 1995. *Evaluación sensorial de la textura y búsqueda de correlaciones con medidas instrumentales*. p. 8-20. En: Seminario de Textura y Reología de los Alimentos. (1995: Cali, Colombia). Memorias. Cali: Universidad del Valle.
- 11) DESCHAVANNE, P. J., Viratelle, O. M., Yon, J. M., 1978. *Conformational adaptability of the active site of  $\beta$ -galactosidase*. Journal of Biological Chemistry. 253,833-837.
- 12) DURAN H, M., 2010. *México, primer lugar mundial en obesidad / La comida rápida desplaza a la tradicional*, En línea 9 feb. 2010 <<http://www.sme-info.org/2010/02/mexico-primer-lugar-mundial-en-obesidad.html>> consulta 19 marzo, 2010.
- 13) ESPINOSA, M.J., 2007. *Evaluación Sensorial de los alimentos*, Universitaria Cuba, p,p, 3
- 14) FENNEMA, O.R., 1993. *Química de los Alimentos*. Acribia, Zaragoza España.
- 15) GALVÁN, D.M. "Proceso básico de la leche y el queso". [En línea]. Revista Digital Universitaria 10 de Septiembre 2005, Vol. 6, No. 9 <<http://www.revista.unam.mx/vol6/num9/art87/int87.htm>> [Consulta 10 de mayo-20012,
- 16) GOMES. C. A., 2009. *Probiotic cheese: health benefits, technological and stability aspects*. Food Science and Technology, 20:344-354.
- 17) GONZALEZ, B.J., 2004. *Obesidad*, Mc,Graw Hill, México, p,p, 25-30

- 18) HAÍSSA, R. Cardarellia, Susana M.I. Saad, G.R. Gibson, Jelena Vulevic. *Functional petit-suisse cheese: Measure of the prebiotic effect*. Food Microbiology 13: 200–207.
- 19) HARMAN, A H., 1995. *Leche y Productos Lácteos. Tecnología, Química y Microbiología*, Zaragoza España. 171-172.
- 20) HART, L. F., 1984. *Análisis Moderno de los Alimentos*. Acribia, España, pp. 13-14, 137,
- 21) HINRICHS, J., 2001. *Incorporation of whey in cheese*. Int. Dairy J. 11:495.
- 22) Instituto de Investigación y análisis de los alimentos,( 2006). *Elaboración de pasta fresca láctica tradicional, arteperú, cesga*. Recuperado de: [http://www.arteperu.cesga.es/docs/queso\\_crema.pdf](http://www.arteperu.cesga.es/docs/queso_crema.pdf)
- 23) Jay J.,1994. *Microbiología moderna de los alimentos*. Zaragoza: Editorial Acribia.
- 24) KONSTANCE, R.P. 1993. *Axial compression properties of calcium caseinate gels*. J. Dairy Sei.76:3317.
- 25) KOUSHIK, A., 2010. *Sensory characteristics of commercial lactose-free milks manufactured in the United States*. Food Science and Technology, 43: 113-118.
- 26) KULMYRZAEV, A., Dofour E., Noel Y., Hanafi M., Karoui R., Qannari E.M., Mazerolles G., 2005. *Investigation at the molecular level of soft cheese quality and ripening by infrared and fluorescence spectroscopies and chemometrics-relationships with rheology properties*. Int. Dairy J. 15:669.
- 27) Lactosa.org. Recuperado de <http://www.lactosa.org/sabor.html>
- 28) LUCEY J.A., 2001. *The relationship between rheological parameters and whey separation in milk gels*. Food Hydrocolloids 15:603.
- 29) LUCEY J.A., T. Van Vliet, Grolle K., Geurts T., Walstra P. (1997). *Properties of acid casein gels made by acidification with glucono-naetone. 2. Syneresis, permeability and microstructural properties*. Int. Dairy J. 17:389.
- 30) MAHAUT, M. , 2003. *Introducción a la Tecnología Quesera*, Zaragoza España.
- 31) MATÍNEZ, P. L, Casas. A. N, B., T.C. Alberto, R.O. Eugenia Ma. D.R. Virginia. (2001). *Reología y Textura de los Materiales Biológicos*. En: Seminario de Titulación para la Carrera de Ingeniería en Alimentos.
- 32) MATISSEK, R., Fank, M., Schnepel, Gabriel, S., 1998. *Análisis de los Alimentos*. España:Acribia.
- 33) MULLER, H. G. 1978. *Introducción a la reología de alimentos*. España: Acribia. 174 p.
- 34) Norma Mexicana: Determinación de cenizas. NMX-F-066-S-1978. Determinación de cenizas en alimentos.
- 35) Norma Mexicana: NMX-F-317-S-1978. Determinación de pH en alimentos. Determination of pH in foods. Normas mexicanas. Dirección general de normas.
- 36) Norma Oficial Mexica: Determinación de la acidez (°D). NOM-155-SCFI-2003, leche, formula láctea y producto lácteo combinado-Denominaciones, especificaciones fisicoquímicas, información comercial y métodos de prueba.
- 37) Norma Oficial Mexicana NOM-111-SSA1-1994, bienes y servicios. Método para la cuenta de mohos y levaduras en alimentos.

- 38) Norma Oficial Mexicana Determinación de grasa. NOM-155-SCFI-2003, leche, formula láctea y producto lácteo combinado-Denominaciones, especificaciones fisicoquímicas, información comercial y métodos de prueba
- 39) Norma Oficial Mexicana Determinación de grasa. NOM-155-SCFI-2003, leche, formula láctea y producto lácteo combinado-Denominaciones, especificaciones fisicoquímicas, información comercial y métodos de prueba.
- 40) Norma oficial mexicana nom-086-ssa1-1994, bienes y servicios. Alimentos y bebidas no alcohólicas con modificaciones en su composición. Especificaciones nutrimentales.
- 41) Norma Oficial Mexicana NOM-092-SSA1-1994, Bienes y servicios. Método para la cuenta de bacterias aerobias en placa.
- 42) Norma Oficial Mexicana NOM-113-SSA1-1994, Bienes y servicios. Método para la cuenta de microorganismos coliformes totales en placa.
- 43) Norma Oficial Mexicana: Determinación de Humedad. NOM-116-SSA1-1994, bienes y servicios. Determinación de humedad en alimentos por tratamiento térmico. Método por arena o gasa.
- 44) POPPER, R., Rosenstock,W., Schraidt, M., & Kroll, B. J., 2004. *The effect of attribute questions on overall liking ratings*. Food Quality and Preference, 15 (7–8), 853–858.
- 45) PRUDENCIO, I.D., 2008. *Flow properties of petit suisse cheeses: use of cheese whey as a partial milk substitute*. Food Science, 20,2.
- 46) RAO, R. M.A., 1999. Phase/State Transitions in Food Chemical, Structural and Rheological Changues, Marcel Dekker, Inc. United States of America.
- 47) RIVERA J,A,, Muñoz H,O,, Rosas P,M,, Aguilar S,C,, Popkin, B,M,, Willet, W,C., 2008. *Consumo de bebidas para una vida saludable*, Recomendaciones para la población mexicana, Salud Publica, México, 50,172-194.
- 48) ROSALES B., N., 2005. *Yogurt Deslactosado*. Mundo Cárnico y Lácteo, Julio/Agosto, pp.22-23.
- 49) ROUDOT A. C., 2004. *Reología y Análisis de la textura de los alimentos*, Zaragoza España.
- 50) SCOTT, R., 1991 . *Fabricación de Queso*, 2da. Edición, Acribia, España, p.p. 12, 447-448.
- 51) Secretaria de Economía. Analisis del sector lacteo en México, (2012), México, Recuperadode:[http://www.economia.gob.mx/files/comunidad\\_negocios/industria\\_comercio/informaciónsectorial/analisis\\_sector\\_lacteo.pdf](http://www.economia.gob.mx/files/comunidad_negocios/industria_comercio/informaciónsectorial/analisis_sector_lacteo.pdf).
- 52) SURMACKA, S. A., 2001. Texture is a sensory property Food Quality and Preference 13(2002) 215–225
- 53) TERREZ S, A., 2002. Enfermedad *diarreica e intolerancia a la lactosa*, Med. IMSS,40:329-341.
- 54) TIJSKENS E. and De Baerdemaeker J., 2004. *Mathematical modelling of syneresis of cheese curd*. Math, and Computers Simulation. 65:165.
- 55) United Nations Food and Agriculture Organization, World Health Organization. Codex Alimentarius: Normas Codex sobre requisitos generales. Higiene de los alimentos. [Vol. 1B, Suplemento]. Roma: FAO-WHO; 1997.
- 56) VACLAVIK V. A., 1998. *Fundamentos de la Ciencia de los Alimentos*, Zaragoza España.
- 57) VARNAM A, H., 1994. *Leche y sus productos Lácteos. Tecnología, Química y Microbiología*.Acribia, Zaragoza España.

- 58) VITELA, N., 2004. Sufren obesos discriminación en México, El Mexicano, Recuperadode:[http://www.elmexicano.com.mx/información/suplementos/2/41/tu salud/2004/11/15/3805/43/sufren-obesos-discriminacion.aspx](http://www.elmexicano.com.mx/información/suplementos/2/41/tu_salud/2004/11/15/3805/43/sufren-obesos-discriminacion.aspx)
- 59) ZANIN, G., MATIOLI, G., FARIA DE MORAES, F. (2003). *Operational stability and kinetics of hydrolysis by  $\beta$ -galactosidase from Kluyveromyces Fragilis*. Acta Scientiarum. Health Sciences. 25:7-12.
- 60) ZENG S.S., SORYAL K., FEKADU B., BAH B., POPHAM T., 2007. *Predictive formulae for goat cheese yield based on milk composition*. Small Ruminant Res. 69:180.