



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTONOMA DE MEXICO



FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
CUAUTITLAN

EVALUACION DE LA FUNCIONALIDAD DE  
PROTEINAS EN LA ELABORACION DE QUESOS  
ANALOGOS CON HABILIDAD DE FUNDIR  
Y BAJOS EN GRASA

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
**INGENIERA EN ALIMENTOS**  
P R E S E N T A N :  
**YESENIA ALVAREZ CIGARROA**  
**SANDRA MARGARITA RUEDA ENRIQUEZ**

**FALLA DE ORIGEN**

DIRECTOR: M. en C. ROSA MANUELA ARRIAGA ORIHUELA



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 está 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.

# FALLA DE ORIGEN



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

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

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS

FACULTAD DE ESTUDIOS  
SUPERIORES CUAUTITLÁN



Departamento de  
Exámenes Profesionales

DR. JAIME KELLER TORRES  
DIRECTOR DE LA FES-CUAUTITLÁN  
P R E S E N T E .

AT'N: Ing. Rafael Rodríguez Ceballos  
Jefe del Departamento de Exámenes  
Profesionales de la F.E.S. - C.

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

Evaluación de la funcionalidad de proteínas en la elaboración de quesos  
análogos con habilidad de fundir y bajos en grasa.

que presenta La pasante: Yesenia Alvarez Cigarroa  
con número de cuenta: 9057089-6 para obtener el TÍTULO de:  
Ingeniera en Alimentos ; en colaboración con :  
Sandra Margarita Rueda Enríquez

Considerando que dicha tesis reúne los requisitos necesarios para ser discutida en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

A T E N T A M E N T E .

"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuatitlán Izcalli, Edo. de Méx., a 13 de Diciembre de 1995

PRESIDENTE M.en C. Rosa M. Arriaga Orihuela

VOCAL I.B.Q. Norma B. Casas Alencaster

SECRETARIO Dra. Sara E. Valdés Martínez

PRIMER SUPLENTE I.A. Posallá Meléndez Pérez

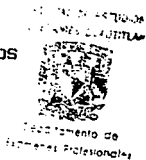
SEGUNDO SUPLENTE I.B.Q. Leticia Figueroa Villarreal



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AVENIDA DE  
MEXICO

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

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS



DR. JAIME KELLER TORRES  
DIRECTOR DE LA FES-CUAUTITLAN  
P R E S E N T E .

AT'N: Ing. Rafael Rodríguez Ceballos  
Jefe del Departamento de Exámenes  
Profesionales de la F.E.S. - C.

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

Evaluación de la funcionalidad de proteínas en la elaboración de quesos análogos con habilidad de fundir y bajos en grasa.

que presenta La pasante: Sandra Margarita Rueda Enriquez  
con número de cuenta: 9057092-0 para obtener el TITULO de:  
Ingeniera en Alimentos ; en colaboración con :  
Yesenia Alvarez Cigarroa

Considerando que dicha tesis reúne los requisitos necesarios para ser discutida en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

A T E N T A M E N T E .  
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"  
Cuautitlán Izcalli, Edo. de Méx., a 13 de Diciembre de 1995

PRESIDENTE	M.en C. Rosa M. Arriaga Orihuela	
VOCAL	I.B.O. Norma B. Casas Alencaster	
SECRETARIO	Dra. Sara E. Valdés Martínez	
PRIMER SUPLENTE	I.A. Rosalía Meléndez Pérez	
SEGUNDO SUPLENTE	I.B.O. Leticia Figueroa Villarreal	

*A LOS HOMBRES COMPROMETIDOS CONSIGO MISMOS, CONSCIENTES DE  
SU NATURALEZA, SITUACION Y POTENCIAL, EN BUSQUEDA CONTINUA DE  
NUEVOS RETOS Y EXCELENCIA, QUE LES PERMITAN SENTIRSE SATISFECHOS  
EN LAS DIFERENTES ETAPAS Y ACTIVIDADES DE SU VIDA.*

*Con todo nuestro agradecimiento a la M. en C. Rosa Manuela Arriaga Orihuela por el tiempo brindado, ya que siempre nos apoyo, asesoro y brindo su amistad.*

*Agradecemos a la I.B.Q. Leticia Figueroa Villarreal por su amistad, consejos y aportaciones.. A la I.B.Q. Patricia Miranda por su apoyo técnico.. A la I.A. Ma. Eugenia Ortiz por su apoyo y amistad, y a las personas que formaron parte del panel de jueces por sus aportaciones.*

*Al I.M.E. Carlos Cigarroa y familia por su apoyo y amistad otorgados.*

*A mis padres David Alvarez S. y Guadalupe Cigarroa M.  
por guiarme a encontrar una de las llaves que me llevo  
a la busqueda de respuestas, valores e ideales superiores.*

*A mi hermana Roxana con quien he crecido  
y compartido gran parte de mi vida.  
Gracias por darme tu apoyo incondicional  
en una mas de mis metas.*

*A ti Karina por tu cariño y apoyo*

*Con Amor a mis padres Vicente Rueda y Eva Enriquez  
quienes me han entregado lo mejor de su vida para  
lograr mi superacion.*

*A mis hermanos Fernando, Veronica y Miguel  
por el cariño y apoyo para lograr una  
meta mas.*

*A mi esposo Ignacio por que gracias a tu apoyo  
y amor, desde que estamos juntos hemos  
aprendido y logrado nuestros objetivos,  
alcanzando nuestros ideales.*

*TE AMO.*



## INDICE

Resumen	
Introducción	1
<b><i>CAPITULO 1. GENERALIDADES.</i></b>	
1.1.- La leche y sus estados de dispersión	3
1.2.- Definición de Quesos Análogos.	3
1.3.- Formulaciones de Quesos Análogos.	6
1.4.- Materias primas empleadas en la elaboración de quesos análogos.	10
1.5.- Funcionalidad de los ingredientes en el desarrollo de las propiedades de los quesos análogos.	10
1.5.1.- Proteínas	10
1.5.2.- Grasa	15
1.5.3.- Sales Fundentes	16
1.5.4.- Estabilizadores	19
1.5.5.- Ácidos	19
1.5.6.- SabORIZANTES y Colorantes	20
1.6.- Proceso Industrial de elaboración de Quesos Análogos.	21
1.7.- Legislación para productos análogos o de Imitación.	26
<b><i>CAPITULO 2. METODOLOGIA.</i></b>	
2.1.- Objetivos.	31
2.2.- Cuadro Metodológico	32

2.3- Proceso de elaboración de Quesos Análogos a nivel laboratorio.	35
2.3.1.- Materias primas utilizadas.	37
2.4.- Diseño experimental.	43

### **CAPITULO 3. RESULTADOS Y DISCUSION.**

3.1.- Influencia del tipo de sales fundentes sobre la funcionalidad de dos caseinatos.	46
3.2.- Efecto del tipo de aislado de soya y sal fundente en las propiedades de los quesos análogos a base de Caseína Renina y Caseinato de Calcio.	49
3.3.- Efecto de la concentración de grasa en quesos análogos preparados con dos tipos de caseína, empleando como extensores dos tipos de aislados de soya.	51
3.3.1.- Caseinato de Calcio.	51
3.3.2.- Caseína Renina.	53
3.4.- Evaluación de la funcionalidad de un concentrado de suero como sustituto parcial de grasa.	55
3.5.- Influencia de la concentración de grasa y tipo de aislado de soya empleando concentrado de suero, al 1%.	57
3.6.- Evaluación del efecto de un saborizante liposoluble enzimático sobre las características funcionales de los quesos.	60
3.7.- Determinación de la capacidad de retención de agua y grasa en mezclas de proteínas.	61

<b>CAPITULO 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.</b>	<b>66</b>
<b>ANEXO.</b>	<b>68</b>
<b>BIBLIOGRAFIA.</b>	<b>73</b>

## INDICE DE TABLAS

TABLA No.	NOMBRE	PAGINA
1	Queso Americano Sólido (limitación)	6
2	Análogo de Queso (Tipo Asadero)	7
3	Análogo de Queso (Tipo Asadero)	7
4	Análogo de Queso (Tipo Asadero)	8
5	Análogo de Queso (Tipo Mozzarella)	8
6	Análogo de Queso (Tipo Cheddar)	9
7	Características y Propiedades de las principales proteínas de la leche	12
8	Norma Oficial Mexicana. Queso Tipo Cheddar	28
9	Norma Oficial Mexicana. Queso Tipo Chester	29
10	Norma Oficial Mexicana. Queso Procesado	29
11	Formulación base para quesos análogos	35
12	Propiedades funcionales de quesos preparados con diferente tipo de caseinato y sal fundente	46
13	Influencia del tipo de aislado de soya y sal fundente sobre las propiedades funcionales de quesos análogos elaborados con los dos tipos de caseinatos y sal fundente	49
14	Efecto de la concentración de grasa y tipo de aislado de soya sobre las propiedades funcionales de los quesos	

	elaborados con caseinato de calcio	52
15	Efecto de la concentración de grasa y tipo de aislado de soya sobre las propiedades funcionales de los quesos con caseína renina	53
16	Efecto de la concentración del concentrado de suero sobre las propiedades de dos tipos de caseinatos y 18.3% de grasa	55
17	Efecto de la concentración de grasa y tipo de aislado de soya en las propiedades de quesos análogos preparados con 1% de concentrado de suero	58
18	Influencia de la presencia de saborizante sobre las propiedades funcionales de los quesos elaborados con caseína renina y aislado de soya	60
19	Retención de agua y grasa en caseína renina sola y en mezcla con otras proteínas con y sin sal fundente	62
20	Retención de agua y grasa en el caseinato de calcio utilizado con la mezcla de otras proteínas y la presencia y ausencia de sales fundentes	64

## RESUMEN.

En los últimos años se ha desarrollado especial interés por los quesos análogos que son productos que compiten fuertemente con los quesos naturales debido a su facilidad de preparación y a aspectos económicos. Dadas las promisorias ventajas que presentan los aislados de soya y los concentrados de suero como sustituto parcial de caseína y grasa respectivamente, se ha considerado como objetivo para éste trabajo la evaluación de la funcionalidad de estas proteínas en la elaboración de quesos análogos con diferente concentración de grasa. Las propiedades funcionales evaluadas en los quesos fueron: la habilidad de fundir, estiramiento, penetrabilidad, además de las pruebas de retención de agua y grasa en proteínas. En primer lugar se estudió el efecto de dos tipos de sales fundentes (mezcla de fosfatos y joha) sobre la funcionalidad de dos caseinatos (caseína renina (CR) y caseinato de calcio (CC)) y dos tipos de aislados de soya (Supro 500-E y FXP-920). Se observa que la CR con sales de fosfato y el CC con sales de joha son compatibles ya que fueron los quesos que resultaron con mejores características funcionales. La presencia de los aislados no modifican la tendencia del efecto de las sales fundentes para cada caseinato. Posteriormente se determinó la influencia de la concentración de grasa sobre las propiedades de los quesos empleando dos caseinatos, dos tipos de aislado de soya y un concentrado de suero (Dairy Lo). En cuanto a los aislados de soya cabe mencionar que no presentan las características funcionales que tienen los caseinatos, sin embargo al utilizarlos como sustitutos parciales de caseína se recomienda el empleo de un concentrado de suero, el cual refuerza la estructura y mejora las características funcionales de los productos con soya, utilizándose también como

sustituto de grasa obteniendo mejores resultados al reducir la grasa a un 25% con respecto a la original.

Finalmente se estudio la capacidad de retención de agua y grasa en las mezclas de proteínas resultando que la CR con las sales fundentes reduce la capacidad de retención de agua incrementándose la de grasa. Sin embargo al encontrarse presente los aislados de soya y las sales fundentes se reduce la capacidad de retención de agua y grasa. Al agregar a estas mezclas el concentrado de suero disminuye mas aun la retención de agua y aumenta la de grasa. En el caso del CC a diferencia de las mezclas con CR la capacidad de retención de agua es menor que la capacidad de retención de grasa. En general las tendencias obtenidas al encontrarse presentes los aislados de soya y el concentrado de suero son iguales.

## INTRODUCCION

Los quesos son los productos lácteos de mayor consumo en el país (2) y con alto valor agregado, se obtienen a partir de leche de vaca a través de un proceso cuyas operaciones básicas involucran generalmente a la pasteurización, coagulación, cortado, desuerado, fermentado, salado prensado y madurado (25).

Dentro de los muy diversos tipos de quesos se tienen aquellos que presentan habilidad de fundir. Gracias al avance tecnológico, actualmente es posible elaborar quesos de imitación que son productos que compiten fuertemente con los quesos naturales en cuanto a calidad nutritiva y sobre todo en el aspecto económico que hoy en día es un factor que mueve al mundo. Los principales compradores de los quesos de imitación son los procesadores de alimentos (pizzas, hamburguesas, alimentos preparados, congelados, etc.) más que el consumidor directamente.

Este tipo de productos ha mostrado un crecimiento considerable en varios países debido en gran medida al bajo costo de los ingredientes y a la facilidad de conservación y almacenamiento de las materias primas, así como al reducido número de operaciones involucradas en su manufactura, lo cual da como resultado productos más económicos para el consumidor (32).

Este tipo de productos se obtiene a partir de una mezcla de ingredientes en polvo y de grasa, que en conjunto desarrollan una funcionalidad que permite obtener productos con características sensoriales y de textura similar a los quesos tradicionales (28).

Dentro de los principales componentes de los quesos análogos se puede mencionar a las proteínas que tienen la habilidad de actuar como matriz atrapando humedad y grasa, así como también sales fundentes que además presentan propiedades emulsificantes y de estabilización de



la emulsión. La elección de estas últimas resulta entonces fundamental y está en función del tipo y origen de las proteínas empleadas como es el caso de la caseína y los caseinatos (20). Las grasas tienen un gran impacto en la textura del queso así como también con su estabilidad al calor y su habilidad para fundir, empleándose generalmente grasas vegetales o grasa butírica con grado de fusión de 38°C.

En la búsqueda de alternativas del uso de proteínas de diferente origen al de la leche se han desarrollado proteínas aisladas de soya con funcionalidad adecuada para su uso en este tipo de productos, sustituyendo total o parcialmente a las proteínas empleadas comúnmente. Estas proteínas emulsifican y retienen humedad contribuyendo a la firmeza final, obteniéndose productos de buena calidad y brindando así un potencial considerable para la elaboración de este tipo de quesos (16).

Actualmente se han desarrollado diferentes productos a base de proteínas, cuya funcionalidad permite obtener alimentos bajos en grasa pero con características similares a los originales. En el desarrollo de estos productos algunas proteínas naturales de leche han sido modificadas mediante tratamientos físicos, químicos o biológicos, que les permite lograr una funcionalidad tal, que es posible su empleo como sustitutos totales o parciales de grasa. Por lo anterior el objetivo del presente trabajo fue determinar experimentalmente la funcionalidad de diferentes proteínas en la sustitución parcial de caseinatos y grasa en formulaciones de quesos análogos con habilidad de fundir.

## CAPITULO 1: GENERALIDADES

### 1.1. LA LECHE Y SUS ESTADOS DE DISPERSION.

La leche es un producto básico necesario en el balance dietético, ya que sus componentes se encuentran en forma y proporción adecuada. Está compuesta por agua, grasa, proteínas, azúcares y minerales. La leche es un sistema disperso relativamente estable debido a que todos sus constituyentes se encuentran en equilibrio formando tres estados físicos de dispersión:

- Solución: La lactosa, así como sales, cationes, aniones y vitaminas hidrosolubles existen como solución verdadera.
- Suspensión: Las proteínas, tanto caseínas como las de suero forman suspensiones coloidales.
- Emulsión: Los globulos de grasa se encuentran en estado de emulsión (3,11).

Los quesos son una forma de conservación de los componentes insolubles de la leche: caseína y de la materia grasa; se obtienen por coagulación de la leche seguida del desuerado, en el curso del cual el lactosuero se separa de la cuajada. (1).

### 1.2. DEFINICIONES DE QUESOS ANALOGOS.

Los productos lácteos han sido parte de la dieta del hombre desde hace muchos años, pero debido a su alto costo de producción y distribución siempre han requerido de ser limitados, ya que presentan ventajas sobre los productos naturales siendo productos más uniformes, más estables y económicos, ofrecen una mejor vida de anaquel.

Los productos lácteos de imitación, también llamados simulaciones, sustitutos, análogos y mímicas están asociados con términos como: no lácteos, vegetales no lácteos, leche artificial, queso artificial, etc.

A continuación se mencionarán diferentes definiciones de términos relacionados con este tipo de productos:

- Quesos análogos o de imitación: Son aquellos productos en los cuales la grasa butírica se ha sustituido parcial o totalmente por grasa vegetal permitiéndose esta sustitución únicamente en el caso de quesos frescos (19).

- Sustitutos de leche o Productos lácteos: Su composición general o apariencia y uso internacional es similar a la leche o a un producto lácteo en el cual los sólidos constituyentes de la leche son total o parcialmente reemplazados con ingredientes no lácteos (17).

La Federación Internacional de Lácteos define lo siguiente:

- Productos de imitación: Contienen por lo menos un componente de la leche, usualmente leche descremada o leche en polvo descremada y la grasa vegetal reemplaza a la grasa de la leche.

- Productos sintéticos: No contienen ingredientes lácteos aunque algunos incluyen caseinato de sodio.

- No Lácteos: Son productos lácteos de imitación basándose en proteínas de la leche, hechas para semejar los productos lácteos y contienen una o más proteínas derivadas de la leche (16).

#### Definición según la Ley General de Salud de México:

Se entiende por producto de imitación de los productos y derivados de la leche, aquellos que tengan composición y características sensoriales semejantes a estos, aún cuando carezcan total o parcialmente de leche y en cuya elaboración se empleen grasas vegetales o animales o materias primas distintas de las propias de la leche (19).

El producto que fue elaborado para este trabajo se apega a la definición de sustitutos de productos lácteos.

En algunas partes del mundo, los quesos naturales tienen un precio muy elevado debido a la tecnología que requieren y a que las materias primas utilizadas tienen un elevado costo y son poco disponibles. Por esta razón se encontraron en la necesidad de desarrollar productos análogos a partir de fuentes más económicas de grasa y proteínas.

En Estados Unidos (1969), se empezó a investigar el desarrollo de diversos tipos de quesos. Se deseaba desarrollar un queso completamente sintético por procedimientos no convencionales. Las primeras investigaciones fueron tendientes al desarrollo de un sistema que tuviera la estructura básica y la textura del queso. Se investigaron proteínas animales y vegetales, gomas como CMC, Xantana, Carragenina y algunos Alginatos, se estudiaron posibles modificadores de la textura como harinas de cereales, almidones, etc. Posteriormente seleccionaron los lípidos y los procesos dinámicos para facilitar la emulsión y la absorción, finalmente se mejoraron defectos organolépticos y se encontró el punto óptimo en el proceso para añadir el sabor (14).

### 1.3. FORMULACIONES DE QUESOS ANALOGOS.

Con objeto de mostrar algunos ejemplos en cuanto a la variabilidad, al tipo y proporción de ingredientes se presentan algunas fórmulaciones para la elaboración de quesos análogos.

**TABLA 1.**

**Queso Americano Sólido (Imitación):**

Ingredientes	%
Caseinato de sodio	14.00
Sulfato de calcio	0.83
Cloruro de sodio	2.50
Maltodextrina	3.77
Carragenina Gelcarín 911	2.00
Acido Adípico	0.25
Sal de potasio del ácido sórbico	0.20
Sabor	0.50
Color: Achiote	0.10 - 0.04
Grasa	25.00
Agua	50.81

RUIZ, F. (1989). Análogos de quesos. Lácteos Mexicanos, Vol. 3, No. 6, pag. 5-10

**TABLA 2.**

**Análogo de Queso (Tipo Asadero):**

Ingredientes	%
Caseína ácida	26.50
Grasa vegetal parcialmente hidrogenada con pto. fusión 38°C	23.41
Citrato de sodio g.l.	1.00
Fosfato disódico g.l.	1.00
Cloruro de sodio	1.50
Agua	46.57
Emulsificante glicépol 164	0.01
Acido cítrico	0.01

Bozzi, Marino, J. Fico, (1990). Cheese analog advantages range beyond economical aspects. Food Technol., Vol 6, S/N, pag 42-44.

**TABLA 3.**

**Análogo de Queso (Tipo Asadero):**

Ingredientes	%
Caseína	32.25
Grasa vegetal	14.25
Sal fundente (Citrato fosfato 1:1)	1.00
Cloruro de sodio	2.49
Caragenina	0.01
Agua	50.00

Haylock, S.J., (1986). Imitation cheese based on New Zealand casein products. New Zealand Journal of Dairy Science and Technology. S/V, S/N, pag A46-A48.

**TABLA 4.**

**Análogo de Queso (Tipo Asadero):**

Ingredientes	%
Caseína	31.50
Grasa vegetal	13.50
Sal fundente (citrato fosfato 1:1)	2.50
Cloruro de sodio	2.49
Carragenina	0.01
Agua	50.00

Haylock, S.J. (1986). Imitation cheese based on New Zealand casein products. *New Zealand Journal of Dairy Science and Technology*, 5/V, 5/4 pag 446-448.

**TABLA 5.**

**Análogo de queso (Tipo Mozzarella):**

Ingredientes	%
Agua	45.20
Caseína Renina (Alaren)	26.20
Grasa vegetal hidrogenada	24.45
Cloruro de sodio	1.80
Acido cítrico	0.90
Fosfato disódico anhidro	0.75
Citrato trisódico dihidratado	0.40
Sorbato de potasio	0.10
Sabor artificial mozzarella	0.10
Sabor natural mozzarella	0.08
Sabor y color natural	0.02

Protein Technologies International.(1994). Comunicación personal.

**TABLA 6.**

**Análogo de Queso (Tipo Cheddar):**

Ingredientes	%
Agua	47.00
Caseína Renina (Alaren)	26.00
Grasa Vegetal	21.66
Cloruro de sodio	1.80
Fosfato disódico anhidro	0.34
Acido cítrico	1.00
Fosfato aluminico de sodio	0.50
Pirofosfato tetrasódico	0.40
Citrato trisódico	0.10
Sorbato de potasio	0.10
Sabor enzimático cheddar	1.10
Color y saborizante	Indistinto

Perren Technologies International, (1994). Comunicación personal.

Estas tablas fueron consultadas como antecedentes para establecer la formulación base que se utilizó para la elaboración de quesos análogos en el presente trabajo. Como se puede observar en ellas se muestra una variedad de ingredientes con diferentes porcentajes que pueden ser manejados. Teniendo que para quesos del mismo tipo, hay diferente proporción de ingredientes (tablas 3 y 4) y diferente proteína (tabla 2). Así mismo se observa que en todas las formulaciones los ingredientes empleados en común son: proteínas, grasa vegetal, sales fundentes y agua; sin tomar en cuenta el tipo de queso que se deseó elaborar.



#### 1.4. MATERIAS PRIMAS EMPLEADAS EN LA ELABORACION DE QUESOS ANALOGOS.

Los principales ingredientes en los análogos de queso son caseína (proteína de leche) o caseinatos (calcio), grasa vegetal parcialmente hidrogenada (butírica, vegetal de diferentes fuentes como: coco, soya, zapote), sales emulsificantes (fosfatos, citratos, joha y solva), colorantes naturales (achiote) y sabores artificiales (28). Las proteínas de soya se pueden combinar con caseína o caseinatos, ya que siempre es necesario adicionar una cierta proporción de proteína de leche debido a sus características únicas de fusión (2).

Las proteínas empleadas deberán contener una porción adecuada de aminoácidos esenciales para que tenga características nutricionales similares a las del queso natural, por ejemplo, es posible que se requiera una forma soluble de caseinato o de aislado de suero. También se puede incluir, proteínas de semillas vegetales, pescado y proteínas derivadas de la carne. La grasa a emplear deberá tener un punto de fusión adecuado para que se funda en la boca. Los demás ingredientes, sales, ácidos y de relleno modifican la estructura para cumplir con los requerimientos físicos y de textura deseadas en el producto lácteo que asemejan (5).

#### 1.5. FUNCIONALIDAD DE LOS INGREDIENTES EN EL DESARROLLO DE LAS PROPIEDADES DE QUESOS ANALOGOS.

##### 1.5.1. PROTEINAS.

Las proteínas de leche son esenciales en la fabricación del queso, ya que la proteína tiene la habilidad de formar una matriz para atrapar humedad, grasa y otros ingredientes importantes en la elaboración del queso y otros alimentos. Las proteínas, además de sus funciones nutritivas, tienen que desarrollar funciones relacionadas con la textura, especialmente cuando se considera

integrar el nuevo producto a un sistema alimenticio complicado (pizzas, comidas preparadas, etc.).

Las propiedades funcionales de más interés que proporcionan las proteínas además de la absorción de agua y grasa son emulsificación de grasa, desarrollo de consistencia, coagulación y contribución a la textura.

Se prefiere el caseinato de sodio, pero también se puede utilizar la caseína o sus formas de sales de calcio en conjunto con secuestrantes iónicas como son el pirofosfato tetrasódico y el fosfato de aluminio y sodio, que permiten una completa solubilidad de la proteína.

La caseína al cuajo se prefiere más ya que no solo tienen ventajas en cuanto al precio (comparándolo con los caseinatos), sino que también mantiene una excelente estabilidad de sabor durante el almacenamiento (7.13).

La caseína y las proteínas del suero son los dos grandes grupos de proteína de la leche; se encuentran en forma de suspensión y sol coloidal respectivamente y existen grandes diferencias entre sus estructuras y propiedades fisicoquímicas (Tabla 7). Ambos grupos se pueden fraccionar y separar de acuerdo con su solubilidad a ciertos valores de pH en presencia de sales, lo cual nos lleva a diferenciar los dos sistemas de estabilidad de la proteína de la leche, que en general están presentes en la mayoría de los sistemas proteicos en alimentos: el primero es aquel en el que las proteínas se encuentran en forma de suspensión debido a una combinación de los mecanismos de carga eléctrica e hidratación y son polipeptidos insolubles en su punto isoeléctrico. Estas proteínas tienden a precipitar en presencia de iones divalentes como el calcio; algunos ejemplos característicos son las caseínas, los aislados proteicos de soja y de algodón. En el segundo sistema las proteínas están estabilizadas en sol coloidal por un mecanismo de hidratación cuyas fracciones

son solubles en su punto isoelectrico: estas proteínas son más lábiles a la desnaturización por calor y no son tan sensibles a los iones divalentes como las del primer sistema; las proteínas del suero de la leche pertenecen a esta categoría. En la tabla 7 se presentan las principales proteínas de la leche pertenecientes a estos grupos en donde se señalan algunas de sus características.

TABLA 7.

Características y propiedades de las principales proteínas de la leche.

Proteína	Localización	Características y propiedades
Caseína $\alpha$	Micelas y en suero	Sensible al calcio, no tiene cistina, resistente a la desnaturización
Caseína $\beta$	Micelas y en suero	No tiene cistina, sensible al calcio, resistente a la desnaturización
Caseína K	Micelas y en suero	Insensible al calcio, sensible a la acción de la renina, resistente a la desnaturización
Caseína $\delta$	Micelas y en suero	No se sabe si se sintetiza o son fragmentos de la caseína B como resultado de una proteólisis
B-Lactoglobulina	Suero	Se encuentra en forma de dímero unido no covalentemente
$\alpha$ -Lactalbúmina	Suero	Alta en triptofano, tiene actividad biológica en la síntesis de la lactosa.

Boalé D.S., (1988). Química de los alimentos. De. Alambra, México, pag. 327-391.

Las caseínas existen como sol coloidal interaccionando con iones de fosfato y calcio para formar micelas las cuales son partículas esféricas con un diámetro que varía de 40 a 300 nm, que están formadas a su vez por subunidades de 10 a 20 nm. Están constituidas aproximadamente por 92% de proteínas y 8% de fosfato de calcio (3).

Existe un equilibrio entre las caseínas micelares y las que se encuentran en un estado libre en el suero que depende del pH y de la temperatura a que se encuentren. Por ejemplo, a temperaturas menores a 10°C y a un pH de 6.7, la caseína beta se disocia de las micelas y pasa a formar parte del suero y su reincorporación ocurre al aumentar la temperatura. Por otro lado, el pH también modifica el equilibrio tanto de las caseínas como de las sales micelares y solubles de manera que al bajar el pH a 5.0 se induce una transferencia de caseína micelar al suero y una disolución de parte del fosfato coloidal. Las modificaciones estructurales de las micelas con respecto al pH se reflejan en sus propiedades, como es el hecho de que el grado de solvatación de las micelas dependen en gran medida del pH a que se encuentren, la solvatación mínima se obtiene a un pH de 6.6. La sensibilidad de las micelas a los cambios en el pH y la temperatura puede influir en forma decisiva en su estabilidad (3).

Las caseínas pueden formar coágulos en función del pH y la presencia de enzimas, lo que las hace ideales en la manufactura de quesos.

La caseína puede ser clasificada según el proceso de obtención en: (20, 30).

- a) Caseína al cuajo: Se obtiene por la adición de enzimas proteolíticas como la quimosina (renina) o pepsina a la leche descremada.
- b) Caseína ácida: Se obtiene por la adición de ácidos, tales como el clorhídrico o el sulfúrico a la leche descremada, hasta alcanzar el punto isoeléctrico de la caseína. También se puede obtener por la acción de fermentos lácticos los cuales producen ácido.

c) **Coprecipitados proteicos:** Se produce por la acción del calor en la leche descremada, el cual induce interacciones complejas entre la caseína y las proteínas del suero (principalmente B-lactoglobulina), continuándose con la coagulación ya sea por disminución del pH de la leche calentada o por la adición de sales inorgánicas de calcio a la leche descremada caliente.

#### Proteínas de suero.

Los concentrados de proteína del suero producen un queso con cualidades especiales. Generalmente el queso elaborado con este tipo de proteínas se extiende al fundido en un horno y la textura será suave y flexible (28).

La principal ventaja sobre los productos de caseína es su alto grado de solubilidad en productos alimenticios ácidos.

De todas las proteínas, las del suero son de las más solubles en agua, en el queso tienden a estar en la fase acuosa y no en la interfase agua/grasa, de ahí que las propiedades de emulsificación sean pobres. Si el queso contiene cantidades sustanciales de grasa estando presente las proteínas del suero pueden ocurrir problemas de emulsificación. Si las proteínas del suero no tienen un radio de proteína/grasa cercano al del queso natural, no se logra la emulsificación. Sin embargo éstas mejoran las propiedades funcionales (habilidad de fundir y estiramiento) del queso (18).

#### Aislados de proteína de soya.

Las proteínas de soya son las únicas proteínas vegetales ampliamente utilizadas en los productos lácteos de imitación. Los aislados de proteína de soya tienen propiedades similares a la caseína, son insolubles en su punto isoeléctrico, contienen una porción relativamente grande de residuos de aminoácidos hidrofóbicos y son sensibles al calcio. Se diferencian de la caseína en que

son lábiles al calor y se desnaturalizan (11). La proteína de soya se puede usar para suministrar toda o parte de la proteína total, siempre y cuando se haya hidrolizado durante la extracción. Esto es necesario para mantener la viscosidad de la mezcla en condiciones de ser manejable. Conforme mayor cantidad de proteína de soya se emplee, más importante será que esta proteína esté hidrolizada. Se puede emplear proteínas de soya aisladas que resultan ideales para mezclarse con la carragenina (14).

Una concentración efectiva de proteínas de soya del 5 al 20% proporcionará una distribución suficiente de sitios de enlace proteico para interactuar con la carragenina dentro del sistema (28).

#### 1.5.2. GRASA.

Las características deseables de un aceite o una grasa para su uso en productos lácteos son: tener un sabor suave, bajo nivel de peróxido, una buena estabilidad al sabor, bajo nivel de ácidos grasos libres, resistencia a la hidrólisis y un índice de grasas sólidas adecuada sobre el rango de temperatura usado en el producto (33).

Las grasas comúnmente utilizadas en los productos de imitación son: de coco hidrogenada, algodón, soya, cacahuete y mezclas de éstas. Se prefieren grasas de bajos puntos de fusión (generalmente de 38 a 42°C), ya que producen una mejor textura y sensación en la boca.

Los fosfolípidos que contienen son ricos en ácidos grasos insaturados, por lo que pueden ser los iniciadores de las reacciones de oxidación de la grasa láctea. Estas reacciones se aceleran por la presencia de los propios iones metálicos de cobre que se encuentran como parte constitutiva de la membrana (3).

Las grasas emulsificadas participan en las estructuras de las redes de las proteínas ayudando a la retención de agua (33).

### 1.5.3. SALES FUNDENTES.

Son muy importantes en la producción de quesos procesados, ya que forman una estructura uniforme. Los fosfatos, polifosfatos y citratos son los más comúnmente utilizados aunque también se utilizan el tartrato de sodio, potasio o los fosfatos de sodio y aluminio.

Las sales fundentes, ayudan a cambiar la estructura del queso ya sea blando o duro, desmenuzable, listo para ser rayado, que pueda o no ser derretido, etc. La habilidad secuestrante de calcio de las sales de fosfato empleadas como sales fundentes aumenta en el siguiente orden:  $\text{NaH}_2\text{PO}_4 > \text{Na}_2\text{H}_2\text{P}_2\text{O}_7 > \text{Na}_5\text{HP}_2\text{O}_7 > \text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7 > \text{Na}_5\text{P}_2\text{O}_{10}$ .

El principal papel de las sales emulsificantes en la producción de queso son:

- ◆ Remover el calcio de las proteínas del sistema.
- ◆ Solubilizar y dispersar las proteínas.
- ◆ Emulsificar la grasa y estabilizar la emulsión.
- ◆ Controlar y estabilizar el pH.
- ◆ Formar una estructura adecuada después del enfriamiento (28,8).

La solubilidad de la caseína en agua y por lo tanto, su capacidad emulsificante se incrementan reduciendo el contenido de fosfato de calcio; debido a las propiedades de intercambio iónico de las sales fundentes se remueve el calcio y el paracaseinato de calcio se solubiliza en paracaseinato de sodio.

Las principales caseínas en el queso son alfa y beta, que tienen segmentos no polares lipofílicos. Esta estructura permite que las moléculas de caseína tengan una función emulsificante.

Los fosfatos y citratos tienen una alta habilidad de absorber el agua. Estos pueden ser enlazados vía calcio a las moléculas proteicas, impartiendo una carga negativa y las sales básicas también incrementan el pH del queso. El pH y el incremento en la carga negativa ocasionan un aumento en la capacidad de absorción de agua de las proteínas. Las concentraciones de calcio y fosfato son cerca del doble en la fase insoluble del queso procesado en comparación con los quesos naturales. La reactividad entre el emulsificador y la proteína es definida por la relación de la proteína total insoluble en el queso natural y en el queso procesado. La afinidad de la proteína por los cationes y aniones de las sales fundentes es determinado por la valencia de los iones (9).

Las sales que contienen cationes monovalentes y aniones polivalentes poseen mejores características emulsificantes, aunque algunas sales tienen mejores propiedades emulsificantes que otras, ellas pueden tener inferior capacidad de secuestro de calcio o podrían no solubilizarse e hidratar suficientemente a la proteína.

Es necesario emplear dos o más sales dentro de la formulación para lograr simultáneamente una emulsificación adecuada y características fundentes, produciendo un queso procesado homogéneo y estable. Una de las mejores formas de controlar las propiedades del queso es por medio del uso de estas sales. Las más comunes son citrato de sodio, fosfato monosódico, fosfato disódico, fosfato trisódico, pirofosfato tetrasódico, trifosfato de sodio, hexafosfato de sodio y metafosfato insoluble. Todas estas sales tienen alguna tendencia para remover el calcio, las sales solo afectan a la parte hidrofílica y no al segmento hidrofóbico.



Los citratos y fosfatos se usan en los análogos por varias razones:

- Alteran la capacidad buffer del sistema.
- Mejoran la solubilidad de la proteína removiendo los iones calcio.  
Mejoran la estabilidad al calor de las proteínas.
- Previenen la oxidación de grasas y el cambio de color al enlazarse con iones metálicos.
- Son buenos agentes dispersantes. Reaccionan con las proteínas para aumentar el efecto emulsificante de estos sistemas aceite-agua (32).

Los fosfatos son útiles para mejorar las características físicas de las proteínas y formar complejos con ellas, ayudando a la dispersión para que los productos terminados simulen al producto natural. Los fosfatos son ingredientes efectivos para prevenir la separación de la porción de grasa. Los citratos y fosfatos se usan en niveles de 1 al 2 % (6).

Otras sales utilizadas en la elaboración de quesos análogos son: sales de sodio, potasio y calcio, las cuales juegan un papel importante en las características sensoriales y físicas del análogo de queso. El cloruro de sodio ayuda a mejorar el sabor sin exceder los límites dietéticos. El potasio debe controlarse cuidadosamente puesto que determina la temperatura de gelificación y de fusión de la estructura del gel al usar carragenina. El sulfato de calcio dihidratado refuerza el complejo proteína-carragenina produciendo un queso con una estructura de gel más fuerte. También puede funcionar como un ingrediente de relleno. El sorbato de potasio se sugiere para evitar el crecimiento de hongos y levaduras (32).

#### 1.5.4. ESTABILIZADORES.

Las gomas se utilizan por su participación en la textura, estructura y funcionalidad, ya que proporcionan estabilidad a la emulsión. Entre sus propiedades se encuentran la capacidad de aumentar la viscosidad, de formar geles (como es el caso de la carragenina y el tragacanto) y mejorar la textura. Se utilizan en concentraciones menores al 0.8% del peso final del queso ya que presentan una limitada dispersabilidad y se alcanza la acción deseada.

La carragenina es un hidrocolode especial para usarse en la producción de análogos de queso debido a su habilidad para formar geles fuertes térmicamente reversibles y por su interacción con las proteínas. Esta combinación produce una matriz homogénea del polímero y la proteína (28).

Se pueden utilizar otros estabilizantes de origen natural como la goma guar, algarrobo, xantana y almidón. Estas sustancias son generalmente espesantes que tienen una reactividad mínima con la proteína. La maltodextrina (sólidos del cereal hidrofizados) de baja equivalencia de dextrosa, tiene la capacidad de interaccionar con agua, lo que induce al desarrollo de un efecto espesante proporcionando el sabor suave necesario. La celulosa en polvo es otro ingrediente que evita de manera efectiva la migración acuosa a la superficie del queso.

La carragenina Gelcarin GP-911, proporciona una máxima reactividad con la proteína en la producción de quesos en forma de bloques (28,12).

#### 1.5.5. ACIDOS.

Los ácidos orgánicos juegan un papel importante para alcanzar el perfil ideal de sabores y también la estructura apropiada, ya que como ayudan a acidificar la mezcla a un pH de 5.7 a 5.9 afectan a las propiedades de firmeza, elasticidad y habilidad de fundir. El pH del queso puede ser

ajustado con ácido láctico adipico, cítrico o acético hasta aproximadamente  $5.5 \pm 0.3$  para obtener un complejo proteína-carragenina de carácter consistente. Cuando el pH del queso se reduce por abajo de 5.2 en las fórmulas con caseinato de sodio, la textura tiende a volverse granulosa debido a una interacción desfavorable entre la carragenina y la caseína o caseinatos, así como la textura se puede desmigajar y romper la emulsión (18). Si el pH no excede éste límite (5.2), la solubilidad de las proteínas aumentan y hacen al queso más elástico, favoreciendo la emulsión.

#### 1.5.6. SABORIZANTES Y COLORANTES.

En general los agentes saborizantes proporcionan dos funciones: enmascarar notas indeseables del sabor de los ingredientes de la fórmula y dar al queso su sabor característico por el cual deben ser reconocidos. El saborizante se puede añadir junto con la grasa, antes de ella o casi al finalizar la fusión: son utilizados en concentración máxima del 1% (15, 28).

En cuanto a colorantes se pueden emplear emulsiones estables de extracto de semilla de achote con tonos naranjas proporcionados por la oleoresina de la paprika, dependiendo de la preferencia.

#### AGUA.

Es un factor muy importante en la formación de la emulsión. Sirve para dispersar sales adecuadamente y contribuye en la textura del producto (8). Es necesario que el agua que se utilice sea potable y que se encuentre en condiciones sanitarias adecuadas, como pH neutro, libre de olores y sabores extraños, etc.

## 1.6. PROCESO INDUSTRIAL DE ELABORACION DE QUESOS ANALOGOS.

### Selección de materia prima:

Los ingredientes pueden ser muy diversos y están sujetos a las necesidades del producto a obtener, como por ejemplo, la fuente de proteína puede ser caseína, caseinatos o proteínas vegetales; en el caso de la materia grasa se puede emplear grasa butírica, vegetal de diferentes fuentes como: coco, soya o zapote; en el empleo de sales fundentes existe una gran variedad de estas como citrato de sodio, fosfatos, sales joha y sales solva (nombre comercial de mezclas de citratos y fosfatos); también se puede enriquecer el producto con vitaminas y minerales, esto puede ir en función del mercado al que se destine el producto.

### Pesado de ingredientes:

Para poder realizar esta operación eficientemente se recurre al uso de diferentes técnicas y equipos de pesado según los tamaños de lotes a procesar, también se realizan utensilios para hacer la tarea más ágil como tazas, cucharas, probetas, etc. El equipo utilizado es balanza granataria y semianalítica. Esta etapa se considera un punto crítico ya que si se agregan los ingredientes en diferente cantidad a la establecida se pueden afectar seriamente las propiedades del queso.

### Mezclado:

El mezclado se considera el punto crítico del proceso, además el más importante, ya que es donde se lleva a cabo la formación del queso. Intervienen variables que son importantes de controlar como: la temperatura, la agitación y la adición de los ingredientes de donde dependen las propiedades y características del queso.

En cuanto al equipo, se emplean fundidoras, que son ollas con agitación en su interior, esta agitación puede ser por medio de gusanos sin fin o por medio de un sistema de cuchillas y espátula que garanticen una adecuada dispersión de todos los ingredientes, así como un mezclado idóneo de la pasta. El proceso de elaboración de quesos análogos requiere de calor para poder fundir la pasta y grasa logrando así el intercambio iónico de las sales fundentes empleadas para la solubilización de las proteínas.

Existen factores importantes de controlar en el procesamiento del queso análogo como son:

- Dispersión uniforme de los ingredientes en polvo para evitar la formación de grumos.
- Mantener una temperatura de 75 a 80°C a lo largo de todo el proceso, para lograr una adecuada agitación constante y eficiente; ya que los geles no se forman si no se calientan. Si solo se llega a una temperatura de 60°C es posible que se obtengan geles débiles (32).

En el proceso de elaboración el total del agua de proceso se divide en dos partes: a) 80% y b) 20%. La parte (a) se lleva a calentamiento a 75 - 80°C Cuando se alcanza la temperatura del agua se agregan las sales fundentes y el cloruro de sodio; se inicia el mezclado manteniendo la temperatura constante por medio de un baño maría para ayudar a formar una mezcla uniforme y buena emulsificación al adicionarle la grasa y así obtener un gel firme.

Se agrega la grasa fundida a una temperatura de 80°C y se continúa mezclando durante 2 minutos aumentando la velocidad de 500-600 (figura 1). Este ingrediente es muy importante ya que influye en las características finales del producto. Algunas veces los glóbulos de grasa pueden llegar a ser incompatibles con la matriz proteica y causar un debilitamiento en la estructura. La densidad y el tamaño de los glóbulos de grasa afectan las propiedades del gel, teniendo las

grasas emulsificadas, función esencial en las estructuras de las redes de las proteínas favoreciendo la retención de agua (18).

Al finalizar los 2 minutos de mezclado se agrega la solución de ácido, disuelto en el 20% del agua de proceso. Este ingrediente es agregado para el ajuste del pH, ya que es un factor que hay que controlar para tener buena funcionalidad de los ingredientes. Por lo que la influencia del pH es un factor importante en las propiedades del queso al igual que el calcio, ya que puede dañar la configuración de la proteína.

Pasando esta etapa se disminuye la velocidad de mezclado (Figura 1) y se inicia la adición de la caseína que deberá ser aproximadamente en 6 minutos, mezclando hasta que el queso tenga una apariencia uniforme, es decir, que no se observen puntos de caseína.

Otra forma de seguir el mezclado para la elaboración del queso en caso de tener problemas es recomendable primero fundir la grasa y usarla en forma líquida para agregar los ingredientes sólidos premezclados, para evitar formación de grumos ya que son adicionados posteriormente en el proceso. La porción de agua se puede adicionar en este punto, disolviendo todos los ingredientes hidrofílicos, como se explicó anteriormente. El sabor y el color deberán ser adicionados al final para disminuir el efecto del calor sobre su estructura química y su volatilidad (28).

### **Moldeado:**

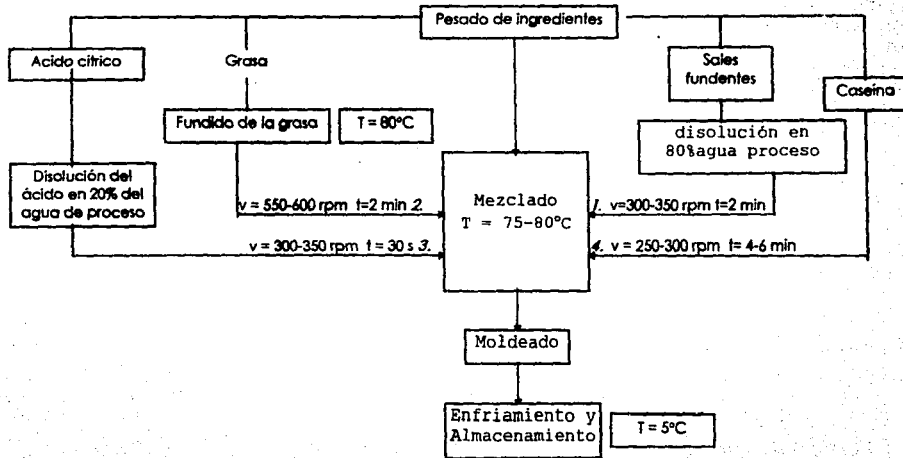
Se procede a realizar el moldeado manual, empleando cilindros de prensado los cuales son moldes que determinan el tamaño y forma del queso. Antes de llenar los cilindros a menudo se recubren con telas de mofino que se puede dejar en el queso después del prensado. El queso se deja enfriar en el recipiente hasta alcanzar la temperatura ambiente, se empaca con plástico adherible para evitar su deshidratación y endurecimiento.

### **Enfriamiento y Almacenamiento:**

El enfriamiento es importante, según el tipo de queso que se realice, como es el caso del queso en bloque, en el que el enfriamiento deberá ser lento ya que puede favorecer a reacciones de oscurecimiento y desarrollo de esporas. Una vez moldeado el queso, se empaca con plástico adherible para evitar su deshidratación y endurecimiento, el producto es almacenado a temperatura de refrigeración (aproximadamente 6°C) durante 24 horas para que alcance la consistencia adecuada y pueda salir a la venta.

FIGURA 1.

### PROCESO INDUSTRIAL DE ELABORACION DE QUESOS ANALOGOS





## 1.7. LEGISLACION PARA PRODUCTOS ANALOGOS O DE IMITACION (19).

Tanto en la elaboración como en producto final, es necesario cumplir con ciertas condiciones y aspectos que sean aprobados por instituciones especiales para lograr la aceptación del consumidor.

En México están contemplados estos productos en la Ley General de Salud (19), la cual indica que: En la imitación se debe aplicar la denominación del producto derivado de la leche objeto de la imitación, precediendo de la leyenda "Imitación de...". la cual debe tener el mismo tamaño y caracteres empleados en la denominación del producto de imitación.

Por otro lado se hacen las siguientes indicaciones para diferentes rubros:

### Condiciones Sanitarias:

- No debe contener microorganismos patógenos.
- En lo referente a las características microbiológicas, se aplicará lo dispuesto en lo relativo a los productos derivados de la leche; así como las características físicas, químicas que se establecen en la norma correspondiente.
- No deben contener antibióticos ni antisépticos; los conservadores se deben sujetar a la norma correspondiente.
- El agua que utilice para la elaboración debe ser potable.

### Etiquetado:

Las etiquetas de los productos de imitación, además de ostentar las leyendas correspondientes, deben expresar lo siguiente:

- Fecha de caducidad

El porcentaje de grasa y origen de la misma

- El porcentaje de proteínas.
- Los ingredientes.
- La leyenda "manténgase en refrigeración" cuando así corresponda.

#### **Envasado:**

Los envases deben cumplir en lo conducente con los requisitos que se establecen para los productos elaborados a partir de derivados de la leche y en ellos quedará claramente establecida la palabra "imitación" seguida de la denominación genérica del producto que se imita, todo con el mismo tipo y tamaño de letra.

#### **Almacenamiento:**

El área para el almacenamiento de los productos de imitación debe contar, en su caso con la refrigeración que permita conservarlos a una temperatura no mayor de 6°C.

#### **Transporte:**

Los productos ya envasados deben ser transportados en condiciones higiénicas en vehículos cerrados y refrigerados, de manera que se conserven a temperatura no mayor de 6°C, hasta su entrega al consumidor.

#### **Ingredientes:**

- Todos deben ser grado alimenticio (calidad bacteriológica, toxicológica y nutricional, etc.).
- Los lípidos pueden provenir de fuentes animales y vegetales.
- Los lípidos no deben tener más del 50% de ácidos grasos saturados.

## NORMAS OFICIALES DE ALGUNOS QUESOS ANALOGOS.

Las normas oficiales (tablas 8, 9 y 10) muestran una serie de especificaciones que nos dan información del contenido de los componentes de diferentes tipos de quesos con habilidad de fundir, así como el grado de calidad de cada uno.

**TABLA 8.**

### Queso Tipo Cheddar:

Especificaciones	Mínimo (%)	Máximo (%)
Humedad		43.0
Grasa butírica	29.0	
Proteínas de origen láctico	24.0	
Sólidos totales	57.0	
pH	5.0	5.5
Cenizas totales		5.0
Cloruro de sodio		5.0

Norma Oficial Mexicana, (1985). Queso Tipo Cheddar. Secretaría de Comercio y Fomento Industrial. NOM-F-93.

**TABLA 9.**

**Queso Tipo Chester:**

Especificaciones	Mínimo (%)	Máximo (%)
Humedad		43.0
Grasa butírica	28.0	
Proteínas de origen láctico	23.0	
Sólidos totales	57.0	
pH	5.0	5.5
Cenizas totales		6.5
Cloruro de sodio		3.0

Norma Cfc of Mexicana, (1985). Queso Tipo Chester. Secretaría de Comercio y Fomento Industrial. NOM-F-471.

**TABLA 10.**

**Queso Procesado:**

Especificaciones	Mínimo (%)	Máximo (%)
Humedad		45.0
pH	5.0	6.0
Sólidos totales	55.0	62.0
Grasa	25.0	
Proteína	10.0	
Cenizas	0.5	

Norma Oficial Mexicana, (1970). Queso Procesado. Secretaría de Comercio y Fomento Industrial. NOM-F-92.

Las especificaciones de los análisis fisicoquímicos (tablas 8, 9 y 10), nos dan información de la proporción mínima de componentes que deben contener los análogos de queso. Algunas de éstas, proporcionan información indirecta del nivel permitido de sales; como son las cenizas totales. Las proteínas aisladas de soya no se reportaban en estas normas ni tan poco especifican que no deban emplearse, sin embargo, ha sido necesario emplear este ingrediente como extensor debido a la creciente escasez de caseína como materia prima y a la subsecuente alza en los precios de la proteína de origen animal, por lo que la industria transformadora de alimentos ha tratado de encontrar otras fuentes de proteína menos caras, como es el caso de los aislados de soya. Su funcionalidad, versatilidad, bajo costo y atributos positivos para la salud han colocado a la soya como una de las proteínas utilizadas para la elaboración de quesos análogos (17,10).

Es importante mencionar que no existen normas sobre propiedades funcionales, de ahí que en este trabajo se optó por tomar como parámetro de comparación en las propiedades evaluadas al queso elaborado con la formulación base.

## **CAPITULO 2. METODOLOGIA.**

### **2.1. OBJETIVOS:**

#### **Objetivo General:**

Evaluar experimentalmente la funcionalidad de diferentes proteínas en la sustitución parcial de caseinatos y grasa en formulaciones de quesos análogos.

#### **Objetivos Particulares:**

1.- Analizar el efecto de dos diferentes tipos de sales fundentes en la funcionalidad de los caseinatos.

2.- Evaluar la funcionalidad de diferentes proteínas aisladas de soya como sustitutos parciales de caseinatos.

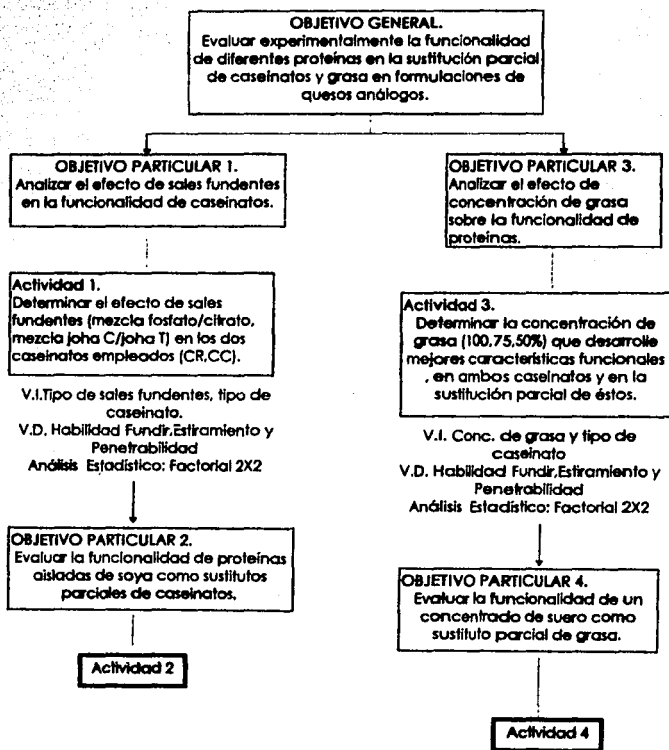
3.- Analizar el efecto de la concentración de grasa sobre el desarrollo de la funcionalidad de proteínas empleadas en formulaciones de quesos.

4.- Evaluar la funcionalidad de un concentrado de suero como sustituto parcial de grasa.

5.- Analizar el efecto de diferentes saborizantes sobre las características funcionales de los quesos.

6.- Evaluar la capacidad de retención de agua y grasa en las proteínas y en mezclas de ellas utilizadas en la elaboración de quesos análogos.

## 2.2. CUADRO METODOLOGICO



**Actividad 2.**  
Realizar la sustitución parcial de caseinatos (CR, CC) por aislados de soya (Supro 500-E, FXP 920) empleando las dos diferentes mezclas de sales fundentes.

V.I. Tipo de aislado de soya, tipo de sal fundente y tipo de caseinato.  
V.D. Habilidad Fundir, Estramiento y Penetrabilidad  
Análisis Estadístico: Factorial 2X3

**Actividad 4.**  
Elegir el porcentaje de sustitución de conc. de suero (0,1,2%)

V.I. Conc. de suero y tipo de caseinato  
V.D. Habilidad Fundir, Estramiento y Penetrabilidad  
Análisis Estadístico: Factorial 2X2

**Actividad 5.**  
Estudiar el efecto de la concentración de grasa (100,75,50%) y tipo de aislado de soya (Supro 500- E , FXP 920) en formulaciones con 1% de conc. de suero.

V.I. Conc. de grasa, tipo de aislado de soya y tipo de caseinato.  
V.D. Habilidad Fundir, Estramiento y Penetrabilidad  
Análisis Estadístico: Análisis de Varianza .

Objetivo Particular 3

**OBJETIVO PARTICULAR 5.**  
Analizar el efecto de un saborizante liposoluble sobre las características funcionales de los quesos.

Objetivo Particular 6

Actividad 6



**Actividad 6.**  
Estudiar el efecto del saborizante liposoluble en las formulaciones elegidas.

V.I. Conc. de saborizante, tipo de aislado de soya y conc. de conc. de suero.

V.D. Habilidad Fundir, Estiramiento y Penetrabilidad

Análisis Estadístico: Factorial 2X3.

**OBJETIVO PARTICULAR 6.**  
Evaluar la capacidad de retención de agua y grasa en proteínas utilizadas en la elaboración de quesos análogos.

Resultados y discusión

Conclusiones.

### 2.3. PROCESO DE ELABORACION DE QUESOS ANALOGOS A NIVEL LABORATORIO.

En la realización de este trabajo se empleó una formulación base para la elaboración de quesos análogos con habilidad de fundir, manteniendo en todos los casos un pH dentro del intervalo  $5.5 \pm 0.3$  (tabla 13).

TABLA 11..

Formulación base.

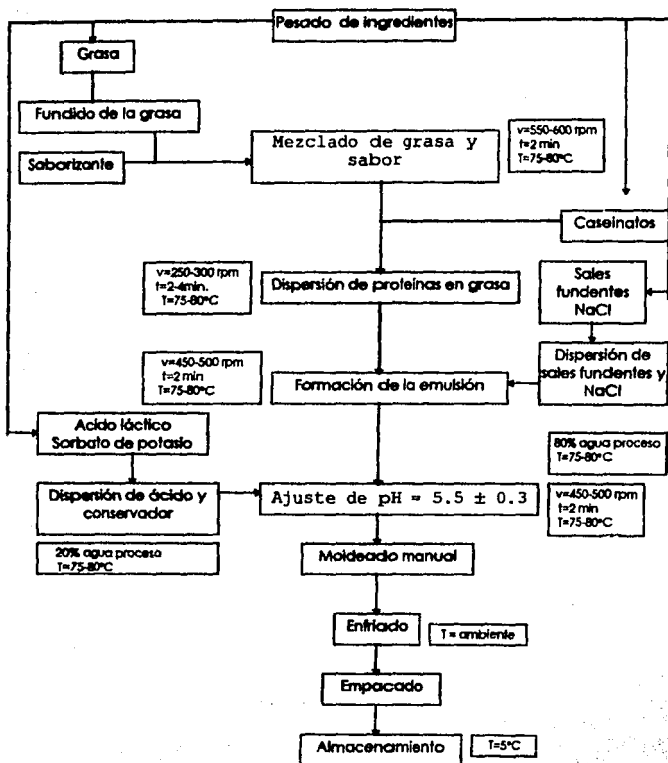
Ingredientes	%
Agua	45.40
Proteína	26.20
Grasa vegetal	24.45
Cloruro de sodio	1.80
Saltes fundentes	1.15
Acido Láctico	0.90
Sorbato de potasio	0.10

Protein Technologies Internacional, (1994). Comunicación personal.

En la figura 2 se presenta el proceso de elaboración de quesos análogos adaptado para realizarse a nivel laboratorio, y en el que se puntualizan las condiciones en las que se logró la mejor dispersión de los ingredientes.

FIGURA 2.-

PROCESO DE ELABORACION DE QUESOS ANALOGOS A NIVEL LABORATORIO



### **2.3.1. MATERIAS PRIMAS UTILIZADAS:**

En base a la formulación de quesos análogos y a las características funcionales que presentan las diferentes alternativas que existen en el mercado, se decidió trabajar con los siguientes ingredientes:

- ◆ Proteínas (Caseína Renina y Caseinato de calcio).

Proveedor: New Zealand Milk Products.

Nivel de uso: 26%

Características:

- Alto valor nutricional: PER = 2.5
- Bajo contenido de grasa y colesterol
- Alto contenido de calcio y fosfatos
- Bajo contenido en lactosa
- Insoluble en agua en estado natural (pH=7.1)
- Se solubiliza por la acción de agentes secuestrantes de calcio (sales fundentes)
- Aroma y sabor suaves y estables al calor
- Tamaño de partícula homogéneo.

- ◆ Proteína Aislada de Soya (Supro 500-E y FXP-920).

Proveedor: Protein Technologies International.

Nivel de uso: No más del 50% de la proteína utilizada.

Características:

- Alta digestibilidad
- Tiene la capacidad de estabilizar emulsiones en diferentes sistemas.
- Alta viscosidad y solubilidad.
- Forma emulsiones estables con el calor.

- Fácil hidratación.
- Emulsifica la grasa.
- Contribuye a la firmeza.

◆ Concentrado de suero (Dairy Lo).

Proveedor: Pfizer Food Science Group.

Nivel de uso: 1% del total de la formulación.

Características:

- Contribuye a la firmeza al emplearse como sustituto de grasa.

◆ Grasa vegetal

Proveedor: HINSA

Nivel de uso: Todo uso en alimentos.

Características:

- Punto de fusión 36-38°C
- Índice de peróxidos 2 meq/kg
- Índice de Iodo 4
- Color (Iovt-band) 4 rojo
- Índice de saponificación 250-260
- Sabor suave y neutro
- Olor suave y neutro
- Humedad trazas

◆ Sales fundentes

a) - Fosfato disódico ( $\text{NaH}_2\text{PO}_4$ )

**Citrato trisódico**

**Proveedor:** VIGUSA Reactivo Grado Analítico

**Nivel de uso:** Mezcla en proporción 2:1

**Características:**

- Emulsificantes
- Efecto secuestrante de calcio

**b) - Jaha C y Jaha T**

**Proveedor:** VIGUSA

**Nivel de uso:** Mezcla en proporción 2:1

**Características:**

**Jaha T**

- Valor de pH (1%)  $11.9 \pm 0.5$
- Contenido de  $P_2O_5$  aprox 40-42%
- Poder de regulación del pH + 1.0/+1.5
- Solubilidad: Solución transparente en agua
- Capacidad de cambio de iones: Algunos

**Jaha C**

- Valor de pH (1%)  $3.9 \pm 0.3$
- Contenido de  $P_2O_5$  aprox. 69.7%
- Poder de regulación del pH -0.4/-0.6
- Solubilidad: Solución transparente en agua
- Capacidad de cambio de iones: Medianamente grande

**NOTA:** En las especificaciones de sales jaha no se da información sobre el tipo de fosfatos que contienen.

◆ **Saborizante (Liposoluble enzimático)**

Proveedor: International Flavors & Fragrances

Nivel de uso: 1%

Características:

Sabor enzimático liposoluble para queso cheddar.

◆ **Sorbato de potasio**

Nivel de uso: 0.2 - 0.3%

Características:

- Conservador

Equipo utilizado en el proceso de elaboración de quesos.

- Balanza Analítica Mettler H 80 Max.
- Balanza granataria OHAUS Triple Beam.
- Agitador de propela Yamato Labostirrer Modelo LR-41D
- Parrilla thermolyne type 1900 hotplate 374B
- Baño María
- Material común de laboratorio

## DESCRIPCIÓN DE LAS OPERACIONES INVOLUCRADAS EN LA ELABORACIÓN DE QUESOS ANALÓGOS A NIVEL LABORATORIO (FIGURA 2).

### Mezclado:

Se realizó el fundido de la materia grasa a una temperatura de 75 a 80°C al utilizar un saborizante enzimático (liposoluble) éste se mezcla a una velocidad de 550-600 rpm por un tiempo de 2 minutos en un agitador de propela, integrando un baño maría para el mantenimiento de la temperatura. En caso de utilizar otro saborizante diferente se mezcla junto con la caseína y el aislado de soya, manteniendo las mismas condiciones de operación.

### Dispersión de proteína en grasa:

Dispersión de la mezcla de polvos caseína-aislado de soya en la grasa fundida aumentando la velocidad de mezclado a 250-300 rpm durante un tiempo de 2-4 minutos, manteniendo la temperatura constante.

### Formación de la emulsión:

El 80% del agua de proceso se sometió a un calentamiento, hasta alcanzar la temperatura de 75 a 80°C para la dispersión de las sales fundentes y el cloruro de sodio, manteniendo la temperatura constante por medio del baño maría a una velocidad de 450-500 rpm durante un tiempo de 2 minutos de agitación.

La dispersión de las sales fundentes y el cloruro de sodio se incorporan en la dispersión de proteína en grasa dando origen a la formación de la emulsión. La temperatura de 75 a 80°C, permite el desarrollo de la funcionalidad de los ingredientes presentes, logrando la formación de la emulsión y permitiendo la interacción proteína-proteína para la formación de la estructura deseada.



El 20% del agua de proceso restante, también es sometida a un calentamiento de 75 a 80°C para la dispersión del ácido láctico y el sorbato de potasio a una velocidad de 450-500 rpm durante un tiempo de 2 minutos para el ajuste del pH =  $5.5 \pm 0.3$ .

La forma de incorporar los ingredientes es sumamente importante, debido a que de esto depende la adecuada dispersión de éstos permitiendo la formación de la emulsión grasa y la matriz proteica de las cuales depende las características del producto final.

#### **Envasado:**

La pasta fundida se vació en recipientes cilíndricos, con capacidad de 350 gramos.

#### **Enfriado:**

Una vez envasado, se deja enfriar hasta temperatura ambiente.

#### **Almacenamiento:**

Es almacenado a temperatura de refrigeración (5°C), para lograr mejor conservación del producto empacado con una película adherible para evitar su deshidratación.

#### 2.4. DISEÑO EXPERIMENTAL

En esta sección se describen las actividades a fin de cumplir cada uno de los objetivos.

Dichas formulaciones se llevaron a cabo siguiendo el proceso a nivel laboratorio descrito anteriormente.

La evaluación del efecto de cada una de las variables estudiadas se realizó mediante la determinación experimental de las propiedades funcionales (habilidad de fundir, extramamiento) y relativa a la textura (penetrabilidad) de los quesos obtenidos (Anexo 1). Se realizaron determinaciones por triplicado, aplicando un análisis estadístico en base al número de variables involucradas en cada experimento.

**Actividad 1:** Una de las mejores formas de controlar las características físicas de los quesos análogos es por medio del uso de las sales fundentes, por lo cual se elaboraron quesos a partir de la formulación base, utilizando caseína renina y caseinato de calcio y los dos tipos de sales fundentes para cada caseinato, siendo éstas (la mezcla de fosfato-citrato en proporción 2:1 y sales de joha mezcla de JohaC y JohaT en proporción 2:1).

**Actividad 2:** Se prepararon quesos de acuerdo a la formulación base, sustituyendo en un 25% a los caseinatos (caseína renina y caseinato de calcio) por dos tipos de aislados de soya (Supro 500-E y FXP -920) para lograr una fundición adecuada y mantener la textura de un queso con habilidad de fundir manejándose las dos diferentes mezclas de sales fundentes.

**Actividad 3:** Debido a que el objetivo general de este trabajo es obtener quesos análogos bajos en grasa se decidió preparar formulaciones a manera de variar la concentración de ésta, eligiendo arbitrariamente (24.4,18.3,12.2%) de grasa en base a la concentración original empleada en estos productos (24.4%). Además se sustituyeron los caseinatos (caseína renina y caseinato de calcio) por los dos diferentes tipos de aislados de soya (Supro 500-E y FXP-920), de la concentración original de caseinatos (26.2%), y la sal fundente elegida para cada caseinato, así como también en formulaciones sin soya. En las formulaciones con caseinato de calcio solamente se manejaron dos concentraciones de grasa (24.4 y 18.3%) en la sustitución de caseinato por aislados de soya se realizó solo en concentraciones del 24.4%

**Actividad 4:** Para el cumplimiento de esta actividad, se decidió trabajar con dos concentraciones de suero (1 y 2% del total de la formulación), en formulaciones con el 18.3% de grasa y los dos tipos de caseinatos, utilizando la sal fundente elegida para cada caseinato.

**Actividad 5.** Una vez seleccionada la concentración de suero se determinó el efecto de la grasa en las concentraciones manejadas en la actividad 3 con la caseína renina, con y sin aislados de soya empleando la formulación base. En las formulaciones con caseinato de calcio se manejaron dos concentraciones de grasa (24.4 y 18.3%) y al realizar la sustitución por aislados de soya, solo se empleó la concentración del 18.3% de grasa.

**Actividad 6:** Se elaboraron quesos a partir de la formulación base, con un 18.3% de grasa, caseína renina sustituida en un 25% por aislado de soya con y sin la presencia de concentrado de suero al 1% utilizando un saborizante liposoluble enzimático con una proporción del 0.5% del total

de la formulación, estos quesos se compararon con los quesos preparados con aislados de soya y concentrado de suero sin saborizante.

Estos quesos se compararon con los quesos preparados anteriormente con aislado de soya y concentrado de suero pero sin saborizante.

**Actividad 7:** Para completar la información sobre la funcionalidad de las proteínas, se evaluó la capacidad de retención de agua y grasa en éstas y en mezclas con los diferentes aislados y concentrado de suero, que son utilizadas en la elaboración de quesos análogos, manejando las mismas proporciones en que fueron empleadas en los quesos preparados con y sin las sales fundentes elegidas para cada tipo de caseinato.

### CAPITULO 3: RESULTADOS Y DISCUSION.

Los resultados se presentan siguiendo la secuencia de las actividades propuestas en el diseño experimental.

#### 3.1. INFLUENCIA DEL TIPO DE SALES FUNDENTES SOBRE LA FUNCIONALIDAD DE DOS CASEINATOS.

Se determinó el efecto del tipo de sal fundente sobre las propiedades de los quesos obtenidos, mostrando los resultados en la tabla 12. En donde se observa que la caseína renina presenta mejores propiedades en presencia de la mezcla fosfato/citrato y el caseinato de calcio con la mezcla JojaC/Joja T. Sin embargo de los dos caseinatos manejando las dos diferentes sales fundentes, se esperaba cambios en las propiedades funcionales, considerando que el uso de estas sales sería indistinto para cada caseinato.

**TABLA 12.**

**Propiedades funcionales de quesos preparados con diferente tipo de caseína y sal fundente.**

Proteína	Tipo de sal	Prueba		
		Hab. de Fundir (cm)	Estiramiento (cm)	Penetrabilidad (cm)
Caseína Renina	Fosfato/citrato	4.76	69.4	0.15
	Joja	3.40	0.0	0.10
Caseinato de calcio	Fosfato/citrato	4.70	12.6	0.08
	Joja	4.93	11.8	0.11

A los resultados se les realizó un análisis bifactorial (tipo de caseinato y tipo de sal fundente) con un nivel de significancia del 95% (31). Mostrándose que la distribución  $F_i$  (razón de dos variables aleatorias cuadradas independientes divididas entre sus grados de libertad) es de 5.32, siendo los valores en todas las pruebas (habilidad de fundir, estiramiento y penetrabilidad) mayores a los valores de  $F_c$  de las variables involucradas en este experimento, por lo cual podemos decir que existe un efecto en las propiedades funcionales cuando se encuentran solas e interaccionando las variables manejadas.

De los resultados se puede observar que el tipo de sal fundente influye sobre la funcionalidad de cada tipo de caseinato, de tal forma que las sales fundentes que permiten a la caseína renina desarrollar mayor habilidad de fundir y estiramiento son la mezcla de fosfato/citrato, así mismo éstas permiten obtener productos menos duros. Además las características de apariencia del producto fundido son mejores ya que presentan un aspecto uniforme, mayor retención de agua y grasa, permitiendo una adecuada formación de hebras gruesas y de fácil estiramiento.

Sin embargo la caseína renina con sales de joha muestra nulo estiramiento presentando poca habilidad de fundir y además apariencia poco agradable, ya que se observa desprendimiento de agua y grasa y muy poco brillo (evaluadas sensorialmente).

En el caso del caseinato de calcio con las sales de joha permite desarrollar una mejor habilidad de fundir, sin embargo su estiramiento es menor presentando un aspecto con mejores características que los quesos elaborados con las sales de fosfato/citrato, en donde además de una apariencia poco agradable se presenta menor estiramiento y una textura más dura en el producto.

En estudios realizados por C. Cavalier en 1991, se muestra la influencia de las sales fundentes sobre las características de los quesos análogos elaborados con caseinato de calcio, en donde se observa que el fosfato disódico mantiene mayor proporción de proteína soluble una vez

formado el queso, que el citrato trisódico, ayudando este último a la formación de la estructura, dando lugar a una mayor firmeza en el producto (6).

Lo anterior confirma que el tipo y proporción de fosfatos y su mezcla con citratos determinaría solubilidad y las posteriores interacciones entre los componentes del sistema (caseína y grasa), que a su vez determinan la estructura y las características funcionales de cada queso y el aspecto del producto fundido, considerando que cada caseína tiene propiedades distintas y la sal modifica esta solubilidad es posible esperar que las interacciones con las diferentes sales sean de distinta magnitud, a lo que se atribuye que cada caseína funcione con diferente sal fundente. Las sales de joha son un producto comercial de sales de fosfato en mezcla con una sal ácida (presumiblemente de citratos ya que éstos son comúnmente empleados). Sin embargo el fabricante no especifica el tipo de éstas sales empleados en la mezcla ni la proporción de las mismas, por lo cual no es posible justificar verdaderamente la función de estas sales con los distintos caseinatos.

Para comparar la funcionalidad de las dos caseínas empleadas debemos tomar en cuenta lo siguiente:

La caseína renina es obtenida de la separación, el prensado y el secado del precipitado láctico (producido enzimáticamente o por medio de ácidos) de la leche descremada. Mientras que el caseinato de calcio se obtiene al secar soluciones preparadas al combinar caseína en polvo o cuajada fresca de caseína comestible con alcalis de grado alimenticio (18).

Por lo que al comparar éste tipo de proteínas utilizadas se puede decir que la caseína renina al ser un paracaseinato permite obtener mejores características funcionales en el producto ya que actúa en forma similar al complejo natural en la elaboración de quesos tradicionales para la formación de su estructura.

Mientras que el caseinato de calcio al ser una proteína nativa se supone que proporciona menor capacidad de estiramiento debido a que sus interacciones son más fuertes dando al producto mayor consistencia aún cuando presenta buenas características de fundido.

### 3.2. EFECTO DEL TIPO DE AISLADO DE SOYA Y SAL FUNDENTE EN LAS PROPIEDADES DE LOS QUESOS ANALOGOS A BASE DE CASEINA RENINA Y CASEINATO DE CALCIO.

Se presentan en la tabla 13 los resultados de la funcionalidad de los aislados de soya como sustitutos parciales de los caseinatos empleados en la elaboración de quesos análogos.

Se esperaba que los aislados de soya modificaran el desarrollo de la consistencia del queso, así como la absorción del agua y grasa, sin embargo la influencia que ejerce es importante.

**TABLA 13.**

Influencia del tipo de aislado de soya y sal fundente sobre las propiedades funcionales de quesos análogos elaborados con los dos tipos de caseinatos y sales fundentes.

Proteína	Aislado de Soya	Tipo de sal	Pruebas		
			Hab. de fundir (cm)	Estiramiento (cm)	Penetrabilidad (cm)
Caseína Renina	Supro 500-E	Fosfato/citrato	3.63	42.50	0.144
		Joha	3.23	14.10	0.137
	FXP-920	Fosfato/citrato	3.66	32.70	0.132
		Joha	3.00	0.0	0.113
Caseinato de Calcio	Supro 500-E	Fosfato/citrato	3.36	0.0	0.075
		Joha	4.03	15.30	0.103
	FXP-920	Fosfato/citrato	3.00	7.90	0.102
		Joha	3.10	0.0	0.082



Se realizó un análisis estadístico con tres factores (Tipo de aislado de soya, caseinatos y sales fundentes) con un nivel de significancia del 95% (31), obteniéndose que la  $F_i$  (4.59) es menor a la  $F_c$  en todas las pruebas realizadas a los quesos análogos por lo que se puede decir que hay un efecto de interacción en las propiedades funcionales entre las variables manejadas.

Sin embargo se sigue observando que la presencia de aislados no modifican la tendencia del efecto de las sales fundentes para cada caseinato, lo cual se debe a que el componente mayoritario es el que determina el tipo de sal a utilizar, de acuerdo a esto en las etapas posteriores se trabajó la sal fundente que para cada caseinato resultó mejor siendo Caseína renina con sales de fosfato/citrato y Caseinato de calcio con sales de joha.

En cuanto al empleo de aislados de soya como sustitutos parciales de caseínas se tiene que al comparar los dos aislados los resultados muestran que los productos elaborados con Supro 500-E presentan mejores características que los quesos elaborados con FXP-920, tanto en habilidad de fundir como en estiramiento, además que los productos son ligeramente más suaves como se observa en las prueba de penetración. En lo que respecta a los atributos de apariencia muestran un producto brillante con mayor retención de agua y grasa y formación de hebras más firmes y gruesas. Por lo que se considera que el aislado Supro 500-E tiene mayor compatibilidad con la caseína renina, ya que permite un mejor desarrollo de la funcionalidad de ésta proteína.

En el caso del caseinato de calcio se observa que el aislado Supro 500-E manifiesta la misma tendencia que la caseína renina, es decir, que sus propiedades funcionales y de apariencia son mejores que cuando se maneja FXP-920, observándose este mismo comportamiento al utilizar sales de joha en la prueba de estiramiento. Sin embargo al utilizar el aislado FXP-920 en presencia de sales fosfato/citrato mejora el estiramiento del queso, ya que en presencia de sales joha es nula esta característica, además en presencia del aislado FXP-920 se muestran características inadecuadas ya que hay desprendimiento de agua y grasa, poca capacidad de fundir y hebras débiles a parte de obtener un producto con una textura dura.

Al comparar los resultados con ambos tipos de caseína se vuelve a hacer patente el hecho de que la caseína renina presenta mejor funcionalidad en este tipo de productos.

Finalmente al comparar los resultados de los quesos obtenidos con caseína renina (tabla 12), caseína renina-aislados (tabla 13) se observa que la presencia de aislado de soya disminuye las características funcionales, de lo que se deriva que éstas proteínas interfieren negativamente en las interacciones caseína-grasa modificando las características funcionales del producto.

### 3.3 EFECTO DE LA CONCENTRACION DE GRASA EN QUESOS ANALOGOS PREPARADOS CON DOS TIPOS DE CASEINA EMPLEANDO COMO EXTENSORES DOS TIPOS DE AISLADOS DE SOYA.

#### 3.3.1. Caseinato de Calcio.

Dado que la grasa es uno de los componentes mayoritarios en la formulación de quesos análogos y debido al interés de algunos mercados en la producción de alimentos bajos en calorías, se estudió el efecto de la disminución de este ingrediente sobre el desarrollo de la funcionalidad de las proteínas empleadas en la preparación de este tipo de quesos (tabla 14).

Estadísticamente (análisis de varianza con un nivel de significancia del 95%), los resultados realizados con una concentración del 24.4% de grasa con y sin aislados de soya (Supro 500-E y FXP-920); muestran diferencia de lo cual se puede decir que existe influencia de la concentración de grasa en la habilidad de fundir, estiramiento y penetrabilidad en los quesos elaborados con caseinato de calcio y los dos tipos de aislados de soya.

**TABLA 14.**

**Efecto de la concentración de grasa y tipo de aislado de soya sobre las propiedades funcionales de los quesos elaborados con Caseinato de Calcio.**

Proteína	Conc. de grasa (%)	Aislado de Soya	Pruebas		
			Hab. de Fundir (cm)	Estiramiento (cm)	Penetración (cm)
Caseinato de Calcio	24.4	—	4.93	11.83	0.11
		Supro 500-E	4.00	15.40	0.10
		FXP-920	3.10	0.0	0.08
	18.3	—	4.60	16.00	0.16

No se trabajo con los dos tipos de aislados de soya a una concentración del 18.3% de grasa, por que este caseinato presentaba problemas de dispersión, así como una apariencia desagradable.

Siendo el caseinato de calcio una proteína relativamente pobre en cuanto a la funcionalidad que presenta en los quesos análogos en comparación con la caseína renina, solo se varió la concentración de grasa en dos niveles que corresponden al 24.4% y 18.3%. observándose que al utilizar una concentración menor de grasa sin aislado de soya se tiene un ligero aumento en el estiramiento, aunque presenta habilidad de fundir y consistencia ligeramente menor, sin embargo se sigue mostrando desprendimiento de grasa y agua en el producto fundido y las hebras formadas son débiles con poco brillo, desarrollando un color amarillo.

### 3.3.2. Caseína Renina.

En cuanto a la caseína renina se estudiaron tres niveles de variación en la concentración de grasa, trabajando sin y con sustitutos parciales de caseína por aislados de soya. Los resultados de los productos se muestran en la tabla 15.

TABLA 15.

Efecto de la concentración de grasa y tipo de aislado de soya sobre las propiedades funcionales de los quesos elaborados con caseína renina.

Aislado de Soya	Conc. de grasa (%)	Pruebas		
		Hab. de Fundir (cm)	Estirg miento (cm)	Penetrabilidad (cm)
—	24.4	4.80	69.30	0.16
	18.3	5.10	209.00	0.17
	12.2	4.30	117.30	0.07
Supro 500-E	24.4	3.60	42.50	0.14
	18.3	4.00	80.30	0.09
	12.2	3.80	84.80	0.18
FXP-920	24.4	3.70	32.70	0.13
	18.3	3.70	50.50	0.07
	12.2	3.30	50.60	0.13

En los resultados se aplicaron dos análisis estadísticos bifactoriales (31), el primero fue efectuado a los resultados con presencia de Supro 500-E y sin éste, manejando las tres concentraciones de grasa (24.4, 18.3 y 12.2%), el segundo análisis se llevo a cabo con y sin el aislado FXP-920 con las tres concentraciones de grasa mencionadas anteriormente, en donde se obtuvo

una Fc a un nivel de significancia del 95% mayor a la F1 por lo que existe un efecto individual y de interacción de las concentraciones de grasa en los dos tipos de aislados de soya en la habilidad de fundir, estiramiento y penetrabilidad.

Cuando se disminuye la concentración de grasa a un 18.3% se presenta mejor apariencia así como un aumento muy importante de estiramiento con formación de hebras fuertes y largas, un fundido uniforme, obteniendo un queso con textura suave, presentando la misma tendencia cuando se reduce la concentración de grasa a un 12.2%, sólo que el queso presenta una estructura más dura. Sucediendo ésto en ausencia y presencia de los dos tipos de aislados.

Al utilizar aislados de soya se observa también que la disminución de la concentración de grasa (18.3%) aumenta la habilidad de fundir y la penetrabilidad cuando se utilizan el Supro 500-E y FXP-920, encontrando nuevamente que con el aislado Supro 500-E se presentan las mejores características de apariencia en cuanto a formación de hebras firmes y gruesas, así como un fundido uniforme.

Los quesos con aislados de soya (Supro 500-E y FXP-920) en comparación con los quesos sin aislado y con la misma disminución de la concentración de grasa disminuyen en cuanto a sus propiedades funcionales y de textura.

Dado que la estructura interna de los quesos está determinada por las interacciones entre las proteínas presentes las cuales forman una red tridimensional continua, en la que la grasa queda atrapada, cualquier modificación en las interacciones producirá cambios en las propiedades del producto; en base a los resultados se puede decir que la concentración de grasa influye en la interacción de las proteínas observándose que con 18.3% de grasa se presentan las mejores características, lo cual podría indicar que las interacciones son suficientemente buenas para lograr un aumento en el estiramiento de las hebras del queso fundido. Por lo que se supone que con la disminución de la concentración de grasa se intensifican las fuerzas de interacción. Sin

embargo al reducir al 50% la concentración de este componente, es posible que se reduzca el efecto lubricante de las grasas, de tal forma que las características funcionales de los productos resultan menores que las que se obtienen con 18.3% de grasa resultando también productos de mayor consistencia

#### 3.4. EVALUACION DE LA FUNCIONALIDAD DE UN CONCENTRADO DE SUERO COMO SUSTITUTO PARCIAL DE GRASA.

Se utilizó concentrado de suero en dos diferentes proporciones (0, 1 y 2%) en formulaciones con bajo contenido de grasa (18.3%) para ver su efecto sobre los caseinatos (Tabla 16). En la que se observa que al adicionar concentrado de suero empleando caseína renina se reduce el estramiento, sin embargo se mejora su apariencia en cuanto a brillo y color del queso antes y después del fundido.

TABLA 16.

Efecto de la concentración de concentrado de suero sobre las propiedades de dos tipos de caseinatos y 18.3% de grasa.

Proteína	Conc. de Suero (%)	Pruebas		
		Hab. de Fundir (cm)	Estiramiento (cm)	Penetrabilidad (cm)
Caseína Renina	0	5.10	209.00	0.17
	1	4.80	168.00	0.16
	2	5.40	172.00	0.19
Caseinato de Calcio	0	4.60	16.0	0.16
	1	4.86	25.30	0.13
	2	4.80	11.30	0.16

A los resultados se les realizó un análisis bifactorial (31), el cual muestra una  $F_i$  igual a 4.75 menor a la  $F_c$  de las variables involucradas en este experimento. En el que se observa que el tipo de caseinato se ve afectado con la presencia de concentrado de suero, debido a la interacción que se da entre proteína-proteína, suponemos que es debido a que al haber esta interacción se queda atrapada la grasa en la estructura.

Posteriormente se le aplicó un análisis de varianza seguido de una prueba de Tukey, con un nivel de significancia del 95% (31), entre todas las concentraciones de concentrado de suero (0.1 y 2 %) con los dos diferentes caseinatos, los cuales nos indican que la diferencia significativa es presentada por los quesos elaborados con el 1% de concentrado de suero en los dos tipos de caseinatos, por lo que se puede decir que esta concentración de suero muestra un efecto favorable en las propiedades funcionales.

De los resultados se observa que al utilizar concentrado de suero en formulaciones con caseinato de calcio se mejoran sus características funcionales, pero su apariencia sigue siendo granulosa y desmorable, además que al fundirlo presenta un color amarillo intenso.

En cuanto a las formulaciones con caseína renina al utilizar 1% de concentrado de suero, sus características disminuyen al igual que los valores de penetración: lo que implica un aumento en la dureza del producto; sin embargo sus características de apariencia (color y brillo) antes y después del fundido son mejores, presentando buena formación de hebras.

En aquellos quesos con el 2% de concentrado de suero se mejoran las propiedades funcionales de los quesos, siendo mejores características organolépticas en comparación con aquellos que contienen 1% de concentrado de suero, pero presentan el inconveniente de que se obtienen hebras muy delgadas y débiles, con desprendimiento de grasa en producto fundido.

Debido a los resultados obtenidos anteriormente, se decidió trabajar con el concentrado de suero al 1% en formulaciones con aislado de soya en ambos caseinatos y variando la concentración de grasa, mostrando estas variaciones en la tabla 17.

Se consideró adecuado trabajar con el concentrado de suero, ya que además de ser útil como sustituto de grasa imparte un sabor similar a quesos elaborados con leche.

### 3.5. INFLUENCIA DE LA CONCENTRACIÓN DE GRASA Y TIPO DE AISLADO DE SOYA EMPLEANDO CONCENTRADO DE SUERO AL 1%.

Por los resultados obtenidos en la actividad 4, se decidió trabajar con concentrado de suero al 1% en formulaciones con aislados de soya en ambos caseinatos (Tabla 17).

En cuanto al concentrado de suero y la concentración de grasa se esperaba una influencia en las propiedades funcionales debido a que estos dos ingredientes intervienen en la estructura.



TABLA 17.

Efecto de la concentración de grasa y tipo de aislado de soya en las propiedades de quesos análogos preparados con 1% de concentrado de suero.

Proteína	Aislado de Soya	Conc. de grasa (%)	Pruebas		
			Hab. de Fundir (cm)	Estirg miento (cm)	Penetrabilidad (cm)
Caseína Renina	—	24.4	4.10	124.00	0.10
		18.3	4.80	168.00	0.16
		12.2	4.00	133.80	0.62
	Supro 500-E	24.4	4.00	57.30	0.07
		18.3	4.80	65.50	0.15
		12.2	4.50	46.10	0.15
	FXP-920	24.4	3.60	42.30	0.07
		18.3	4.00	53.00	0.13
		12.2	3.90	63.80	0.11
Caseinato de Calcio	—	24.4	4.83	20.30	0.08
		18.3	4.86	25.30	0.13
Calcio	Supro 500-E	18.3	3.83	12.00	0.12
	FXP-920	18.3	3.40	7.50	0.12

Los estadísticos empleados fueron dos bifactoriales con un nivel de significancia del 95% (31), manejándose como variables en el primer análisis las diferentes concentraciones de grasa (24.4, 18.3 y 12.2%) con y sin aislado de soya (Supro 500-E), en el otro análisis estadístico se manejaron las mismas concentraciones de grasa con y sin la presencia de aislado FXP-920, en donde se obtuvo una  $F_r$  menor a la  $F_c$ , lo que nos muestra que hay interacción entre todas las variables manejadas en las propiedades funcionales, en las diferentes concentraciones de grasa.

En las formulaciones con caseína renina se observa que al disminuir la grasa a un 18.3% se mejoran las características funcionales del producto, pero al agregarle un aislado de soya, estas características se ven afectadas, sobre todo en el estiramiento y ligeramente en la habilidad de fundir, presentándose el mismo comportamiento cuando se maneja una concentración de grasa del 24.4 y 12.2%, sin embargo la apariencia del producto sigue siendo aceptable ya que presenta apariencia brillante, hebras largas y firmes (evaluadas sensorialmente), en cuanto a los valores de penetrabilidad en formulaciones con soya disminuyeron ligeramente en comparación con aquellas que no contienen soya resultando quesos un poco más duros pero con un fundido aceptable y poco desprendimiento de grasa y en el estiramiento se observa una disminución, sin embargo es aceptable observándose en general que a una concentración del 18.3% de grasa se obtienen mejores resultados tanto funcionales como sensoriales.

En cuanto a las formulaciones con caseinato de calcio sin aislado de soya y en presencia del 1% de concentrado de suero con el 18.3% de grasa, la habilidad de fundir permaneció casi igual que cuando se tienen las otras dos concentraciones de grasa y los diferentes aislados, sin embargo en el estiramiento y penetrabilidad fue notorio el aumento obteniendo quesos más evidente cuando se presenta el aislado FXP-920. En general cabe mencionar que con la presencia de aislado de soya se disminuye ligeramente las propiedades funcionales y de textura de los quesos aún con la presencia de concentrado de suero.

El concentrado de suero proporciona al producto un sabor a leche y nos ayuda a realzar la estructura del producto, ya que al disminuir la cantidad de grasa hay más interacción proteína-proteína.

### 3.6. EVALUACION DEL EFECTO DE UN SABORIZANTE LIPOSOLUBLE ENZIMATICO SOBRE LAS CARACTERISTICAS FUNCIONALES DE LOS QUESOS.

Se prepararon quesos empleando un saborizante enzimático liposoluble a una concentración del 0.5% del total de la formulación empleando la formulación base y con presencia de aislados de soya, con y sin concentrado de suero; en los que se observó que fue capaz de enmascarar el sabor a frijol de soya (evaluado sensorialmente) que presentan los quesos que contienen aislados, determinándose el efecto que tuvo este sobre las características funcionales de los quesos (Tabla 18).

TABLA 18.

Influencia de la presencia de saborizante sobre las propiedades funcionales de los quesos elaborados con caseína renina y aislados de soya.

Prueba	Habilidad de Fundir (cm)				Estramiento (cm)				Penetrabilidad (cm)			
	S/Sabor		C/Sabor		S/Sabor		C/Sabor		S/Sabor		C/Sabor	
Conc. de suero (%)	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
Tipo de aislado												
—	5.1	4.8	4.8	4.7	209	157.3	92.0	61.6	169.0	168.0	99.6	11.7
Supro 500-E	3.9	4.8	4.1	3.7	83.0	65.5	50.0	70.6	87.6	149.0	62.3	66.3
FXP-920	3.7	4.0	3.9	3.7	50.5	53.0	29.3	73.3	69.0	130.6	73.6	61.3

Se realizó un análisis factorial 2X3X2 en el que se encontró diferencia significativa e interacción entre ingredientes, resultando una F<sub>t</sub> de 4.26 menor a las F<sub>c</sub>, en donde se manejaron las variables con y sin presencia de aislados, concentrado de suero y saborizante; en el que se observó que existe un efecto individual e interacción entre estas variables.

En los resultados se observa que tanto en la habilidad de fundir, estiramiento y penetrabilidad hay una disminución cuando se encuentran presentes los dos aislados de soya, siendo mas notorio con la presencia de aislado FXP-920. Cuando se encuentra el concentrado de suero al 1% disminuye la habilidad de fundir con y sin sabor, así como con la presencia de los aislados y sin ellos. En el caso del estiramiento disminuye con el sabor sin aislado, pero cuando se manejan ambos aislados con el 1% de concentrado de suero aumenta esta propiedad, sucediendo el mismo comportamiento con la penetrabilidad, es decir que los quesos son mas suaves con el sabor. 1% de concentrado de suero y cualquiera de los aislados de soya.

De lo que se deriva que los ingredientes presentes en el saborizante modifican las interacciones entre los componentes del queso, lo cual podría atribuirse principalmente al tipo y concentración de los componentes presentes, resultando importante la disminución en las características funcionales de los productos obtenidos, por lo que será recomendable emplear una formula de saborizante especialmente desarrollada para este tipo de productos.

### 3.7. DETERMINACION DE LA CAPACIDAD DE RETENCION DE AGUA Y GRASA EN MEZCLAS DE PROTEINAS.

Con objeto de analizar las interacciones entre las proteínas empleadas, se determinó la capacidad de retención de estos componentes, empleando las diferentes mezclas de proteínas utilizadas en las formulaciones de quesos, evaluando también el efecto de la presencia de sales fundentes. Los resultados se presentan en la tabla (19).

TABLA 19.

Retención de agua y grasa en Caseína Renina utilizando con la mezcla de otras proteínas y la presencia y ausencia de sales fundentes.

Proteína	Retención de agua (gH <sub>2</sub> O/g proteína)		Retención de grasa (g grasa/g proteína)	
	S/Sal fundente	C/Sal fundente	S/Sal fundente	C/Sal fundente
Caseína Renina (CR)	3.6.	3.1	2.0	3.0
Caseína Renina Supro 500-E	2.5	2.6	2.5	1.6
Caseína Renina FXP-920	2.9	2.2	2.9	1.8
Caseína Renina Conc. de suero	1.5	1.5	2.3	1.2
CR,Supro 500-E Conc. de suero	3.0	2.3	2.5	1.7
CR, FXP-920, Conc. de suero	2.5	2.1	2.1	2.1

A los resultados presentados en la tabla 19, se les aplicó un análisis de varianza (28) para retención de agua y otro para grasa con y sin sales fundentes, manejando las proteínas individuales y en mezcla como fueron utilizadas en las formulaciones de los quesos, en donde se encontró que existe diferencia entre formulaciones, presentando mayor diferencia cuando se maneja caseína renina, observándose un gran efecto en la capacidad de retención de agua y grasa con sales fundentes.

Los resultados muestran que la capacidad de retención de agua y grasa son mayores cuando se maneja a la caseína renina en presencia de sales, sin embargo la finalidad de este

trabajo fue evaluar las propiedades funcionales de quesos análogos, por lo que las mezclas con aislados de soya y caseína renina y las que contienen concentrado de suero y aislado Supro 500-E tienen mayor capacidad de retención de agua y grasa que las manejadas con caseína renina-concentrado de suero y FXP-920. La capacidad de retención de agua de la caseína renina se reduce al encontrarse presente sales fundentes, mientras que la capacidad de retención de grasa se incrementa, lo que podría atribuirse a que la estructura que se forma es el resultado del aumento en las interacciones proteína-proteína, lo que a su vez favorece la retención de grasa en la estructura. Al encontrarse presente los aislados de soya y las sales fundentes se reduce la capacidad de retención de agua y grasa en el sistema lo que implica que los aislados de soya tienen propiedades funcionales menores que la caseína renina.

En lo que respecta al concentrado de suero, se observa que al encontrarse los diferentes aislados, la capacidad de retención de agua disminuye mientras que la retención de grasa aumenta, por lo que podemos suponer que la estructura del queso al tener estos ingredientes es reforzada.

Los resultados de la capacidad de retención de agua y grasa del caseinato de calcio se presentan en la tabla 20.

**TABLA 20.**

**Retención de agua y grasa en el Caseinato de calcio utilizado con la mezcla de otras proteínas y la presencia y ausencia de sales fundentes.**

Proteína	Retención de agua (g H <sub>2</sub> O/g proteína)		Retención de grasa (g grasa/g proteína)	
	S/Sales fundentes	C/Sales fundentes	S/Sales fundentes	C/Sales fundentes
Caseinato de Calcio (CC)	2.8	2.2	3.0	2.9
CC, Supro 500-E	2.5	1.2	3.6	2.5
CC, FXP-920	3.0	2.1	3.2	2.2
CC, Conc. de suero	4.4	1.8	4.0	2.4
CC, Supro 500-E, Conc. de suero	2.5	1.3	3.5	3.3
CC, FXP-920, Conc. de suero	3.2	1.4	3.3	3.1

A los resultados presentados en la tabla 20, se les aplicó un análisis de varianza (31) para retención de agua y otro para grasa con y sin sales fundentes, manejando las proteínas individuales (caseinato de calcio) y en mezcla como fueron utilizadas en las formulaciones de los quesos, observándose que existe una interacción entre ingredientes.

Con el caseinato de calcio la capacidad de retención de agua y grasa es mayor cuando se maneja esta proteína sol, sin embargo al considerar que no es un análogo de queso se observó mayor retención de agua con la presencia de aislado FXP-920. En cuanto a la retención de grasa es mayor en las combinaciones caseinato de calcio-concentrado de suero-Supro 500-E y caseinato de calcio-FXP-920-concentrado de suero.

El caseinato de calcio a diferencia de las mezclas con Caseína Renina, la capacidad de retención de agua es menor que la capacidad de retención de grasa, por otro lado en general las tendencias obtenidas al encontrarse presentes los aislados de soya y el concentrado de suero son iguales a los obtenidos con caseína renina, la disminución en la retención de agua, se debe posiblemente al aumento en las interacciones entre proteínas, proporcionando una estructura de mayor dureza en los quesos obtenidos con esta proteína que además presentan mayor estiramiento y menor habilidad de fundir por lo que sus propiedades no resultan además para estos quesos.

Al comparar la mezcla caseinato de calcio-concentrado de suero sin aislado Supro 500-E y con el, se observa que no hubo ningún cambio en la capacidad de retención de agua. Sin embargo cuando se maneja el aislado FXP-920, disminuye la retención de agua con la presencia de concentrado de suero. En cuanto a la capacidad de retención de grasa cuando se encuentran presentes los aislados de soya y concentrado de suero aumenta su retención en comparación con las mezclas cuando este no se encuentra presente, por lo cual la estructura del queso es reforzada al utilizar concentrado de suero.



## CONCLUSIONES.

El tipo de sal fundente influye significativamente sobre la funcionalidad de cada tipo de caseinato, debido a su forma de obtención cada caseína tiene propiedades distintas, por lo cual es posible esperar que las interacciones con diferentes sales sean de distinta magnitud.

En este trabajo específicamente las sales que permiten desarrollar más las propiedades funcionales de la caseína renina y del caseinato de calcio fueron las mezclas de sales de fosfato y mezcla de sales joha respectivamente.

La caseína renina al ser un paracaseinato, permite obtener mejores características funcionales en el producto, ya que actúa en forma similar al complejo natural en la elaboración de quesos tradicionales la formación de su estructura en comparación con el Caseinato de Calcio.

Se observa que la presencia de aislados no modifican la tendencia del efecto de las sales fundentes para cada caseinato, lo cual se debe a que el componente mayoritario es el que determina el tipo de sal a utilizar.

Los aislados de soya no logran desarrollar las propiedades de los caseinatos, lo que trae consigo un decremento en las cualidades funcionales de los quesos análogos en donde se sustituye parcialmente la caseína por estas proteínas, lo cual también depende del tipo de aislado, la presencia de concentrado de suero mejora las propiedades en los productos obtenidos aún en presencia de proteínas de soya por lo que en el caso de usarlas como extensores de caseína sería recomendable el empleo de concentrado de suero.

El nivel de grasa ejerce significativa influencia en las propiedades de los quesos análogos, observándose que con el 18.3% de grasa se presentan las mejores propiedades funcionales lo cual indica que las interacciones son buenas.

El concentrado de suero además de proporcionar al producto un sabor a leche y mejorar el aspecto nos ayuda a reafirmar la estructura sobre todo en presencia de aislados de soya, además al disminuir la cantidad de grasa aún cuando el estiramiento disminuye las hebras son firmes y gruesas.

Por otro lado la presencia de saborizante modifica en gran medida las propiedades del producto lo cual se puede atribuir principalmente al tipo y concentración de sales presentes, resultando una importante disminución en las características funcionales de los productos obtenidos, por lo que será recomendable emplear una fórmula de saborizante específicamente desarrollada para este tipo de productos.

En el caso de la capacidad de retención de agua y grasa en proteínas y mezcla de ellas, cuando se maneja caseína renina la retención de agua fue mayor que la capacidad de retención de grasa sucediendo lo contrario cuando se maneja al caseinato de calcio, mientras que el comportamiento obtenido al encontrarse presente los aislados de soya y el concentrado de suero y caseinato de calcio muestra una reducción en la capacidad de retención de agua y grasa, sucediendo lo mismo con la caseína renina.

- Se recomienda realizar estudios de textura utilizando un equipo Instron.
- Realizar estudios sobre parámetros reológicos para obtener más información del comportamiento de un sólido viscoelástico, así como su relación con la textura y sus propiedades funcionales.
- Continuar investigando sobre el proceso de elaboración de estos productos.

## ANEXO

### MÉTODOS DE EVALUACION DE PROPIEDADES FUNCIONALES DE QUESOS.

#### HABILIDAD DE FUNDIR. (15.2)

Método: Scheiber Foods Inc.

Se basa en calentar un cilindro estandarizado de queso (0.5cm de espesor y 2.3cm de diámetro), bajo condiciones específicas (temperatura del horno 230°C y tiempo 25 segundos), seguido de una medición en la ampliación de la muestra o en la expansión del diámetro, utilizando una serie de círculos concéntricos, en los cuales el círculo más pequeño es de 2.3 cm de diámetro, este es el círculo número uno y cada círculo consecutivo es de 1.2 cm más de diámetro que el círculo anterior. Se centra la caja petri con la muestra ya fundida y se registra en que círculo cae: es preciso observar y registrar si hay separación de grasa, la textura y uniformidad del queso fundido.

#### Materiales e Instrumentos:

-Equipo: Horno de microondas

Plantilla de Melt

Caja petri

Material común de laboratorio.

#### Procedimiento:

-Se toma la muestra y se le da la forma de cilindro con 0.5 cm de espesor y 2.3 cm de diámetro.

-Se coloca sobre una caja petri.

-Tiempo de exposición 25 segundos

-Se mide cuantitativamente el diámetro del queso fundido utilizando los círculos concéntricos.

#### ESTIRAMIENTO. (15.21).

Se basa en calentar bajo condiciones definidas (temperatura 232°C, tiempo 25 segundos) una cantidad constante de muestra de queso de 35 gramos, evaluando la longitud y la cantidad de hebra formada por el al tomar una porción de queso y estirarla con una espátula.

#### **Materiales e instrumentos:**

-Equipo: Horno de microondas

-Material: Balanza analítica

Material común de laboratorio.

#### **Procedimiento:**

La prueba se lleva a cabo midiendo la longitud en cm que alcanza una hebra de queso, bajo las siguientes condiciones:

-Se raya y pesa 35 gramos de muestra

-Se coloca en la caja petri

-Se calienta en un horno de microondas por 25 segundos.

-Pasado el tiempo de exposición se deja un minuto fuera del horno para que enfrie.

-Se toma una cantidad de queso fundido con la espátula y se estira.

-Se mide la longitud que alcanza la hebra del queso antes de romperse.

## **PENETRABILIDAD. (22)**

**Método:** Penetrómetro, que consiste en dejar caer una aguja dirigida por un tubo guía sobre la muestra y se mide su penetración. El rango de utilidad de este instrumento es limitado. Si la muestra es excesivamente dura, la penetración es demasiado pequeña para medirla con precisión; si el producto es excesivamente blando la aguja no dejará de penetrar, por lo que la medición deberá hacerse después de un periodo de tiempo definido. Sin embargo en nuestro caso se espera hasta que dejara de penetrar la aguja y se realiza la medición.

### **Materiales e instrumentos:**

-Equipo: Penetrómetro precisión, modelo Humboldt MFG

Aguja bajo condiciones estandarizadas (3.1924in de largo X 0.1024in de ancho, con un diámetro de 0.0315in)

-Material: Cajas petri

Material común de laboratorio.

### **Procedimiento:**

-Se cortan trozos de queso con un espesor de 1.5 cm y 3 cm de diámetro en todas las muestras.

-Se calibra el penetrómetro

-Se coloca la muestra de manera que quede al centro la aguja sin penetrar

-El medidor se coloca en cero

-Se deja caer la aguja, y se mide la penetración alcanzada después de un cierto tiempo.

## RETENCIÓN DE AGUA Y GRASA EN PROTEÍNAS. (29)

Se utilizó un procedimiento descrito por S.C. HUNG, el cual fue modificado a manera de evaluar la retención de agua y grasa en condiciones similares a las que se someten las proteínas en el proceso de elaboración de quesos.

### Procedimiento:

- Pesar 5 gramos de proteína y adicionar 95 ml de agua destilada.
- Mezclar en un agitador Vitrom, manteniendo a temperatura ambiente.
- Ajustar la mezcla a un pH=  $5.5 \pm 0.3$ .
- Colocar en un baño maria los tubos de centrifugación a la temperatura de fundido de  $80^{\circ}\text{C}$ , por un tiempo de 30 minutos.
- Dejar enfriar los tubos hasta temperatura ambiente.
- Centrifugar durante un tiempo de 30 minutos.
- Transferir el sobrenadante a una probeta para ser medido.
- Realizar el calculo de agua retenida.

### Fórmula empleada:

$$WR = (Ph) - (Po) / Pps$$

donde:

WR: Retención de agua

Ph: Peso hidratado

Po: Peso original

Pps: Peso de la proteína simple

### Procedimiento:

# FALLA DE ORIGEN

- Pesar 5 gramos de proteína y adicionar 95 ml de aceite de maíz
- Mezclar en un agitador Vitrom, manteniendo a temperatura ambiente.
- Ajustar la mezcla a un pH= 5.5 ± 0.3.
- Colocar en un baño maria los tubos de centrifugación a la temperatura de fundido de 80°C, por un tiempo de 30 minutos.
- Dejar enfriar los tubos hasta temperatura ambiente.
- Centrifugar durante un tiempo de 30 minutos.
- Transferir el sobrenadante a una probeta para ser medido.
- Realizar el cálculo de grasa retenida.

Fórmula empleada:

$$GR = (Pgs) - (Pgo) / Pps$$

donde:

GR: Retención de grasa

Pgs: Peso de la grasa en el sistema

Pgo: Peso de la grasa original

Pps: Peso de la proteína simple.

NOTA: En el caso de la mezcla de proteínas se mantuvo la misma proporción en que se utilizaron en las formulaciones.

## BIBLIOGRAFIA.

1. Alais, Charles., (1985). La ciencia de la leche. De. CECSA pag. 15-17
2. Asociación Americana de la soya. (1990). Tercer seminario de los usos de la proteína de soya en productos lácteos. pag.33-38
3. Baduí, D.S. (1988). Química de los Alimentos. Ed.Alambra México. pag. 327-391.
4. Bozzi, Marshal, J. Fidco. (1990). Cheese analog advantages range beyond economical aspects. Food Technolog. Vol 6. S/N. pag. 42-44.
5. Calatayud, C.M., López, V.M. (1990). Estudio de la utilización de sales fundentes en la elaboración de un queso análogo tipo asadero. Tesis. UNAM. FES-C. I.A.
6. C. Cavalier-Salou and J.C. Cheffel. (1991). Emulsifying Salts Influence on Characteristics of Cheese Analogs from Calcium Caseinate. Journal Of Food Science. Vol. 56, No. 6. pag. 1543-1551.
7. Cheese analog contains protein from low sources dairy, oilseed, cereal, (1981). Food Processing, Vol. 42.
8. Chena, L.A., (1993). Elaboración de un análogo de queso tipo asadero. Tesis. UNAM. FES-C. I.A.
9. Elsevier applied, P., F. Fox. (1987). Cheese: Chemistry, Physics and microbiology. Science, Vol. 2. N° 6, New York, pag. 1543-1546.
10. Endre, F.S., (1980). Usos comestibles de la soya. Asociación Americana de la soya. Vol. 2. pag. 43-47
11. Fennema, O.R., (1985). Food Chemistry. Ed.Marcel Dekker. INC., USA. pag. 724-557.
12. Food Science Pfizer. Entrevista personal.
13. Haylock, S.J., (1986). Imitation Cheese based on New Zeland casein products. New Zeland Journal of Dairy Science and Technology. S/V. S/N. pag. A46-A48.



14. Horn, H.E. and Godzicki, M.M., (1972). What now, brown cow? *Cereal Science Today*, Vol. 7, N° 5, pag 135-137.
15. J. Park, J.R., Rosenau and M. Peleg, (1984). Comparison of four procedures of cheese meltability evaluation. *Journal of Food Science*, Vol. 49, pag. 1158-1162.
16. Kirk - Othmer, (1993). *Enciclopedia of Chemical Technology*, Vol. 22, USA.
17. La importancia presente y futura de los productos lácteos de imitación, (1989). *Federación Internacional de Lácteos. Boletín 239*, Abril.
18. Lawrence, A. Shimp, (1985). Process cheese principles. *Food Technology*, Mayo. Pag. 62-68.
19. *Ley General de Salud*, (1990). De Parua, S.A., México.
20. Madrid, V.A., (1983). Producción y usos de la caseína. *Industria Láctea*, S/V, N° 2, pag. 19-28.
21. Muller, H.G., (1985). *Introducción a la Reología de los Alimentos*. Ed. Acribia, Zaragoza, pag. 27-30, 119
22. M. Peleg, (1980). Theoretical analysis of the relationship between mechanical hardness and its sensory assessment. *Journal of Food Science*. Vol 45, pag 1156-1160.
23. *New Zealand Milk*, (1994). Entrevista personal.
24. *Norma Oficial Mexicana*, (1970). Quesos Procesados. *Secretaría de Comercio y Fomento Industrial*. NOM-F-92.
25. *Norma Oficial Mexicana*, (1985). Queso tipo Cheddar. *Secretaría de Comercio y Fomento Industrial*. NOM-F-93.
26. *Norma Oficial Mexicana*, (1985). Queso tipo Chester. *Secretaría de Comercio y Fomento Industrial*. NOM-F-471.
27. *Protein Technology International*, (1994). Entrevista personal.
28. Ruíz, F., (1989). Análogos de quesos. *Lácteos mexicanos*, Vol. 3, No. 6, pag. 5-10.

29. S.C. Hung and J.F. Zaya. (1992). Protein solubility, Water retention and fat binding of corn germ protein flour compare with milk protein. *Journal of Food Science* Vol. 57, No. 2, pag. 372-376
30. Suothward. C.R., (1985). Manufacture and applications of edible casein products. *New Zealand Journal of Dairy Science y Technology*.
31. Walpole, R.E., Myers.R.H., (1986). Probabilidad y Estadística para Ingenieros. Ed.Nueva Editorial Interamericana, S.A. de C.V. México.
32. Yang. C.S. and Tarato. N.V., (1988). Textural properties. *Journal of Food Science*, Vol. 6, pag 340-348.
33. Youling, L.J., Aguilera, (1991). Emulsified milk fat effects on rheology of acid-induced milk gels. *Journal of Food Science*, Vol. 56, N° 4, pag. 920-925.